

ANEXO I. PLANIFICACIÓN

“ROBOT + DANZA. Diseño y fabricación de la carcasa de un robot para un festival de danza”
Trabajo fin de grado 2016-2017
Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto
Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza

Autor: ●
Miguel Franco ●
Director: ●
Jorge Sierra ●
Ponente: ●
Ignacio López ●



ÍNDICE.

FECHAS CLAVE

3

FASES DEL PROYECTO

3

TAREAS A REALIZAR

4

MODO DE ORGANIZACIÓN

4

CALENDARIO

5

SEGUIMIENTO

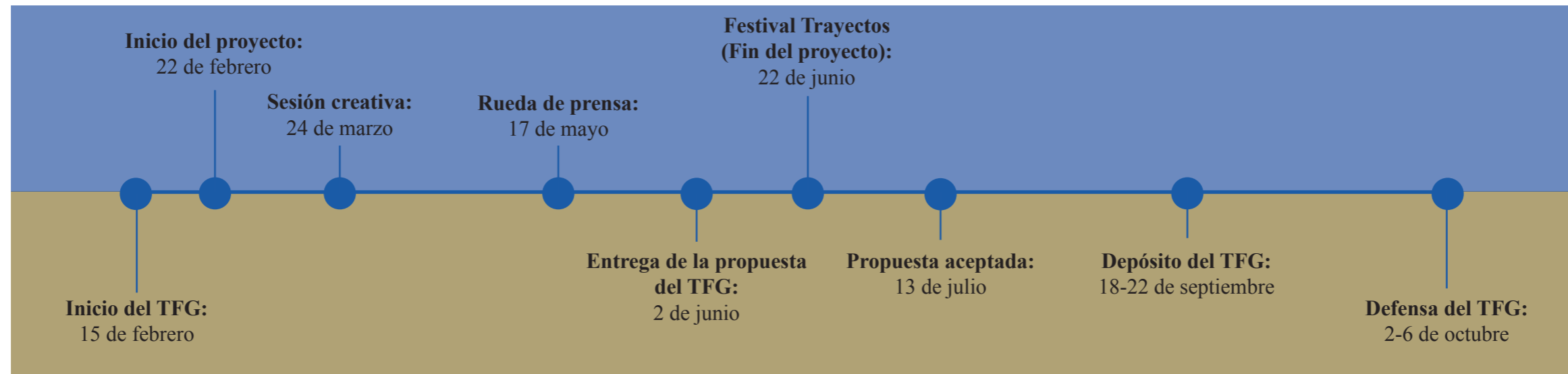
10

BIBLIOGRAFÍA

13

FECHAS CLAVE.

3



PROYECTO
DE
TRAYECTOS

TFG

FASES DEL PROYECTO

Fase 0. Análisis Previo:

- Realizar una breve investigación sobre el Festival Internacional de Danza Contemporánea para el que se realiza el proyecto.
- Buscar información sobre la compañía Tarde o Temprano Danza con la que se va a realizar el proyecto.
- Estudiar y analizar la existencia de experiencias similares

1ª Fase. Sesión Creativa:

- Diseñar el guión que se va a seguir en la sesión creativa.
- Elegir las técnicas creativas que se van a utilizar en el taller, tanto de generación de ideas como de evaluación.
- Realizar una sesión creativa para generar conceptos para diseñar la coreografía ROBOT + DANZA
- Explicar los resultados que se han obtenido una vez realizada la sesión creativa.
- Realizar un listado de conclusiones sobre los resultados de la sesión creativa y la experiencia personal que ha supuesto.

2ª Fase. Diseño de la Carcasa:

- Definir EDP's y generar diferentes alternativas de diseño de la carcasa del robot.
- Selección de conceptos y justificación de la elección del concepto.
- Modelado 3D de las piezas que componen la carcasa y sus sujeciones.
- Explicar el proceso de fabricación de las piezas y las alternativas que se planteen para una misma pieza.
- Realizar ensayos con la carcasa ya colocada para verificar que respeta las restricciones de diseño planteadas al inicio
- Realizar un listado de conclusiones de esta fase de fabricación de la carcasa

3ª Fase. Festival Trayectos:

- Esta fase tendrá lugar el día del Festival, en el que se hará un seguimiento del robot en los ensayos previos a la puesta en escena.
 - Últimos retoques en la carcasa para garantizar su correcto funcionamiento y la fijación de sus piezas.
 - Presentación de la actuación al público que asista al festival.
 - Seguimiento durante la coreografía por si algo falla y hay que salir a escena.
- Documentar todo el trabajo realizado, y entregar y presentar el TFG.

TAREAS A REALIZAR.

TAREAS A REALIZAR	FECHA
Planificación y calendario	22/02/17
Investigación previa: <ul style="list-style-type: none"> • Festival Internacional de Danza Contemporánea, Trayectos • Compañía de baile Tarde o Temprano Danza • Experiencias similares Tipos de robots Aspectos formales 	15/02/2017 - 22/02/2017 15/02/2017 - 22/02/2017 15/02/2017 - 24/03/2017
Sesión creativa: <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar el guión a seguir Seleccionar técnicas creativas • Clasificar a los asistentes según su perfil/es • Realizar la sesión creativa 	3/03/2017 - 20/03/2017 16/03/2017 - 20/03/2017 24/03/2017
Diseño de la carcasa: <ul style="list-style-type: none"> • Evolución funcional • Evolución formal • Dimensionamiento • Modelado 3D 	3/04/2017 - 30/05/2017
Rueda de prensa	17/05/2017
Fabricación de la carcasa: <ul style="list-style-type: none"> • Encargar/comprar material • Imprimir piezas • Montar la carcasa • Comprobar que se respeta las EDP's planteadas 	22/05/17 - 22/06/2017
Festival Trayectos: <ul style="list-style-type: none"> • Últimos retoques • Presentación de la actuación 	22/06/2017
Además, durante todo el proyecto se ayudó a las otras partes del equipo en lo que fuera necesario (pensar la distribución del público el día de la actuación; comprar, cortar y pintar barreras para el mapa del robot...)	

MODO DE ORGANIZACIÓN:

Para organizar el **modo de trabajo** y la **distribución y seguimiento de las tareas**, además de las **reuniones semanales de grupo**, hemos empleado plataformas informáticas de comunicación, organización e intercambio de archivos como: **Trello, Google Drive, roundcube - Gmail y WhatsApp.**



CALENDARIO.

Febrero 2017

L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15 Presentación TFG	16	17	18	19
20	21	22 Inicio del proyecto: 1ª reunión con el resto del equipo	23	24	25	26
27	28					

CALENDARIO.

Marzo 2017

L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3 Reunión vector de diseño: 1ª reunión para preparar la sesión	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16 Reunión vector de diseño: 2ª reunión para preparar la sesión	17	18	19
20 Revisión del aula de la sesión: Reservar aula, materiales necesarios...	21	22	23	24 Sesión creativa	25	26
27	28	29	30	31		

CALENDARIO.

Abril 2017

L

M

X

J

V

S

D

						1	2
3 1er ensayo: Ver movimientos y limitaciones del robot	4	5	6	7	8	9	
10 2º ensayo: Ver movimientos de forma autónoma, pensar nuevos pasos y distribución del público	11	12	13	14	15	16	
17	18	19	20	21	22	23	
24	25	26	27	28	29	30	

CALENDARIO.

Mayo 2017

L	M	X	J	V	S	D
1 3er ensayo: Ver fragmento de la coreografía, primeras ideas de la carcasa, tomar medidas, hablar de nuevos sensores	2	3	4	5	6	7
8 4° ensayo: 1er contacto con los taiwaneses, tomar decisiones	9 Reunión Diseño-Robótica: Nuevas EDP's, y tomar decisiones	10	11	12 Reunión vector de diseño: Poner al día, ver propuestas de la carcasa, elegir una y pensar como se fabricaría	13	14
15	16	17 Rueda de prensa y 5° ensayo: Confirmar diseño de la carcasa y utilización de la cámara, ensayar baile	18	19 Reunión Diseño-Robótica: Definir funciones para los leds, y comentar posición de los componentes y como será el montaje	20	21
22 Empezar a fabricar piezas y 6° ensayo: Poner a imprimir el soporte del láser y revisar coreografía	23	24	25	26 7° ensayo: Ajustar velocidades, comprar material para el cuerpo e imprimir soporte de la cabeza	27	28
29 Arreglar impresora 3D, repetir impresión de algunas piezas, ajustar cabeza al CURA y plantear propuesta del TFG	30 Redactar propuesta del TFG, encargar filamento, y terminar de dividir las piezas de la cabeza para ajustarlas a la impresora	31 Reunión con Trayectos: Hablar sobre los ensayos y el material que se pondrá para las barreras				

Junio 2017

L M X J V S D

			1 Reunión vector de Diseño: Corregir la propuesta del TFG, cambiar material del cuerpo y pensar alternativas para la cabeza	2 Reunión con la parte de robótica, 8° ensayo y entregar propuesta: Sellar propuesta y entregar, colocar leds y probarlos	3	4
5 Empezar a imprimir la cabeza, realizar alternativa de fabricación de la cabeza, y mandar correo a las bailarinas para tomar decisiones	6 9° ensayo: Seguimiento de la pieza que se está imprimiendo, ensayar baile y investigar tiendas y precios para las barreras	7 Quitar soportes de la pieza impresa, arreglar la impresora, poner dos piezas más a imprimir e ir a comprar porexpan	8 Seguimiento de las piezas (una se quitó porque salía mal) y cortar porexpan para las barreras	9 Reunión con la parte de robótica: Comprobar que el láser detecta las barreras, imprimir la 3ª pieza de la cabeza y tomar medidas	10	11
12 Reunión con la parte de Robótica: Generar nuevo mapa, poner la 4ª pieza a imprimir, nivelar barreras y quitar soportes	13 10° ensayo: Planificación de la semana, ensayar baile y lijar los nervios para que encajen bien las piezas	14 Imprimir tapa de la cabeza y soportes leds, pintar barreras, quitar soportes, unir la cabeza y cubrirla de masilla	15 11° ensayo: 2ª capa de pintura a las barreras, comprar material del cuerpo, volver a imprimir una pieza y ensayo con la cabeza puesta	16 12° ensayo (con público): Preparar cuerpo de prueba, ver baile con público, diseñar la unión del cuerpo y pensar como tapar la base	17	18
19 13° ensayo: Redactar la presentación de la actuación, preparar los ojos y pegatinas para la base, y reorganizar componentes internos	20 14° ensayo: Comprobar las posiciones del robot, imprimir las pegatinas y lijar la cabeza	21 15° ensayo: Pintar la cabeza y unirla con el cuerpo, propuesta de los ojos y ensayo con casi todo el robot	22 Festival Trayectos: Fijar todas las piezas, último ensayo, presentación de la actuación, y puesta en escena (dos pases)	23	24	25
26	27	28	29	30		

Este **proyecto consta** de un proceso creativo que incluye una **sesión creativa** multidisciplinaria, una **etapa de diseño de producto**, otra de **fabricación de producto** y una última de **exhibición y puesta en escena**. Además, este proceso se complementa con algunas actividades puntuales (como la **rueda de prensa**) o **colaboraciones externas** (la compañía B.Dance, de Taiwán, realizarán un apoyo coreográfico a mitad del proyecto).

Como se ha mencionado anteriormente, el **15 de febrero** de 2017, tuvo lugar la **primera reunión** entre los dos estudiantes que iban a realizar su TFG con este proyecto, y sus respectivos directores, **dando por comenzado el Trabajo Fin de Grado**. Aquí se explicó un poco **en qué consistía el proyecto y que se iba a incluir en el TFG**. En mi caso, como estudiante de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, se habló que además del diseño y fabricación de la carcasa del robot, se debía explicar todo el proceso creativo que se ha seguido durante el proyecto.

Una semana más tarde, el **22 de febrero** de 2017, tuvo lugar la primera reunión **ya con todos los miembros** que iban a participar en este proyecto (**Fig. 1**). Si el 15 se dio por comenzado el TFG, este día fue el **inicio del proyecto para el festival Trayectos**. Aquí se hicieron las **presentaciones** de todos los miembros del equipo (compañía de Tarde o Temprano Danza, estudiantes de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza, y los departamentos de robótica y diseño industrial, personas que servirían de enlace entre la parte técnica y artística, colaboradores del Festival y Ayuntamiento...), se explicó que **tareas** correspondían a cada una **de las partes**, y se nombró a unos chicos de Taiwán que colaborarían con el desarrollo de la coreografía en un momento puntual. Otro de los temas que se trataron fue la **planificación** que se iba a **seguir**. Ésta iba a ser flexible y se iría hablando semana a semana, pero siempre con la mente puesta en la **fecha final, el 22 de Junio** de 2017, día que se expondría todo el trabajo realizado durante los 4 meses de duración del proyecto a los ciudadanos asistentes al Festival Trayectos.



Fig. 1. Presentación entre los miembros de distintas disciplinas que van a formar parte del equipo multidisciplinaria que va a llevar a cabo el desarrollo del proyecto “Danza y robótica – Laboratorio de danza y nuevos medios”.



Fig. 2. Para preparar correctamente la sesión creativa, es muy importante escoger un sitio adecuado para las reuniones. Para la primera se escogió la cafetería Nolasco de Zaragoza.

Como responsables de la parte de diseño, nos correspondía hablar de **la sesión creativa**, que iba a ser **la primera tarea grupal** a realizar. Ésta ayudaría a **enfocar el proyecto**, generando diferentes ideas de conceptos para el diseño de la coreografía Robot+Danza. De esta forma, tras realizar la sesión, cada uno de los vectores del equipo multidisciplinaria podría avanzar con su parte más específica (coreografía, programación del robot, diseño de la carcasa...), siguiendo **una misma línea de trabajo** y siempre con la fecha del festival en la cabeza.

Para poder llevar a cabo una reunión de este tipo, es **muy importante su preparación previa**, sobre los pasos que se van a seguir, los participantes que van a asistir y sus perfiles, el lugar donde se va a realizar...

La preparación del guión que se iba a seguir durante el taller y las técnicas creativas que se iban a utilizar se realizó **en dos reuniones** entre el equipo de diseño (J. Sierra y M. Franco). De una reunión a otra se fueron cambiando algunos aspectos, para tratar de diseñar un guión más acorde a los objetivos planteados y los perfiles de los asistentes a la sesión. Fue muy importante escoger lugares adecuados para poder trabajar mejor (**Fig. 2**).

Todo esto se realizó a partir del 3 de marzo, y hasta el día de la sesión, dejando una semana libre desde el inicio del proyecto para que cada vector pudiera organizarse por separado (Por ejemplo, la compañía Tarde o Temprano Danza, aún no sabía que bailarinas iban a realizar este proyecto, y cuales iban a hacer el proyecto de Danza y Tecnologías de Captura Corporal, también para el festival Trayectos).

La semana de la sesión, se reservó **el aula en el que se iba a realizar la sesión** y se pensaron **los materiales** que nos iban a hacer falta (**Fig. 3**). **La sesión** tuvo lugar **el día 24 de marzo**, y después se dejó una semana para que las bailarinas hablaran sobre los resultados obtenidos.



Fig. 3. Vista panorámica del aula, con los materiales ya preparados en la mesa de cada grupo durante la sesión creativa.

Al comenzar Abril, ya se había decidido cuál era el concepto que se iba a utilizar tanto para diseñar la coreografía como para diseñar la carcasa del robot. Para poder empezar a crear el baile, era importante saber **como se podía mover el robot** y cuáles eran **sus limitaciones**. Esto **se pudo comprobar durante el primer ensayo** pero de manera aproximada, ya que el robot todavía no estaba programado para funcionar de manera autónoma. A pesar con ello, con la colaboración del equipo y alargaderas se consiguió poner en marcha el robot. Este era manejado por P. Abad a través de un teclado de ordenador, mientras M. Franco controlaba los cables, evitando que las bailarinas se tropezaran, se formaran nudos... Esta **colaboración entre las diferentes partes del equipo** multidisciplinar y el **buen ambiente** se mantuvo **durante todo el proyecto**, lo cual fue clave para conseguir un proyecto exitoso.

En el 2º ensayo, ya se pudo **ver al robot moverse de manera autónoma**. Esto fue **fundamental para** las chicas de Tarde o Temprano Danza, ya que pudieron ver de forma más exacta las velocidades máximas y mínimas que podía alcanzar, el tiempo que tardaba el robot en ir de un extremo a otro del escenario, o el tiempo que tardaba en realizar un giro de un radio determinado. Ese día, se **crearon nuevos pasos** de la coreografía. Al estar cerca de Semana Santa, se aprovechó todo ese tiempo que íbamos a estar sin vernos para que cada vector avanzara con su parte.

De esta forma, las bailarinas dedicaron su tiempo en pensar nuevos pasos para la coreografía y pulir los que ya se habían comentado; la parte de robótica se encargó de programar los movimientos del robot, para poder hacer un ensayo conjunto a la vuelta de vacaciones; mientras que la parte de **diseño** continuó desarrollando diferentes **alternativas para la carcasa** del robot, y modelando el turtlebot 2 y sus componentes electrónicos para tener el **modelo 3D completo**. Con este modelo se podría calcular aproximadamente el peso del robot (una de las restricciones era sobre el peso), y medir la distancia de algún componente con respecto a la base (lo necesitaba la parte de robótica).

El tercer ensayo tendría lugar el **1 de Mayo**. Este día **se pudo ver un fragmento de la coreografía** entre el robot y las bailarinas. Además, se vieron **las primeras ideas** que se habían planteado **sobre la carcasa** del robot, y se comentó la incorporación de nuevos sensores. Durante la semana anterior, las chicas de Tarde o Temprano Danza se habían reunido con unos chicos de electrónica que les ofrecían una serie de sensores para incorporar a la actuación. Tras hablarlo con el resto del equipo, se descartó esta “ayuda”, ya que algunos sensores no les interesaban, y otros los podíamos incorporar nosotros fácilmente, nutriendo el TFG de P. Abad (estudiante de Ingeniería Electrónica y Automática).

La semana siguiente, se contó con el **apoyo de B.Dance**, una compañía de baile **de Taiwán** (**Fig. 4**). Ellos estaban realizando un proyecto internacional, y Trayectos les facilitaba alojamiento en la residencia de Etopia de Zaragoza a cambio de su colaboración en los diferentes proyectos que se estaban desarrollando para el festival. Ellos aportaban **otra perspectiva** desde el punto de vista artístico **que permitió mejorar algunos pasos** del baile. También, debido a su experiencia, sugirieron incorporar algunos sensores o componentes al robot, aunque se descartaron debido a que quedaban fuera de nuestro alcance para este proyecto.

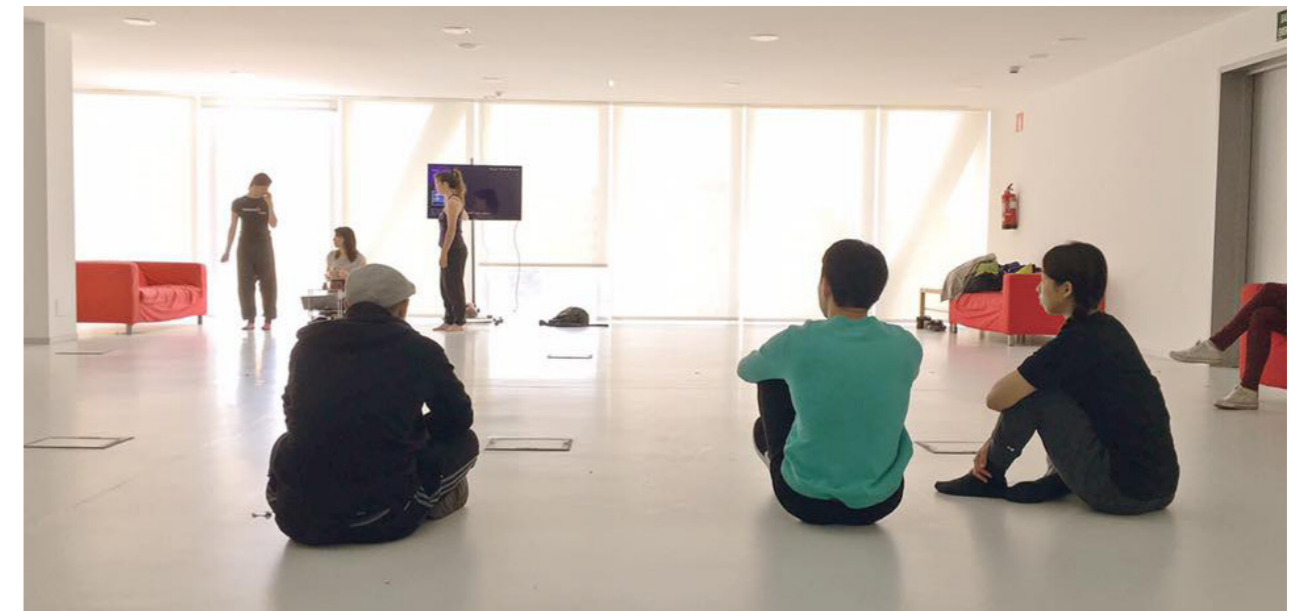


Fig. 4. Miembros de la compañía B.Dance observando uno de los ensayos del proyecto “Danza y robótica – Laboratorio de danza y nuevos medios” durante su semana de colaboración con Trayectos.

Esta semana, aprovechando que las bailarinas realizaban ensayos con los taiwaneses para **pulir sus movimientos** y que pareciesen más robotizados, se utilizó para hacer varias reuniones entre el resto de miembros del equipo.

La primera de esas **reuniones** fue **entre la parte de la robótica y de diseño**. Aquí se tomaron nuevas decisiones y surgieron **nuevas EDP’s**. Lo más llamativo y que influía de manera directa al diseño de la carcasa fue la **nueva posición del láser** y la abertura que necesitaba. Éste se situaría más abajo, para que las barreras que había que colocar fueran lo más bajas posibles, y necesitaba **180º** sin ningún obstáculo para poder hacer la lectura y localizarse en su mapa de coordenadas.

Además, se comentó la **posición de los leds y las funciones** que iba a tener. La idea era diferenciar cuando el robot iba hacia delante, hacia atrás, cuando realizaba un giro, cuando estaba “saludando” al público, cuando se quería simular la respiración... Todo esto se iba a hacer **jugando con los colores** de los leds y **su intensidad**, y simulando barridos o parpadeos.

La siguiente de las **reuniones** fue del vector **de diseño** (J. Sierra y M. Franco). Aquí se puso al día al director del TFG sobre todo lo comentado durante la semana, se le enseñó un vídeo de como iba la coreografía, se habló de las próximas quedadas con el grupo y **se habló sobre las diferentes alternativas de la carcasa**. En éstas ya se había incorporado la nueva posición del láser. **Se seleccionó una** de las propuestas **teniendo en cuenta** una serie de aspectos: facilidad/rapidez de **fabricación**; **peso** de la carcasa; **montaje/desmontaje** de la carcasa para poder acceder a los componentes internos (Batería, aparato dónde está la programación...)...

Esta propuesta se confirmaría al día siguiente con el resto de integrantes del grupo. Se decidió realizar una pequeña modificación en la forma de la cabeza y se le dio el visto bueno para poder empezar a imprimir las piezas. Ese día tuvo lugar una **rueda de prensa**. Esta era una actividad programada en la que se explicó en que consistía el festival y este proyecto a los periodistas y fotógrafos asistentes, y se les hizo **una pequeña muestra de lo que se podría ver el día del festival** (Fig. 5).



Fig. 5. Ensayo de la coreografía ante los periodistas y fotógrafos que acudieron a la rueda de prensa, dónde se podía ver un adelanto de la coreografía. No obstante, aún faltaba incorporar nuevos pasos al baile y colocar la carcasa del robot.

Al final de esa semana, se hizo otra pequeña reunión entre las partes de diseño y robótica para definir todos los elementos que iba a tener el robot y su posición, explicar como iba a ser la carcasa definitiva, cómo se iba a montar, y de que materiales se iba a hacer.

La semana del 22 de mayo, se empezó a **fabricar las primeras piezas**. Éstas fueron los soportes del láser y de la cabeza para poder ir colocándolos en el robot. Mientras, **se terminó de dividir la cabeza en piezas más pequeñas que se ajustaran a la** dimensión de la impresora que había en el taller de Etopia. La **impresora 3D** que se iba a utilizar era la Witbox, de BQ.

A la semana siguiente, al ir a imprimir la primera pieza de la cabeza, nos dimos cuenta que había que hacer una división más. Aunque se habían adaptado las medidas al área de impresión de la impresora, al meter la pieza en el programa CURA no dejaba imprimir porque había que dejar un poco de margen y se había apurado mucho. Además nos dimos cuenta que se iba a necesitar bastante filamento para todas las piezas de la cabeza y no había suficiente. Como tuvimos que **encargar filamento** para la impresora, se aprovechó esos días para: imprimir alguna pieza más pequeña como los soportes de los leds (y así poder realizar pruebas con los leds en su posición final); **redactar**, firmar /sellar y **entregar la propuesta del TFG**; realizar varios **ensayos de la coreografía**; y reunirme con las chicas de Trayectos, para comentarles los avances de los ensayos, y cómo iban a ser las barreras que se tenían que colocar alrededor del escenario.

El 5 de junio, se pudo poner la **primera pieza de la cabeza a imprimir**. Como eran piezas grandes y tardaban mucho tiempo, **se pensó una alternativa de como fabricar la cabeza** por si algo fallara. De esta forma la cabeza pasaría a ser de cartón y se fabricaría mediante una cortadora láser, que generaría las láminas necesarias para poder montarlas posteriormente y obtener la forma de la cabeza (Fig. 6).

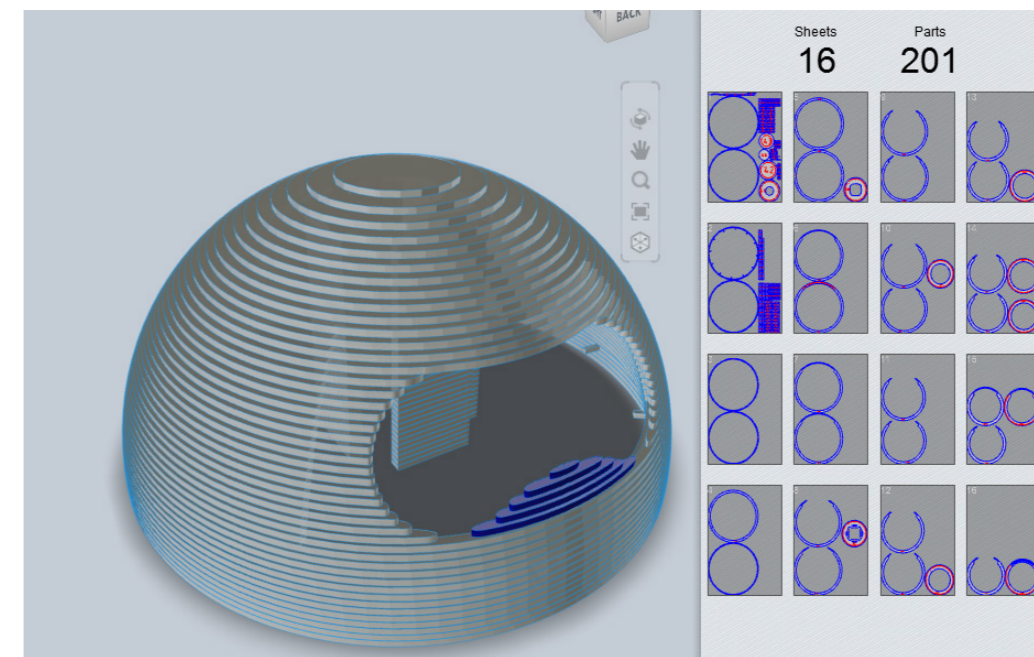


Fig. 6. Visualización de como se fabricaría la alternativa para la fabricación de la cabeza, en caso de que la impresión 3D saliera mal, o se nos echase el tiempo encima.

Como tardaba más de un día en imprimirse la pieza, se aprovechaba los días que estaba la impresora ocupada para **avanzar con las barreras** que se iban a colocar en el perímetro del escenario para generar el mapa de coordenadas, así como para hacer un seguimiento de la pieza, por si fallaba a la vez. Se investigó varias empresas que vendieran porexpan para comparar precios, se fue a comprar varias planchas, y posteriormente se cortaron a la altura del láser (dejando un poco de margen). Se quedó con la parte de robótica para comprobar que el láser detectaba bien las barreras.

Al comienzo de la siguiente semana se generó el **nuevo mapa de coordenadas**, se puso la **cuarta pieza de la cabeza a imprimir** y se aprovechó los “tiempo muertos” para nivelar las barreras, pintarlas, quitar los soportes de la impresión 3D y lijar los nervios de las piezas de la cabeza para que encajen perfectamente. Además se realizó un ensayo donde **se planificaron los días que quedaban para el festival**.

El 15 de junio, se compró el nuevo material para el cuerpo y se realizó el 11º ensayo. Éste ya **con la cabeza puesta** y cubierta de masilla.

Al día siguiente, se organizó un **ensayo con público (Fig. 7.)** para ver como quedaba la actuación con público alrededor y como se comportaba el robot (por el tema del láser, si había interferencias con los pies del público o funcionaba correctamente).



Fig. 7. Momento del ensayo con público, días antes al festival, en el que el robot va a realizar uno de los puentes de la coreografía.

A menos de una semana para el festival, ya solo quedaban los últimos retoques. Las bailarinas apuraban los últimos ensayos para **pulir los pasos** y los tiempos. P. Abad se encargaba de **ajustar los tiempos** y posiciones del robot. Mientras que M. Franco terminaba la carcasa. Esos días se lijó la masilla con la que se había cubierto la cabeza (para unir las piezas) para después pintarla; se cubrió la base con pegatinas azules del color del pantalón que iban a llevar las bailarinas el día del festival; se pusieron los ojos y se unió el cuerpo y la cabeza. Además **se preparó una breve presentación**.

Y por fin... ¡Llegó el gran día!, **el 22 de junio de 2017**. ¡El **festival Trayectos** ya estaba aquí! Aunque no comenzaba hasta las 20:30, quedamos todo el equipo sobre las 16:00 de la tarde. Se aprovecharon las horas previas para: hacer los últimos ensayos; repasar la presentación de la actuación; cargar las baterías del robot; y **realizar dos entrevistas**.

Una de las entrevistas nos la hicieron dos chicas de Madrid, que estudiaban periodismo y estaban realizando su TFG de un tema muy relacionado con este proyecto, a P. Abad y M. Franco.

La segunda, la realizó Isabel Cebrián, colaboradora del Ayuntamiento de Zaragoza, que pertenecía al proyecto e hizo un seguimiento durante los cuatro meses de duración. En esta pregunta nos preguntó sobre la experiencia que había supuesto este proyecto, la forma en la que habíamos trabajado...

Una vez terminadas las entrevistas, se dejó **todo preparado para la actuación**, y se esperó a que nos avisaran miembros de la organización de Trayectos de que ya venían los asistentes al festival. Debido al gran número de personas que acudieron al festival, se realizaron **dos pases**. En ambos P. Abad y M. Franco realizaron la **presentación del baile** y se comentó un poco el proyecto, y se realizó el baile. Por suerte para todos, el **resultado fue un éxito** y el público salió muy contento.

Ya solo quedaba recoger todo y dar por **finalizado el proyecto**. Esto no quiere decir que ya estuviera todo hecho, pues no hay que olvidarse que este proyecto forma parte del TFG de los alumnos P. Abad (estudiante de Ingeniería Electrónica y Automática) y M. Franco (estudiante de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto).

Desde junio hasta septiembre, cuando se realizó el depósito, **se continuó con la documentación del TFG**, pero ya cada uno por su cuenta.

Lo que si se hizo conjuntamente entre la parte de diseño y de robótica fue **redactar un artículo para una conferencia de robótica española**, siendo co-autores todos los miembros que habíamos participado en el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA:

Imágenes del modo de organización:

<https://www.google.es/imghp?hl=es&tab=wi>

Fig. 2:

<https://akizaragoza.com/2016/caf e-nolasco-2/>

ANEXO II. PROCESO CREATIVO INICIAL


*“ROBOT + DANZA. Diseño y fabricación de la carcasa de un robot para un festival de danza”
Trabajo fin de grado 2016-2017
Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto
Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza*

Autor: ●
Miguel Franco ●
Director: ●
Jorge Sierra ●
Ponente: ●
Ignacio López ●



ÍNDICE.

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	3
METODOLOGÍA	5
PRESENTACIÓN TFG	5
INICIO PROYECTO	5
DISEÑO DE LA SESIÓN CREATIVA	6
TÉCNICAS CREATIVAS UTILIZADAS	10
SELECCIÓN DE LOS PARTICIPANTES	11
PREPARACIÓN DEL ESPACIO Y MATERIALES	12
ANÁLISIS PREVIO Y PRESENTACIÓN	13
RESULTADOS	13
CONCLUSIONES	26
BIBLIOGRAFÍA	26



Proceso creativo inicial del proyecto “Danza y robótica – Laboratorio de danza y nuevos medios” con la incorporación de herramientas y técnicas creativas.

M. Franco¹, J. Sierra²

¹EINA. Universidad de Zaragoza, España

²CUD. Zaragoza, España

Resumen. En este trabajo se presenta todo el proceso creativo que se ha seguido en la fase inicial del proyecto “Danza y robótica – Laboratorio de danza y nuevos medios”. Además sirve como parte del Trabajo de Fin de Grado “ROBOT + DANZA. Diseño y fabricación de la carcasa de un robot para un festival de danza”, realizado por el alumno M. Franco¹ y dirigido por J. Sierra². El objetivo del proyecto es integrar un robot autónomo en una actuación de danza contemporánea para el Festival Internacional Trayectos. Dicho baile tendrá lugar el 22 de Junio de 2017 en Etopia, Centro de Arte y Tecnología de Zaragoza.

En esta primera etapa se busca obtener un concepto de esta actuación con el que todo el equipo se sienta identificado y que nos permita a cada uno continuar trabajando en nuestras tareas más específicas. Es decir, una vez tengamos el concepto, las bailarinas de Tarde o Temprano Danza podrán diseñar el baile, necesario para programar los movimientos del robot. Mientras que la parte de diseño podrá empezar a diseñar la carcasa del robot que ayude a transmitir el mensaje que se buscaba y le de unidad a la pieza.

1 Introducción

El Festival Internacional de Danza Contemporánea, Trayectos³, se lleva realizando desde el año 2004 en paisajes urbanos de la ciudad. Su objetivo es acercar la danza contemporánea a los ciudadanos, procurar el crecimiento artístico de bailarines y coreógrafos, y dar respuesta a procesos de integración social, a través de la programación, la formación, la sensibilización, el apoyo a proyectos y el trabajo en red en el ámbito de la danza contemporánea a nivel local, nacional e internacional. En la compañía se busca un desarrollo constante, tratando de incorporar en todo momento las nuevas tecnologías, para fomentar la innovación y la evolución artística, y, de esta forma, aumentar el clima artístico-creativo de la ciudad.

Para el festival de este año (Junio de 2017), siguiendo fieles a sus ideales, han querido incorporar en la coreografía de una de las actuaciones algunos robots. Estos están muy presentes en el tiempo en el que vivimos, incluso se habla de una “4ª Revolución Industrial” o “Tecno-Revolución”.

Esta “4ª Revolución” sería una continuación a los otros tres procesos históricos transformadores: la primera marcó el paso de la economía rural de producción manual a la industrializada y mecanizada, entre 1760 y 1830; la segunda, alrededor de 1850, trajo la electricidad y permitió la manufactura en masa; la tercera no llegaría hasta mediados del siglo XX, con la llegada de la electrónica y la tecnología de la información y las telecomunicaciones. En este caso, estaríamos hablando de la nueva tendencia a la automatización total de la manufactura, con la incorporación de Robots⁴.

³<http://www.danzatrayectos.com/quienes-somos/>

⁴<http://www.bbc.com/mundo/noticias-37631834/>

Esta tendencia va a poner en peligro gran cantidad de empleos, siendo los robots los que reemplacen a los humanos como “trabajadores”. De todos los empleos, aquellos que tienen que ver con la creatividad se salvarán, mientras que los que realicen tareas muy repetitivas o rutinarias se verán afectados, pues las máquinas lo hacen mejor que nosotros, y más rápido⁵.

Para el festival, el robot que se va a utilizar es el “TurtleBot 2” (hay posibilidad de que se utilicen dos, ambos del mismo tipo). Éste es un kit de robot personal de bajo coste con el software de código abierto. Turtlebot fue creado en Willow Garaje por Melonee Wise y Tully Foote en noviembre de 2010. Y gracias a él, se puede construir un robot que puede conducir alrededor de su casa, ver en 3D, y tiene suficiente potencia para crear aplicaciones interesantes⁶.

Todas estas características nos permiten incorporarlo en una coreografía. Para ello, será necesario programarlo previamente. Además se le va a incorporar una carcasa externa que lo integre en el baile, pues cuando lo montas es pura estructura y no parece un producto acabado. Todo esto es posible debido a la colaboración de Tarde o temprano danza (compañía de baile que realizará la coreografía junto con los robots el día del festival); miembros de un equipo de robótica, que incorporan a una estudiante de Ingeniería Electrónica y Automática que realizará su TFG con este proyecto; miembros de diseño, donde otro estudiante realizará su TFG, en este caso de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto; y asistentes del proyecto o colaboradores con el Ayuntamiento.

Para obtener un proyecto exitoso, es necesario que todas estas partes tan variadas (bailarinas, robóticos, diseñadores...), en determinado momento, puedan trabajar en conjunto para alcanzar las metas planteadas. En este sentido, se describe la metodología utilizada en la realización del proyecto con la incorporación de herramientas/técnicas creativas.



Fig. 1. Este proyecto presenta los resultados de la colaboración de los miembros de un equipo multidisciplinar para el Festival Internacional Trayectos que tendrá lugar en Etopia, Centro de Arte y Tecnología de Zaragoza, en el que se incorpora un robot a la actuación.

⁵http://www.atresplayer.com/television/programas/el-objetivo/temporada-5/capitulo-24-futuro-empleo_2017031100229.html/

⁶<http://www.turtlebot.com/about/>

2 Metodología: Trabajo creativo para idear conceptos para la coreografía de Danza+Robots

Este proyecto consta de un proceso creativo que incluye una sesión creativa multidisciplinaria, una etapa de diseño de producto, otra de fabricación de producto y una última de exhibición y puesta en escena. Además, este proceso se complementa con algunas actividades puntuales (como la rueda de prensa) o colaboraciones externas (la compañía B.Dance, de Taiwán, realizarán un apoyo coreográfico a mitad del proyecto).

2.1 Presentación TFG

El 15 de febrero de 2017, tuvo lugar la primera reunión entre los dos estudiantes que iban a realizar su TFG con este proyecto, y sus respectivos directores. Aquí se explicó un poco en qué consistía el proyecto y que se iba a incluir en el TFG. En mi caso, como estudiante de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, se habló que además del diseño y fabricación de la carcasa del robot, se debía explicar todo el proceso creativo que se ha seguido durante el proyecto.

2.2 Inicio Proyecto

La siguiente fecha importante fue el 22 de febrero de 2017, cuando se realizó la primera reunión con todos los miembros que iban a participar en este proyecto (Fig. 2). Si el 15 se dio por comenzado el TFG, este día fue el inicio del proyecto para el festival Trayectos. Aquí se hicieron las presentaciones de todos los miembros del equipo (compañía de Tarde o Temprano Danza, estudiantes de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza, y los departamentos de robótica y diseño industrial, personas que servirían de enlace entre la parte técnica y artística, colaboradores del Festival y Ayuntamiento...), se explicó que tareas correspondían a cada una de las partes, y se nombró a unos chicos de Taiwán que colaborarían con el desarrollo de la coreografía en un momento puntual. Otro de los temas que se trataron fue la planificación que se iba a seguir. Ésta iba a ser flexible y se iría hablando semana a semana, pero siempre con la mente puesta en la fecha final, el 22 de Junio de 2017, día que se expondría todo el trabajo realizado durante los 4 meses de duración del proyecto a los ciudadanos asistentes al Festival Trayectos.



Fig. 2. Presentación entre los miembros de distintas disciplinas que van a formar parte del equipo multidisciplinar que va a llevar a cabo el desarrollo del proyecto “Danza y robótica – Laboratorio de danza y nuevos medios”.

Como responsables de la parte de diseño, nos correspondía hablar de la sesión creativa, que iba a ser la primera tarea grupal a realizar. Ésta ayudaría a enfocar el proyecto, generando diferentes ideas de conceptos para el diseño de la coreografía Robot+Danza. De esta forma, tras realizar la sesión, cada uno de los vectores del equipo multidisciplinar podría avanzar con su parte más específica (coreografía, programación del robot, diseño de la carcasa...), siguiendo una misma línea de trabajo y siempre con la fecha del festival en la cabeza.

Para poder llevar a cabo una reunión de este tipo, es muy importante su preparación previa, sobre los pasos que se van a seguir, los participantes que van a asistir y sus perfiles, el lugar donde se va a realizar...

2.3 Diseño de la sesión creativa

La sesión está estructurada y definida por un equipo de especialistas de diseño, formado por el alumno M.Franco y su director de trabajo J. Sierra. El taller creativo está diseñado con el fin de alcanzar los objetivos antes mencionados, generando ideas que conducen a la definición de conceptos que serán evaluados desde diferentes puntos de vista, como su aplicabilidad a la danza contemporánea o viabilidad electrónica.

El taller se estructura en una única sesión, que servirá tanto para generar ideas como para evaluar conceptos. En su desarrollo participarán profesionales de distintas especialidades. Esto se tuvo en cuenta a la hora de formar varios grupos, para que quedaran equilibrados y siguieran siendo multidisciplinarios.

El éxito de un taller de este tipo depende de la dedicación a la preparación para él y de la anticipación de los posibles eventos que puedan suceder durante la sesión. Para este taller, se realizaron dos reuniones presenciales de la parte de diseño. De una reunión a otra, se introdujeron pequeñas variaciones en el guión de la sesión, siempre pensando en el bien común y obtener mejores resultados.

La primera reunión tuvo lugar el viernes 3 de Marzo de 2017 (Fig. 3). Lo primero que se pensó, se mantendría hasta el día de la sesión. Se trata de una breve presentación de cada una de las partes del equipo. De esta forma, cada uno de los asistentes tendría información básica de los temas que caracterizan a este proyecto (Danza contemporánea, festival Trayectos, robótica y diseño) y que sería útil durante el desarrollo de la sesión.



Fig. 3. Para preparar correctamente la sesión creativa, es muy importante escoger un sitio adecuado para las reuniones. Para la primera se escogió la cafetería Nolasco⁷ de Zaragoza.

⁷<https://akizaragoza.com/2016/caf%C3%A9-nolasco-2/>

Las chicas de Trayectos explicarían su visión y objetivos del festival. Así podríamos ser fieles a sus ideales a la hora de generar las ideas para el diseño de la coreografía. En este sentido, también sería importante conocer lo que significa la danza para la compañía Tarde o Temprano Danza, ver algunas de la coreografías que ya habían realizado y cuál es el proceso que siguen para diseñar sus bailes.

Una vez explicada la parte más artística, tocaba hablar del otro protagonista de la actuación. El robot que se iba a utilizar era el Turtlebot 2. Éste puede llevar una serie de sensores que se podrían utilizar durante el baile. Algunos son viables, otros están fuera de nuestro alcance, y otros son inciertos, es decir, no se puede asegurar que vayan a funcionar correctamente porque todavía no estaban implementados. Éste es un detalle a tener en cuenta, ya que interesa que el robot realice la coreografía correctamente, por lo que hay que tratar de evitar dejar las cosas al azar. Además de las interacciones y sensores, se comentarían las acciones que podría realizar.

Para hacer un número más completo, el robot se iba a cubrir con una carcasa. En relación a esto, se explicarían los diferentes tipos de robots que existen, aspectos formales que caracterizan a este tipo de productos, los colores que suelen tener y que se puede transmitir con ellos. Por último se nombrarían una serie de “ideas locas” que se podrían aplicar al robot. Al ser la primera vez que la mayoría de los asistentes participaban en una sesión de este tipo, era útil tratar de abrir sus mentes y que no se conformen con lo básico a la hora de generar ideas, es decir, que vayan un paso más allá.

Para ayudar a conseguir esto, lo siguiente que se pensó fue proyectar unas imágenes que fueran de más concretas a más abstractas y de negativo a positivo. Mientras tanto, los participantes harían una lluvia de ideas de posibles conceptos para la actuación. Después, cuando la creatividad “decae”, se pensó en expresar algunas de esas ideas mediante el movimiento, con ayuda de la compañía Tarde o Temprano Danza.

En la segunda parte de la sesión, se propuso un pequeño debate a través de preguntas, donde se seleccionarían algunas de las ideas mencionadas anteriormente. Éstas se concretarían para obtener conceptos con los que todos nos sintiésemos identificados, los cuales se reflejarían en unas fichas, que nos ayudarían a hacer la selección final.

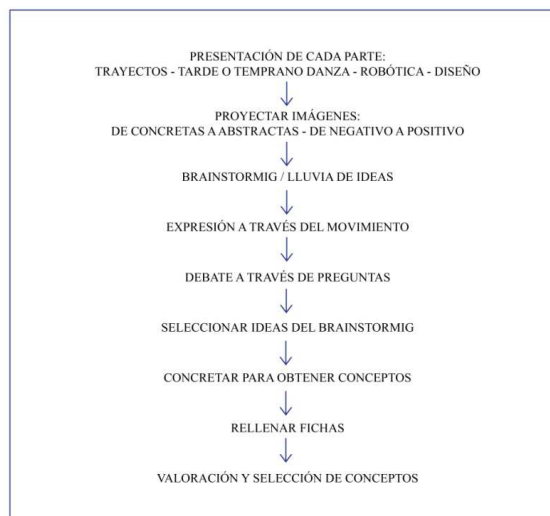


Fig. 4. Esquema del guión de la sesión creativa planteado en la primera reunión.

Todo lo nombrado anteriormente se concretó en la primera reunión (Fig. 4.). Sin embargo, tras analizarlo más fríamente en casa, se decidió hacer unas modificaciones. La razón fue que se pensaba que nos habíamos desviado del objetivo de la sesión, teniendo en cuenta los perfiles de los asistentes al taller creativo. Es por ello que se trató de diseñar un guión más acorde y más eficaz. Esta segunda sesión tuvo lugar el jueves 16 de Marzo de 2017.

La primera parte (presentación de cada parte) se mantendría sin ninguna modificación, así como otras partes más puntuales del resto de la sesión.

Lo que sí se cambió fue la proyección de imágenes. En este caso, se iba a sustituir por un braingstorming, respondiendo a las siguientes tres preguntas:

- ¿Qué palabra podría definir para ti la danza?
- ¿Qué palabra podría definir para ti la robótica?
- ¿Qué adjetivo te gustaría que el público dijese al terminar la coreografía?

Con las respuestas obtenidas, iremos apuntando algunas palabras en papeles de colores, diferenciando su procedencia (pregunta 1, 2 ó 3). Estos tres grupos se complementarían con una cuarta papeleta con una palabra abstracta. Todo esto se utilizará con la técnica de relaciones forzadas.

Para ello, se dividirá al grupo en dos (equilibrados según el perfil de cada uno) y se pensarán tres conceptos. Estos surgirán de la combinación de las cuatro papeletas mencionadas anteriormente. a cada concepto le corresponde un grupo de cuatro palabras, donde la palabra abstracta será común para los dos equipos, y el resto serán diferentes.

Todo esto se verá reflejado en una tabla con diferentes campos (color-forma; música-sonidos; arte del movimiento; y movimiento robótico), que nos permitirá desarrollar esas ideas generales de la coreografía y el papel que los robots tienen en ella.

A continuación, los dos grupos deberán combinar sus dos conceptos que tengan en común la palabra abstracta. Se volverá a dividir a los asistentes, en este caso en tres grupos y mezclando miembros de los dos equipos formados anteriormente. Se desarrollarán un poco más los conceptos, y por último, nos juntaremos todos y haremos un debate final. En dicho debate se evaluarán las ideas para el baile y se escogerán las más interesantes.



Fig. 5. Esquema del guión del taller creativo tras la segunda reunión

Esto es lo que se decidió en la segunda reunión (Fig. 5), y sería prácticamente el guión que se iba a seguir durante la sesión creativa. Solo se cambiaron dos pequeños detalles.

El primero era obtener la palabra abstracta (la 4ª papeleta), que se iba a utilizar en las relaciones forzadas, de la presentación inicial de las chicas de Trayectos. De esta forma, los conceptos serán fieles a los ideales del festival.

El otro cambio fue la forma en la que se iban a valorar los conceptos. Esto será mediante la técnica PNI y teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Creatividad
- Factibilidad artística
- Factibilidad técnica

No obstante, este guión iba a ser flexible (Fig. 6.). Esto fue fundamental para obtener una sesión exitosa.

Objetivo: Idear conceptos para el diseño de la coreografía DANZA+ROBOTS

BRAINSTROMING

Respondiendo a las preguntas:

1. ¿Qué palabra podría definir para tí la danza?
2. ¿Qué palabra podría definir para tí la robótica?
3. ¿Qué adjetivo te gustaría que el público dijese al terminar la coreografía?

APUNTA CADA PALABRA EN PAPELES DE DISTINTOS COLORES SEGÚN PREGUNTA 1, 2 Y 3.

HACER 6 GRUPOS DE 4 PAPELETAS: UNA DE CADA PREGUNTA (3) MÁS UNA PAPELETA BLANCA (DE 3).

REPARTIR 3 GRUPOS DE PAPELETAS A CADA GRUPO

	Grupo A	Grupo B
Diseño	Jorge	Miguel
Robótica	Paula	Ana C.
Danza	Raquel	Laura
Festival	Nati	Isabel
Gestión	Isabel Cebrián	Rosa
BIFI	Fran	Edu

RELLENAR LA SIGUIENTE TABLA PARA CADA GRUPO DE PAPELETAS

PALABRAS	IDEA	COLOR, FORMA	MÚSICA, SONIDOS	ARTE DEL MOVIMIENTO	MOVIMIENTO ROBÓTICO
Concepto 1					
Concepto 2					
Concepto 3					

DIVIDIMOS EL GRUPO EN 3 Y COMBINAMOS CADA CONCEPTO 1, 2 Y 3 DE AMBOS GRUPOS

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Diseño	Jorge	Miguel	Isabel
Danza	Laura	Nati	Raquel
Robótica	Ana C	Paula	Rosa
Gestión	Isabel Cebrián	Fran	Edu

PONEMOS EN COMÚN LOS 3 CONCEPTOS Y EVALUAMOS SEGÚN PNI

CONCEPTO	CREATIVIDAD	FACTIBILIDAD ARTÍSTICA	FACTIBILIDAD TÉCNICA
Concepto 1			
Concepto 2			
Concepto 3			

Fig. 6. Guión final que se utilizó el día de la sesión.

2.4 Técnicas creativas utilizadas

Como ya se ha mencionado anteriormente, durante el transcurso de la sesión, se van a utilizar varias técnicas creativas como estimulación a la hora de generar ideas y que dinamizarán el trabajo en equipo.

Brainstorming⁸: También conocido como lluvia de ideas, en la que los participantes van nombrando todas las ideas que se les venga a la cabeza de acuerdo al problema planteado durante un tiempo determinado. Para obtener un resultado exitoso, es muy importante dejar claro una serie de normas a cumplir:

- Cualquier idea es válida, por absurda que pueda parecer.
- Está prohibida la crítica.
- Tantas ideas como sean posible.
- Es aconsejable relacionar varias ideas

Para evitar que la sesión se alargase más de la cuenta, se suprimió la fase de calentamiento de la técnica.

Uno de los miembros del equipo se encargaba de dinamizar y dirigir la sesión, mientras el otro registraba todo lo que se iba diciendo.

Relaciones forzadas⁸: Se basa en combinar lo conocido con lo desconocido para obtener nuevas soluciones, llegando a alcanzar situaciones insólitas, incluso absurdas algunas veces. Esta técnica fue complementaria al Brainstorming y tenía sus mismas normas, mencionadas anteriormente.

Una vez respondidas las tres preguntas planteadas al principio de la sesión, se apuntaron las palabras diferenciando su procedencia para posteriormente mezclarlas. Se utilizarán tres montones de cuatro palabras para cada uno de los grupos. De esas cuatro palabras, una será común para ambos equipos, mientras que el resto serán diferentes. Y de cada montón de cuatro palabras se deberá obtener un concepto, el cual se reflejará en una tabla.

Para esta parte de la sesión, cada uno de los miembros del equipo de diseño dirigía uno de los grupos de trabajo.

Por último, se pusieron los conceptos generales en común y se realizó un pequeño debate. En éste se hizo una pequeña valoración de los conceptos, seleccionando los más interesantes. Para ello se utilizó la técnica creativa PNI.

PNI⁸: Dicha técnica consiste en analizar las diferentes ideas (se recomiendan no más de 6) según una serie de aspectos:

- Positivos: Por qué creemos que es una idea exitosa y cuáles son sus potenciales.
- Negativos: Qué puede fallar en esta idea, cuáles son sus debilidades y por qué tenemos que tener cuidado.
- Interesantes: Qué no está en ninguno de los dos grupos anteriores, o tiene un poco de cada uno, y que le proporciona un valor añadido a la idea (que genera interés).

⁸<https://www.neuronilla.com/desarrolla-creatividad/tecnicas-creatividad/>

2.5 Selección de los participantes

La sesión creativa, como ya se ha comentado antes, es multidisciplinar. En ella participan profesionales de diferentes especialidades que otorgan un mayor conocimiento general al grupo. Esto supone más herramientas con las que defenderse ante los desafíos que surjan en el taller trabajando de manera grupal a sí se trabaja de manera individual.

Los perfiles que nos vamos a encontrar en la sesión principalmente están relacionados con:

- El diseño
- La danza
- La robótica
- La gestión

Hay miembros del equipo que pueden pertenecer a varios perfiles. Esto supone una mayor flexibilidad a la hora de crear los grupos de la sesión, permitiendo que queden equilibrados con mayor facilidad.

Según las personas que iban a asistir a la sesión creativa y sus perfiles, se crearon los siguientes grupos para determinados momentos de la sesión:

- Cuando se divide al grupo en dos equipos:

	GRUPO A	GRUPO B
Diseño	Jorge	Miguel
Robótica	Paula	Ana C.
Danza	Raquel	Laura
F. Trayectos	Nati	Isabel
Gestión	Isabel Cebrián	Rosa
BIFI	Fran	Edu

- Cuando se divide a los asistentes en tres equipos:

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
Diseño	Jorge	Miguel	Isabel
Robótica	Ana C.	Paula	Rosa
Danza	Laura	Nati	Raquel
Gestión	Isabel Cebrián	Fran	Edu

Fue muy importante esa variedad de perfiles de algunos miembros del equipo, pues o bien sea por sus estudios o por algún trabajo, estaban relacionados con varios de los perfiles nombrados anteriormente.

Además, como se puede observar en las anteriores tablas, los grupos son equilibrados, es decir, no hay un grupo creativo, otro de expertos, y otro artístico. La finalidad era mezclar diferentes puntos de vista, diferentes perspectivas para lograr una solución entre todos más completa.

2.7 Preparación del espacio donde se va a realizar la sesión creativa y materiales que se utilizarán

Una vez se conocían a los asistentes, era más fácil seleccionar el lugar donde se iba a realizar la sesión. Este debía estar en Etopia, ya que era el centro donde se estaba desarrollando el proyecto. Como tiene muchas instalaciones y apenas llevábamos un mes, se preguntó a las chicas de Trayectos y personal del centro para ver que sala podíamos usar.

Tras observar varias aulas, se seleccionó la más adecuada y se procedió a su reserva (Fig. 7). A la hora de elegirla, se tuvieron en cuenta una serie de aspectos:

- **Sus dimensiones:** Tenía que haber bastante espacio para poder dividirnos en grupos en algún momento determinado o realizar las presentaciones, pero que no fuera demasiado grande, ya que al fin y al cabo, íbamos a estar menos de 15 personas.
- **Mesas grandes:** Para poder trabajar en grupo, se necesitaban mesas amplias, en las que todos los miembros del equipo nos viésemos las caras, y que se pudiera adoptar la postura más cómoda para cada uno (sentado, de pie...).
- **Sillas:** Por lo menos una para cada asistente de la sesión, y si había alguna más (para no tener que estar moviéndolas) mejor. Además se descartó un aula que tenía sillas con mesita, ya que no eran apropiadas para trabajar en grupo.
- **Posibilidad de utilizar proyector:** Para realizar las presentaciones iniciales se iba a utilizar un proyector, por lo que se necesitaba una pared blanca y lisa o una pantalla de proyección.
- **Paredes en las que poder colgar cosas:** Para las técnicas creativas se iban a utilizar tablas, pósit... que se colocarían en la pared para trabajar mejor.



Fig.7. Vista panorámica del aula, con los materiales ya preparados en las mesas de cada grupo, durante el brainstorming de la sesión creativa.

Se aprovechó ese mismo día para pensar los materiales que íbamos a necesitar el día de la sesión. Al ver que en el despacho de Trayectos tenían rotuladores, pósit, rollo de papel grande, pegatinas, solo faltaban las papeletas de colores y el guión que se iba a utilizar en el taller y tendríamos que llevar el día de la sesión.

2.7 Análisis previo y preparación de la presentación

Desde que se dio por comenzado el TFG, el 15 de febrero, se hizo un pequeño estudio de mercado sobre los temas a tratar y que eran menos conocidos por la parte de diseño. Aquí se investigó un poco sobre los otros vectores del proyecto, danza y robótica. (ANEXO III. ANÁLISIS PREVIO). Esto sirvió para contextualizar en lo que se iba a estar trabajando durante los próximos meses y no ir muy perdidos de cara a la primera reunión conjunta.

Además se investigó los diferentes tipos de robot que existen; experiencias similares donde este tipo de máquinas se incorporan a algún tipo de baile; aspectos formales de este tipo de productos; y por último, de que colores suelen ser y que se quiere transmitir con ellos. De esta información, por un lado se sacaron una serie de especificaciones de diseño que tendría que cumplir nuestra carcasa y, por otro lado, se preparó una breve presentación a modo de resumen para explicarles al resto del equipo multidisciplinar el día de la sesión. En esta presentación se añadió algunas “ideas locas” que se podrían aplicar a la carcasa que se iba a fabricar, para que vean que a la hora de generar ideas hay que intentar ir un paso más allá.

2.8 Resultados (Brainstorming, palabras y tablas de las relaciones forzadas, y el debate final)

En la primera parte de la sesión se llevó a cabo las explicaciones de cada una de las partes y el brainstorming. Para ello se utilizó un proyector para ayudarnos con imágenes durante la presentación y mostrar las preguntas a responder en la lluvia de ideas.

El orden de las presentaciones fue el siguiente:

- **Trayectos:** Se comentaba el sentido del festival, y cuál era su filosofía, a modo de introducción de la sesión.
- **Tarde o Temprano Danza:** Las bailarinas explicaron su forma de entender la danza, como eso les influye a la hora de bailar, y cuál es su manera de trabajar y diseñar sus coreografías
- **Equipo de diseño:** Se utilizó esta explicación como nexos entre la parte más artística del proyecto y la parte técnica.
- **Equipo de robótica:** Como continuación a la presentación de la parte de diseño, se profundizó en el robot que se iba a utilizar en el baile, y los sensores que se podrían utilizar (Fig. 8.), diferenciando si eran factibles o inciertos (no se podía asegurar que fueran a funcionar porque todavía no estaban implementados).



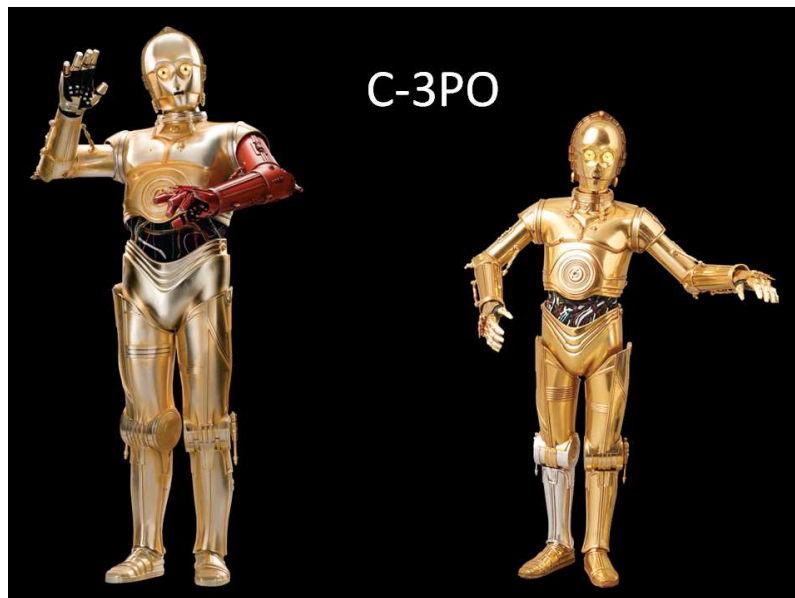
Fig. 8.⁹ Sensor que tiene una función similar a la de un botón, con la diferencia que se activa o desactiva por proximidad, no hace falta pulsarlo.



A continuación se muestra la presentación de la parte de diseño y las explicaciones que se le dieron al resto de integrantes del equipo:



Diapositiva 1. (Portada)



Diapositiva 2. “Si nos fijamos en los robots que se han utilizado en algunas coreografías, o se han programado para algún tipo de baile, nos encontramos con humanoides. Estos son robots diseñados para asimilar el cuerpo y los movimientos de un ser humano (con un torso, una cabeza, dos brazos...). Este sería el caso de ‘C3PO’¹⁰⁻¹¹ de Star Wars.”



Diapositiva 3. “No obstante, existen otras posibilidades. Por seguir con el ejemplo de Star Wars, vemos que los robots que han utilizado han ido evolucionando y escapándose de esa similitud con el ser humano, como es el caso de ‘R2 D2’¹² ó ‘BB-8’¹³.”



Diapositiva 4. “También hay otros robots que tratan de imitar el movimiento y la forma de algunos animales, como sería el caso de ‘BatBot’¹⁴ o ‘Festo trompa de elefante’¹⁵, que simulan a un murciélago y a la trompa de un elefante respectivamente.”

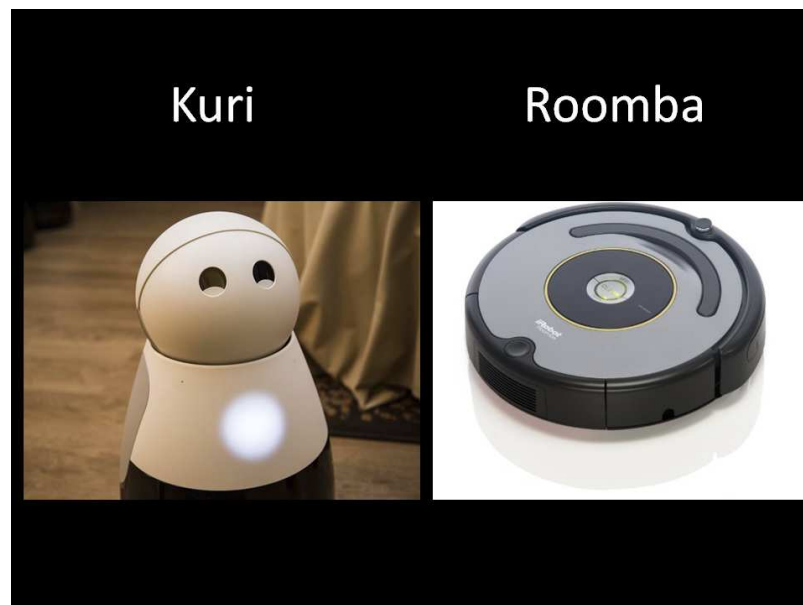


Diapositiva 5. “Otra opción podría ser que no fuera la “estrella” del espectáculo, sino más bien como un componente de ayuda, que nos ayude a realizar algunos movimientos/tareas en concreto. Esto se asemeja a los robots colaborativos¹⁶ que podemos encontrar en procesos mecanizados de fabricación de alguna empresa. O también podría formar parte de un decorado/objeto móvil.”



Diapositiva 6. “En cuanto a su forma, por un lado, estarían los robots cuya única importancia es lo funcional, y su forma se basaría en la combinación de los diferentes componentes. Este tipo de robots los veríamos como desnudos. Este podría ser el caso del TurtleBot 2¹⁷, el robot que vamos a utilizar. Como podemos observar, estaría formado por la suma de sus componentes.

No obstante este no será nuestro caso, ya que estamos buscando un robot como un producto acabado. Aquí ya solo importa su funcionamiento sino también su estética, con la incorporación de carcasas u otros elementos.”



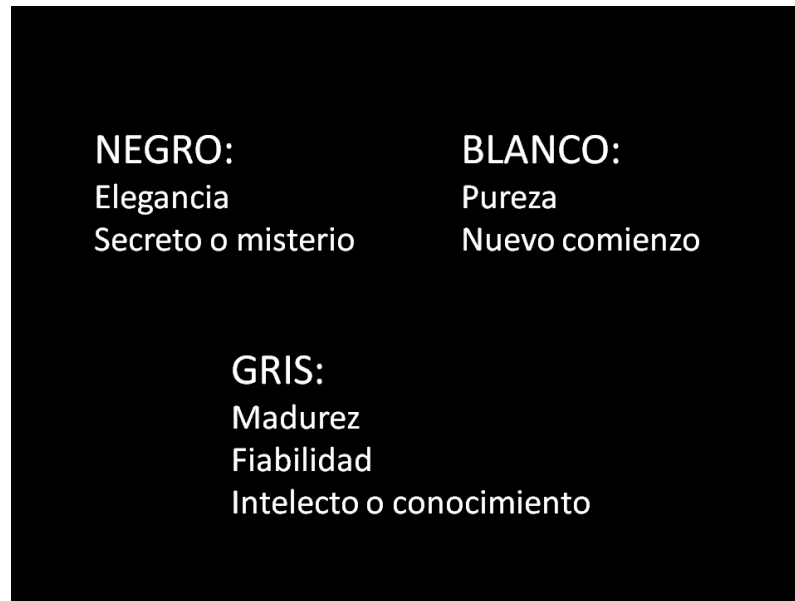
Diapositiva 7. “Si analizamos algunos robots del mercado, podría decirse que parten de formas simples (Esferas, cilindros, polígonos regulares...), pero que se han ido complicando con pequeñas modificaciones o combinación de varias de ellas. Como se puede ver en la imagen, la cabeza de ‘Kuri’¹⁸ consta de una esfera que está en el interior de otra a la que se han hecho unos “cortes” para simular los ojos, mientras que el cuerpo estaría formado por troncos de cono huecos. En el caso del ‘Roomba’¹⁹ pasaría lo mismo. De forma general, podríamos decir q tiene una forma cilíndrica. Sin embargo, si nos fijamos con detalle, vemos como juega con diferentes redondeos o relieves, generando brillos.”



Diapositiva 8. “Me recuerda mucho a los productos BOSCH²⁰, por poner un ejemplo que nos pueda resultar más cercano a todos, donde se cuidan mucho los pequeños detalles. Como podemos ver en estos productos, juegan mucho con redondeos variables que aportan complejidad estética, de manera que, aunque se perciben las geometrías básicas del producto están unidas con transiciones que aportan ese toque de sofisticación.”



Diapositiva 9.1^{18,21-22} “Respecto al color, se utilizan sobre todo el blanco el gris y el negro.”



Diapositiva 10. “Cada uno de estos colores les da unos valores estéticos al robot, como pueden ser: la elegancia, el secreto y el misterio (en el caso del negro); la madurez, la fiabilidad y el intelecto o conocimiento (en el caso del gris); o la pureza, y un nuevo comienzo (en el caso del blanco).”



Diapositiva 11.²³ “Además podemos apreciar detalles en otros colores más llamativos como en rojo o azul.”



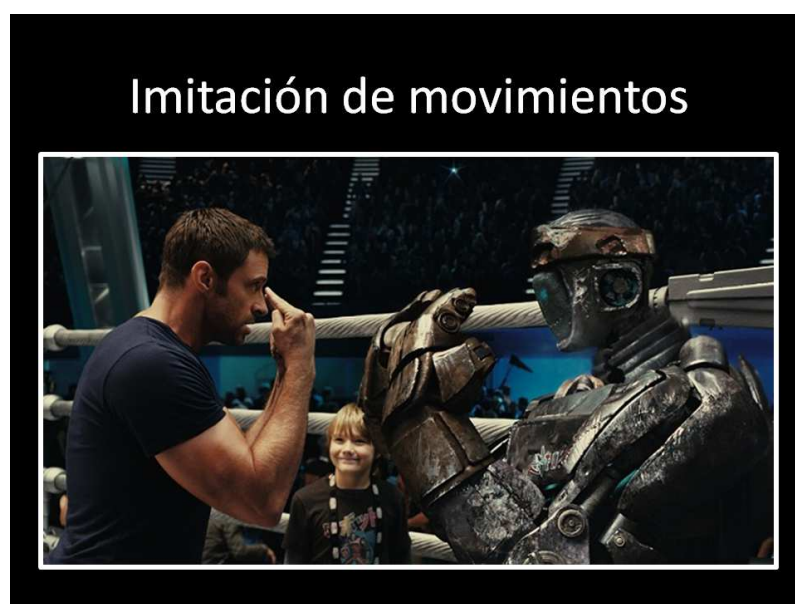
Diapositiva 12.²⁴⁻²⁵ “Ya por último, os vamos a mostrar una serie de ideas locas que se podrían aplicar al robot: -Partes extensibles o carcasas que se esconden.”



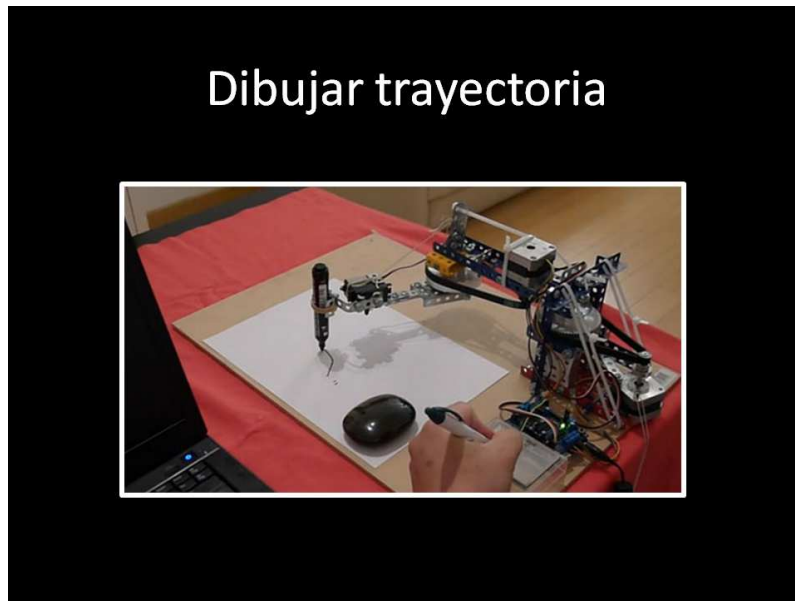
Diapositiva 13.²⁶ “-Que pueda cambiar de forma en un momento determinado de la coreografía.”



Diapositiva 14.²⁷ “-Partes intercambiables de un robot a otro (activando funciones secundarias).”



Diapositiva 15. “-Imitación de movimientos (se activa/desactiva con piezas intercambiables a modo de interruptor, al estar de espaldas y no tener contacto visual (tipo la película de “Acero puro”²⁸)...).”



Diapositiva 16.²⁹ “-Que vaya pintando su trayectoria, combinando varias artes, como la danza y la pintura.”



Diapositiva 17.³⁰⁻³¹ “Accesorios en las bailarinas que las relacionen con los robots (relación estética carcasa del robot-accesorio).”

Como se ha podido observar en las anteriores diapositivas, se trató de explicar todo de forma clara, acudiendo a ejemplos más cercanos y conocidos, como la serie de Star Wars o productos BOSCH. Además se procuró no invertir mucho tiempo en cada diapositiva, para que fuese todo más “dinámico”.

Una vez presentado todo esto, fue más fácil para el equipo de robótica explicar sus conocimientos sobre el Turtlebot 2 y los sensores que podía llevar.

A continuación se realizó la primera de las técnicas creativas que se iban a utilizar en la sesión, el ‘Braingstormig’ o ‘Lluvia de ideas’.

Para esta parte, se plantearon unas preguntas que había que contestar durante un tiempo determinado con todas las palabras que se nos fueran ocurriendo. Las preguntas fueron las tres siguientes:

- ¿Qué palabra podría definir para ti la danza? (Fig. 9.)
- ¿Qué palabra podría definir para ti la robótica?
- ¿Qué adjetivo te gustaría que el público dijese al terminar la coreografía?

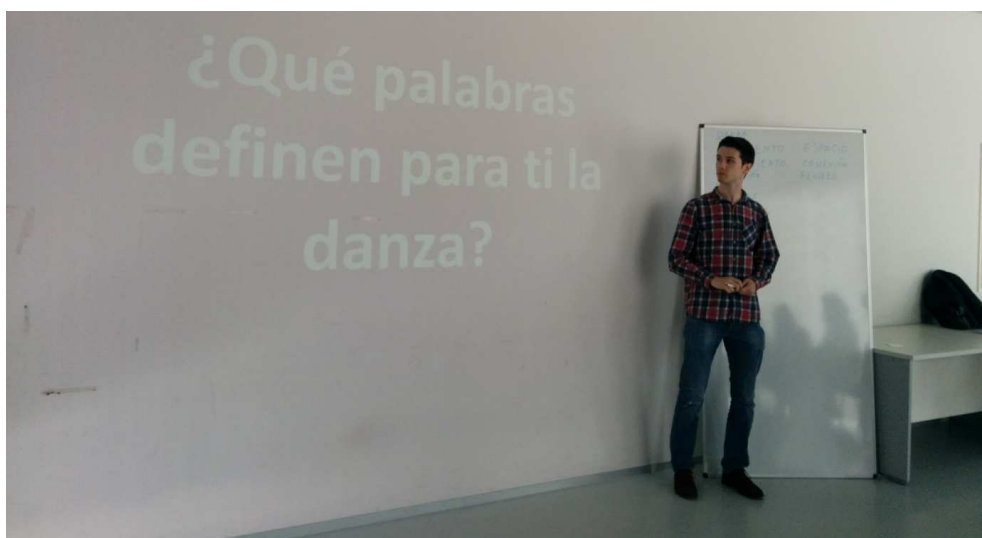


Fig. 9. Momento de la sesión creativa en el que se planteaba una pregunta a los asistentes y estos debían responder mediante la técnica de ‘Brainstorming’ o ‘Lluvia de ideas’. Para esta parte del taller, J. Sierra fue el coordinador, controlando los tiempos que se les daba para cada pregunta, y M. Franco fue el secretario (ver imagen), apuntando en la pizarra todas las palabras que aportaba el grupo.

Las palabras que se obtuvieron para cada pregunta fueron las siguientes:

- **Danza:** Movimiento; espacio; sentimiento; conexión; expresión; fluidez; música; tiempo real; intangible; limpieza; diálogo; presente; comunicación; desequilibrio; organicidad; diversión; conciencia; placer; estética; visualización; y libertad.
- **Robótica:** Mecánico; estructurado; matemáticas; equilibrio; artificial; asistente; torpe; obediente; preciso; secuencia; órdenes; futuro; líneas; prótesis; metal; sensores; cerebro; programable; autonomía; memoria; deshumanizado; e industria.

- **Valoración coreografía:** Original; emocionado; guau; trío-cuarteto; sorpresa; integrado; brillante; recordado; caos; creativo; inteligente; valiente; diferente; arriesgado; emotivo; delicado; inesperado; sutil; coherente; humano; e inspirador.

Algunas de estas palabras se utilizarían para la técnica de relaciones forzadas, al igual que las palabras que se apuntaron durante la presentación de las chicas de Trayectos.

	PALABRAS	IDEA	COLOR/ FORMA	SONIDO	ARTE MOVIMIENTO	MOVIMIENTO ROBÓTICO
CONCEPTO 1	Movimiento, caos, estructurado, trayecto	Metrónomo	Caleidoscopio modular	Rítmico Acompasamiento Orquesta	Patrones Convergentes	Mantiene el tempo del movimiento
CONCEPTO 2	Conexión, emotivo, matemáticas, mezcla	Curvas	Orgánico→ Arenas/tierras	Música clásica, Armonías, Bach	Espirales→ Deshacer el camino	Gráfico Fibonacci, Marcar el camino con arena
CONCEPTO 3	Diálogo, memoria, dedicado, convivencia	Humor del contratiempo	Antropomorfo→ Identificable	Pantallazos	Domesticar	Aprender equivocándose

Tabla 1. Resultados de la técnica de relaciones forzadas del grupo dirigido por J. Sierra. En la primera columna se puede observar las papeletas que se utilizaron para la técnica, a partir de las cuales se completó el resto de la tabla. Cada fila corresponde a un concepto diferente.

	PALABRAS	IDEA	COLOR/ FORMA	SONIDO	ARTE MOVIMIENTO	MOVIMIENTO ROBÓTICO
CONCEPTO 1	Integración, desequilibrio, preciso, trayecto	Danza-Gesto	Formas perfectas, Colores metalizados	Música electrónica	Bailarinas robotizadas	Secuencia, repetición
CONCEPTO 2	Intangible, inteligente, mecánico, mezcla	Disputa, Influencia robótica	Transformación del color	Silencio, Ruidos	Coordinación	
CONCEPTO 3	Comunicación, coherente, obediente, convivencia	Diálogo humano- máquina, Convivencia, Papeles cambiados	Formas orgánicas, Colores llamativos/ naturales	Sonidos robotizados/ humanizados	Movimientos fluidos, largos	

Tabla 2. Resultados de la técnica de relaciones forzadas del grupo dirigido por M. Franco. En la primera columna se puede observar las papeletas que se utilizaron para la técnica, a partir de las cuales se completó el resto de la tabla. Cada fila corresponde a un concepto diferente.

Las palabras que se sacaron de la filosofía del festival se repiten para los dos grupos (Tabla 1. y Tabla 2. en negrita), mientras que el resto son diferentes.

Una vez completadas las tablas de los conceptos, se realizó un pequeño debate entre todos los asistentes a la sesión, omitiendo una parte planteada en el guión de la sesión. Ésta correspondía a dividir el grupo en tres para desarrollar los conceptos un poco más. Sin embargo, como se alargó un poco las presentaciones iniciales y algunas personas se tuvieron que marchar, se decidió acortar el guión.

En el debate (**Fig. 10.**) se expusieron los conceptos que había planteado cada grupo y se valoraron. Algunos de estos conceptos se vio que podían ser compatibles. Finalmente, se escogió la idea que más había gustado al grupo.

Por un lado, estaba el concepto 2 del grupo de J. Sierra. De este se quería aprovechar las espirales y curvas, incorporándolas a la actuación. Se suprimió la parte de soltar arena para ir marcando la trayectoria que seguía el robot, ya que esto ensuciaba el escenario y podía comprometer el correcto funcionamiento del Turtlebot.

Por otro lado, también gustó mucho el concepto 3 del grupo de M. Franco. Este iba sobre una comunicación mutua entre el humano y el robot. Esto se podía transmitir tanto por el sonido/música como por el movimiento de las bailarinas y del robot.

No obstante, ambos conceptos eran compatibles. Y es por ello que se terminó trabajando con esas dos ideas.

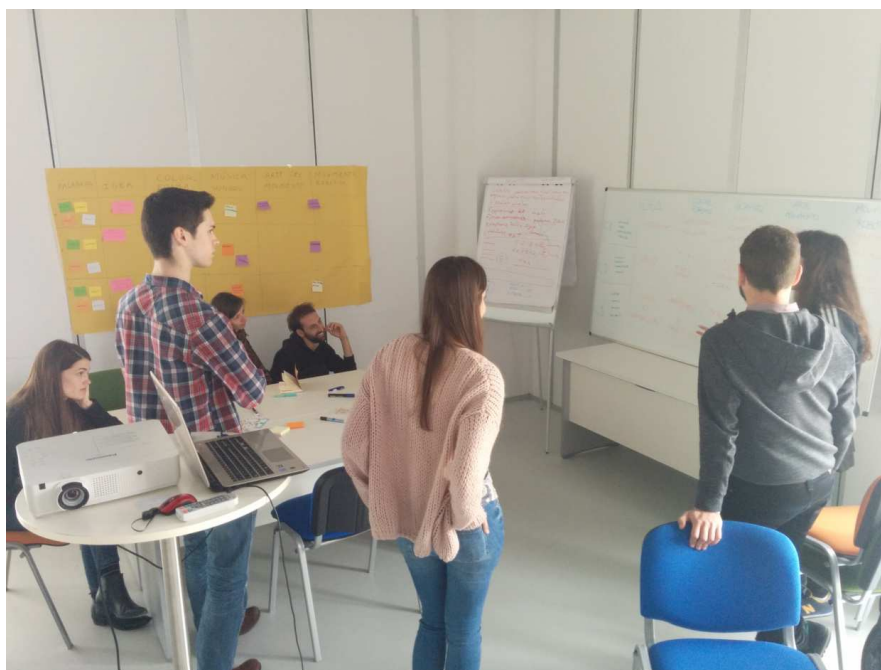


Fig. 10. Momento de la sesión creativa en el que se estaba realizando el debate final, donde todos los asistentes se reunieron para comentar los conceptos, valorarlos (indicando sus puntos fuertes, debilidades o aspectos interesantes), y seleccionar el/los concepto/s que más gustaba/n.

3 Conclusiones

La sesión creativa fue exitosa desde todos los puntos de vista.

Se obtuvieron unos buenos resultados, que servirían como punto de partida del proyecto.

Además, para la mayoría de los participantes era la primera vez que utilizaban técnicas creativas y participaban en una sesión de este estilo. Todas estas personas salieron muy contentas y descubrieron nuevas capacidades que ya tenían, pero que no las habían trabajado.

Como estudiante de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, también fue una experiencia nueva. A pesar de haber trabajado con técnicas creativas durante la carrera, fue la primera vez que se codirigía una sesión de este estilo, donde no solo se tenía que gestionar tus propias capacidades y recursos creativos, sino también las de otros participantes. Esto es algo que se trabaja en el Máster, por lo que sin ayuda del director del TFG, Jorge Sierra, probablemente habría sido imposible.

Una de las claves del éxito del taller fue que se habían pensado varias alternativas, teniendo un guión de la sesión más flexible. Esto permitió, al ver que se habían alargado las presentaciones de los diferentes vectores y que algunas personas no habían podido asistir, suprimir una fase intermedia, pasando de los dos grupos al debate final. El adelantarse a los acontecimientos nos permitió tener el control de la sesión en todo momento y poder gestionar correctamente el propio taller.

Otra cosa importante fue definir correctamente los perfiles para crear un grupo multidisciplinar. Esto nos permitió, ante la falta de asistencia de algunos miembros, el poder reorganizar los grupos de trabajo, manteniendo un equilibrio de los diferentes perfiles.

Por último, y no por ello menos importante, cabe destacar que con esta sesión, nos soltamos un poco, permitiendo coger una mayor confianza entre las diferentes partes del equipo multidisciplinar. Esto fue algo clave, ya que se generó un buen ambiente desde el principio del proyecto.

Bibliografía

Introducción:

³<http://www.danzatrayectos.com/quienes-somos/>

⁴<http://www.bbc.com/mundo/noticias-37631834/>

⁵http://www.atresplayer.com/television/programas/el-objetivo/temporada-5/capitulo-24-futuro-empleo_2017031100229.html/

⁶<http://www.turtlebot.com/about/>

Técnicas creativas:

⁸<https://www.neuronilla.com/desarrolla-creatividad/tecnicas-creatividad/>

Figuras:

Fig. 3:

⁷<https://akizaragoza.com/2016/cafe-nolasco-2/>

Fig. 8:

⁹https://0110.be/posts/Touchatag_RFID_reader_and_Ubuntu_Linux

Diapositivas:

Diapositivas 2:

¹⁰<http://starwars.wikia.com/wiki/C-3PO>

¹¹<https://www.sideshowtoy.com/collectibles/star-wars-c-3po-medicom-toy-901838/>

Diapositivas 3:

¹²<http://vignette2.wikia.nocookie.net/star-wars-astromechdroid/images/9/96/R2D2.png/revision/latest?cb=20150719220033>

¹³<https://en.wikipedia.org/wiki/BB-8>

Diapositivas 4:

¹⁴<http://www.lavanguardia.com/ciencia/20170201/413911291577/bat-bot-robot-murcielago.html>

¹⁵<https://www.festo.com/group/es/cms/10241.htm>

Diapositivas 5:

¹⁶<http://new.abb.com/products/robotics/es/robots-industriales/yumi>

Diapositivas 6:

¹⁷<http://www.robotnik.es/robots-moviles/turtlebot-2/>

Diapositivas 7:

¹⁸<https://www.cnet.com/products/mayfield-robotics-kuri/preview/>

¹⁹<https://www.netnbuy.es/es1/aspirador-irobot-roomba-620.html>

Diapositivas 8:

²⁰<http://www.bosch-home.es/>

Diapositivas 9:

¹⁸<https://www.cnet.com/products/mayfield-robotics-kuri/preview/>

²¹<http://optimsait.ru/umnaya-lyustra-s-funkciej-zonalnogo-sveta-fluxo/>

²²<http://www.technewsworld.com/story/84198.html>

Diapositivas 11:

²³<http://aliverobots.com/precio/>

Diapositivas 12:

²⁴http://es.doblaje.wikia.com/wiki/Buzz_Lightyear

²⁵https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-452227234-buzz-lightyear-toy-story-habla-en-espanol-o-ingles-_JM

Diapositivas 13:

²⁶<http://www.sitedejogosonline.com.br/personagem/transformers.html>

Diapositivas 14:

²⁷<http://www.sensacine.com/peliculas/album/album-18524754/?page=16>

Diapositivas 15:

²⁸<http://www.hellofriki.com/cine/criticas-cine/2011/11/22/cr%C3%ADtica-%E2%80%9Cacero-puro%E2%80%9D-rocky-acero/>

Diapositivas 16:

²⁹<http://blog.bricogeek.com/noticias/arduino/brazo-robot-dibujante-con-arduino/>

Diapositivas 17:

³⁰<https://www.google.es/imghp?hl=es&tab=wi>

³¹<http://www.gafasoculus.com/>



ANEXO III. ANÁLISIS PREVIO

“ROBOT + DANZA. Diseño y fabricación de la carcasa de un robot para un festival de danza”

Trabajo fin de grado 2016-2017

*Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto
Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza*

Autor: ●

Miguel Franco ●

Director: ●

Jorge Sierra ●

Ponente: ●

Ignacio López ●



ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN	3
ROBOT HALL OF FAME	4
AIBO	12
NAO	14
TIPOS DE ROBOTS	15
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ROBÓTICA	15
ROBOTS CON OJOS	16
EDP'S	17
TARDE O TEMPRANO DANZA	17
TRAYECTOS	19
EXPERIENCIAS SIMILARES	19
BIBLIOGRAFÍA	22

Desde que se dio por comenzado el TFG, el 15 de febrero, se hizo un pequeño estudio sobre los temas a tratar y que eran menos conocidos por la parte de diseño. Aquí se investigó un poco sobre los otros vectores del proyecto, danza y robótica. Esto sirvió para contextualizar en lo que se iba a estar trabajando durante los próximos meses y no ir muy perdidos de cara a la primera reunión conjunta.

Además se investigó los diferentes tipos de robot que existen; experiencias similares donde este tipo de máquinas se incorporan a algún tipo de baile; aspectos formales de este tipo de productos; y por último, de que colores suelen ser y que se quiere transmitir con ellos. De esta información, por un lado se sacaron una serie de especificaciones de diseño que tendría que cumplir nuestra carcasa y, por otro lado, se preparó una breve presentación a modo de resumen para explicarles al resto del equipo multidisciplinar el día de la sesión. En esta presentación se añadió algunas “ideas locas” que se podrían aplicar a la carcasa que se iba a fabricar, para que vean que a la hora de generar ideas hay que intentar ir un paso más allá.

Antes de empezar con este estudio, era importante tener clara la definición de robot. ¿Sabemos exactamente que es un robot?

Robot:

Máquina automática programable capaz de realizar determinadas operaciones de manera autónoma y sustituir a los seres humanos en algunas tareas, en especial las pesadas, repetitivas o peligrosas; puede estar dotada de sensores, que le permiten adaptarse a nuevas situaciones.

Previous Inductees by Year

2012 INDUCTEES

BigDog | NAO | PackBot | WALL-E

2010 INDUCTEES

DaVinci | Huey, Dewey and Louie | Roomba | Spirit and Opportunity | Terminator

2008 INDUCTEES

Raibert Hopper | NavLab 5 | LEGO® MINDSTORMS® | Lt. Cmdr. Data

2006 INDUCTEES

AIBO | SCARA | David | Maria | Gort

2004 INDUCTEES

ASIMO | Shakey | ASTRO BOY | Robby, the robot | C-3PO

2003 INDUCTEES

HAL 9000 | Mars Pathfinder Sojourner Rover | R2-D2 | Unimate

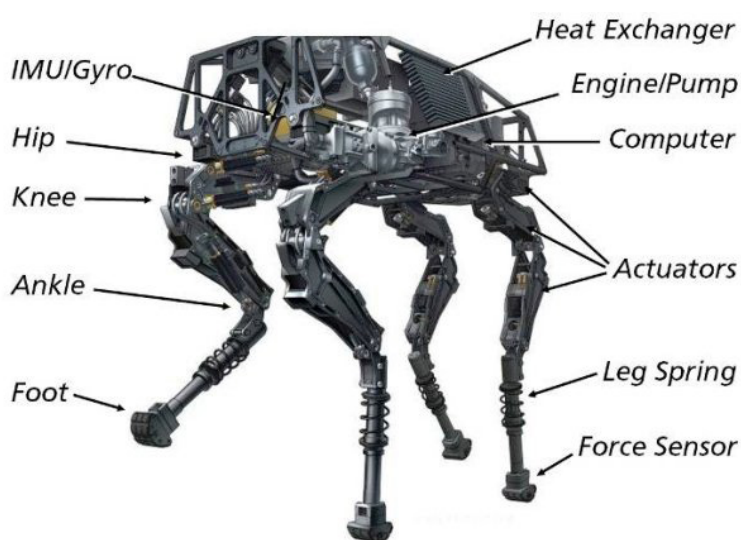
Tabla 1. Robots incorporados al “Robot Hall of Fame” de la Universidad Carnegie de Mellon.

Una vez aclarado este concepto, se decidió partir del Salón de la Fama de Robots¹ (**Tabla 1.1**) de la Universidad Carnegie de Mellon. Este “RHOF” (Robot Hall of Fame) se creó en 2003 por la Escuela de Ciencias de la Computación de dicha Universidad. Sus objetivos eran reconocer los logros históricos en el campo de la tecnología robótica y un acercamiento a la sociedad.

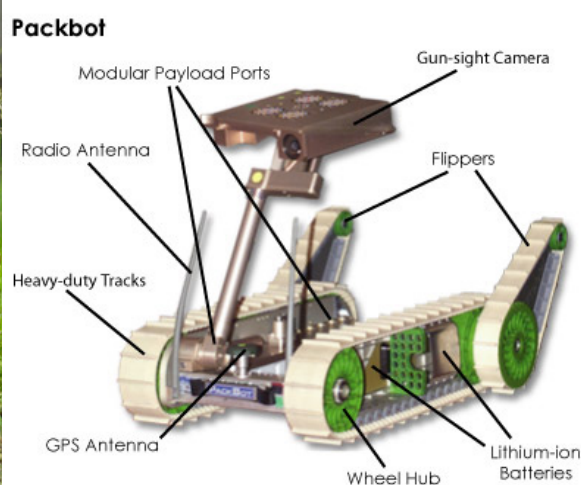
En este Salón de la Fama se pueden encontrar robots de diferentes tipos y que pertenecen a entornos muy variados, lo cual puede dar mucho juego a la hora de estudiar este “mundillo” de la robótica.

Se buscaron imágenes de la mayoría de los robots que aparecen en la **Tabla 1.1** para apreciar esas diferencias formales, y de esta manera, tener una mayor visión de los diferentes robots que existen, y no centrarse en un tipo determinado:

Big Dog²⁻³



Packbot^{1,4}



¹<http://www.robothalloffame.org/inductees.html>

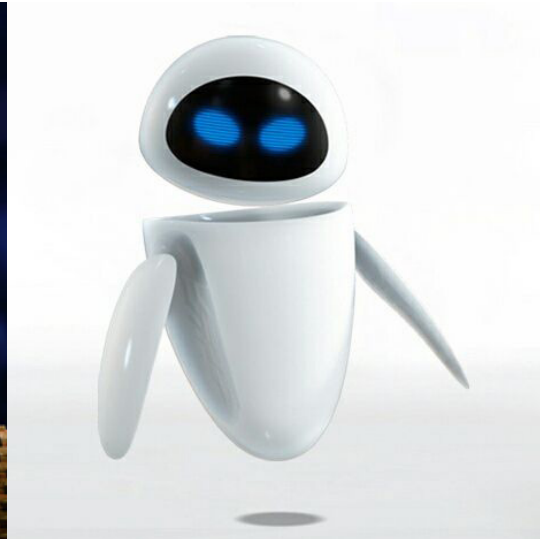
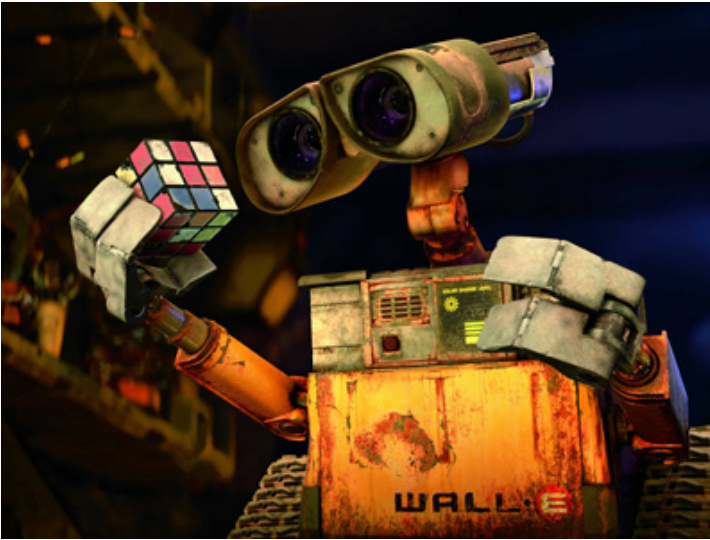
²<http://www.roboticstoday.com/robots/bigdog>

³<https://www.bostondynamics.com/bigdog>

⁴<http://science.howstuffworks.com/military-robot3.htm>



Wall-e & Eve^{1,5}



DaVinci⁶



⁵https://d.wattpad.com/story_parts/383890304/images/14aaffb29c97e935334821681539.jpg

⁶<https://www.yashodahospitals.com/specialities/robotic-sciences/introduction>

Huey, Dewey & Louie⁷⁻⁸



Roomba⁹⁻¹⁰



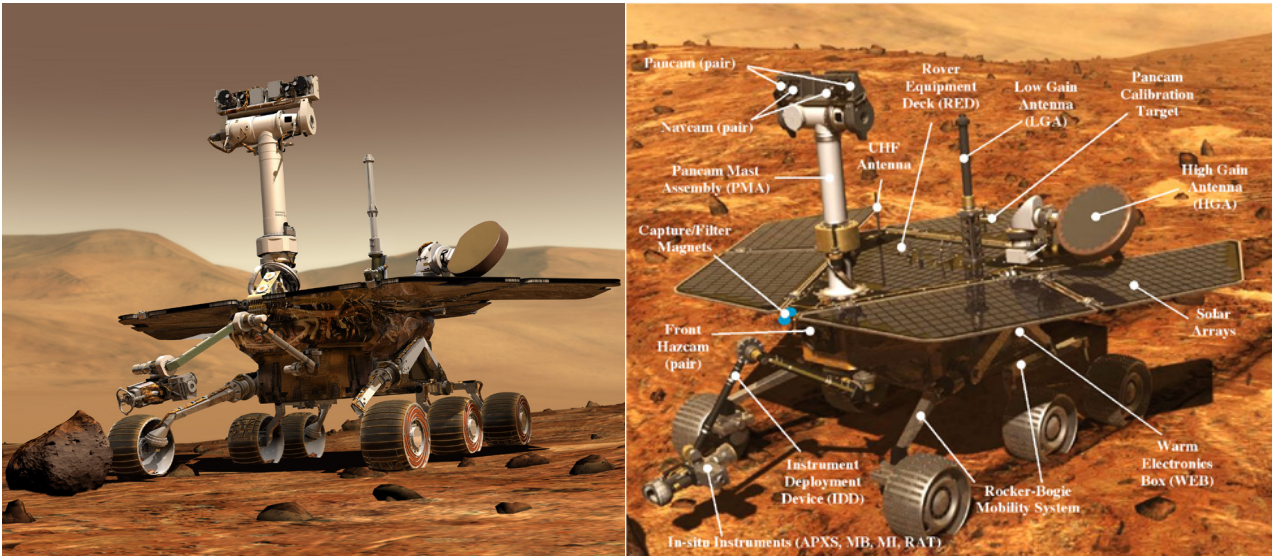
⁷<http://monstruoteca.blogspot.com.es/2011/05/huey-dewey-y-louie-robots-asistentes.html>

⁸<https://es.pinterest.com/pin/422916221240472194/?lp=true>

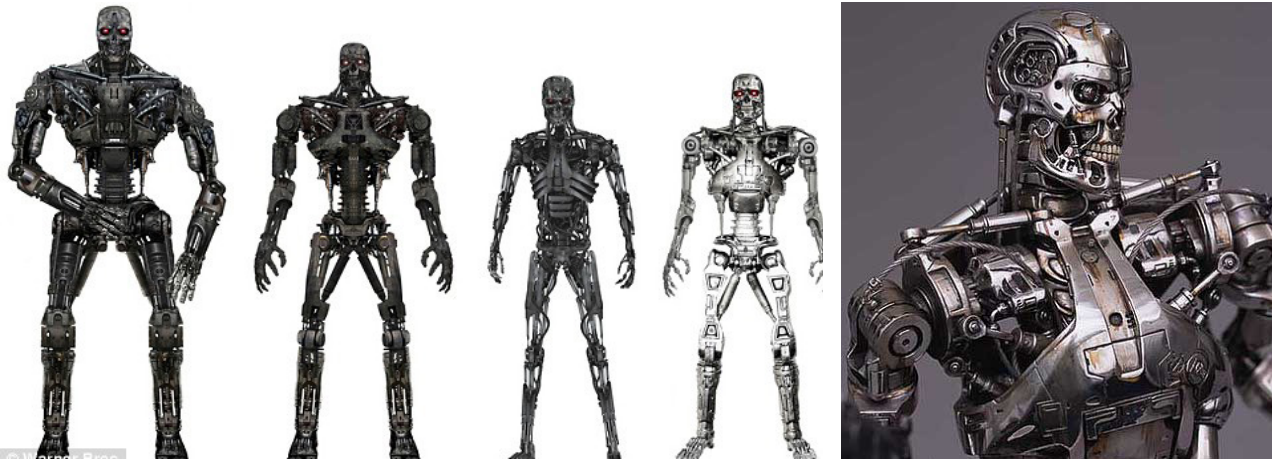
⁹<https://www.amazon.es/iRobot-Roomba-564-PET-aspirador/dp/B003WVRHIM>

¹⁰<https://www.netnbuy.es/es1/aspirador-irobot-roomba-620.html>

Spirit & Opportunity¹¹⁻¹²



Terminator¹³⁻¹⁴



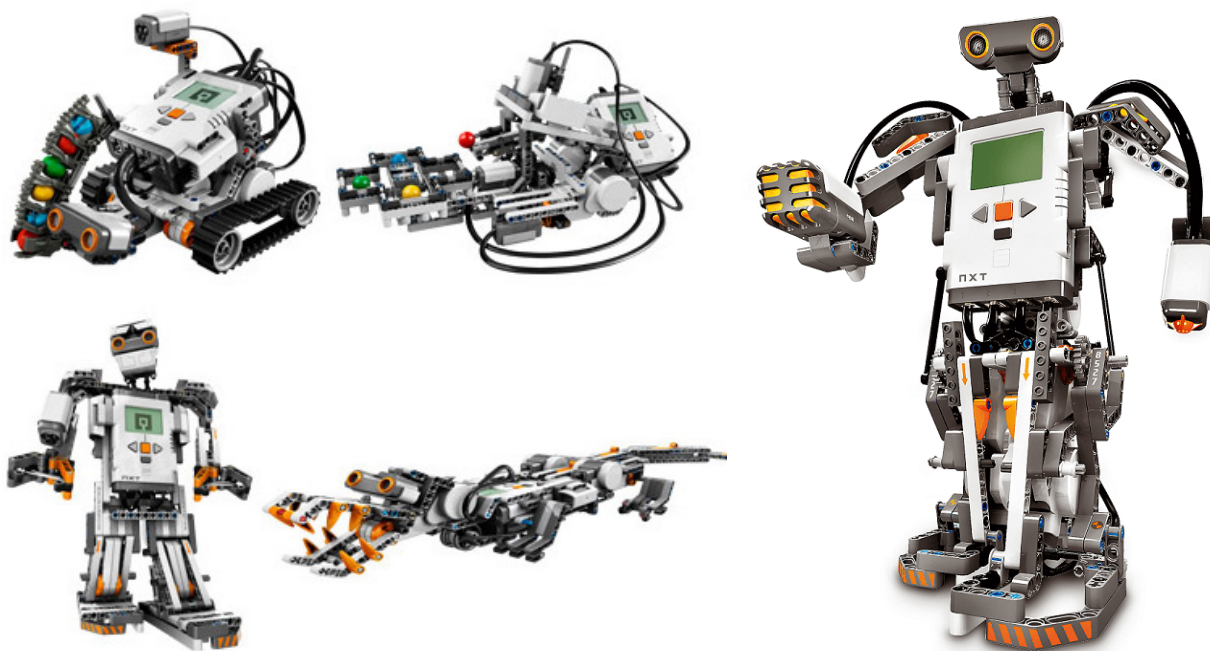
¹¹https://mars.nasa.gov/mer/mission/spacecraft_surface_rover.html

¹²<http://www.derekscope.co.uk/mars-3/>

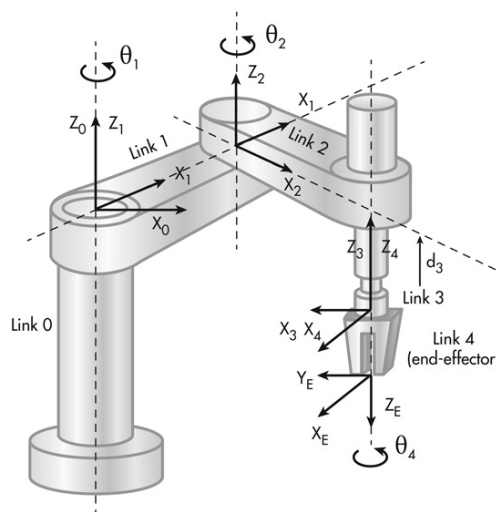
¹³<https://autodo.info/pages/t/the-terminator-robot-original/>

¹⁴<https://es.pinterest.com/pin/213921051021427338/?lp=true>

Lego® Mindstorms®¹⁵



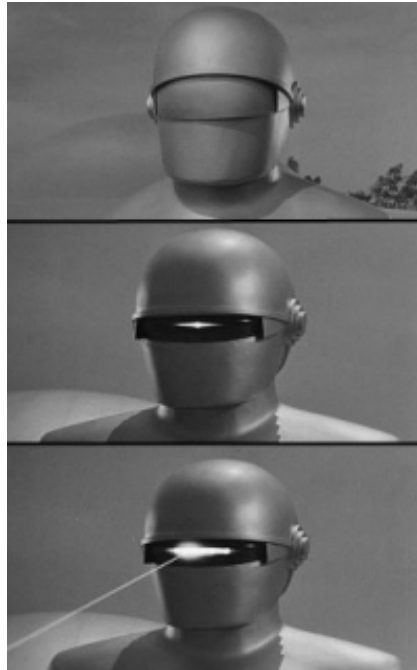
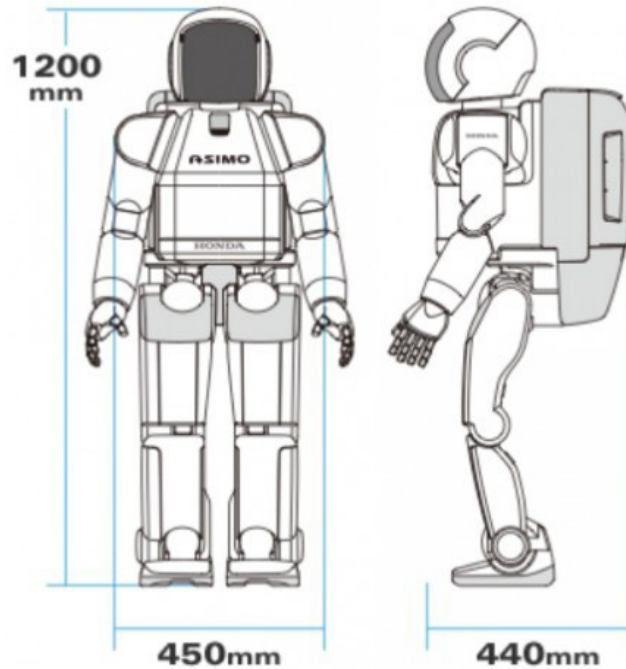
Scara¹⁶⁻¹⁷



¹⁵<https://ro-botica.com/tienda/Hasta-siempre-NXT>

¹⁶<http://linux.softpedia.com/get/Science/SCARA-robot-100789.shtml>

¹⁷<http://www.machinedesign.com/robotics/what-s-difference-between-industrial-robots>

Gort¹⁸⁻¹⁹**Asimo**²⁰⁻²¹

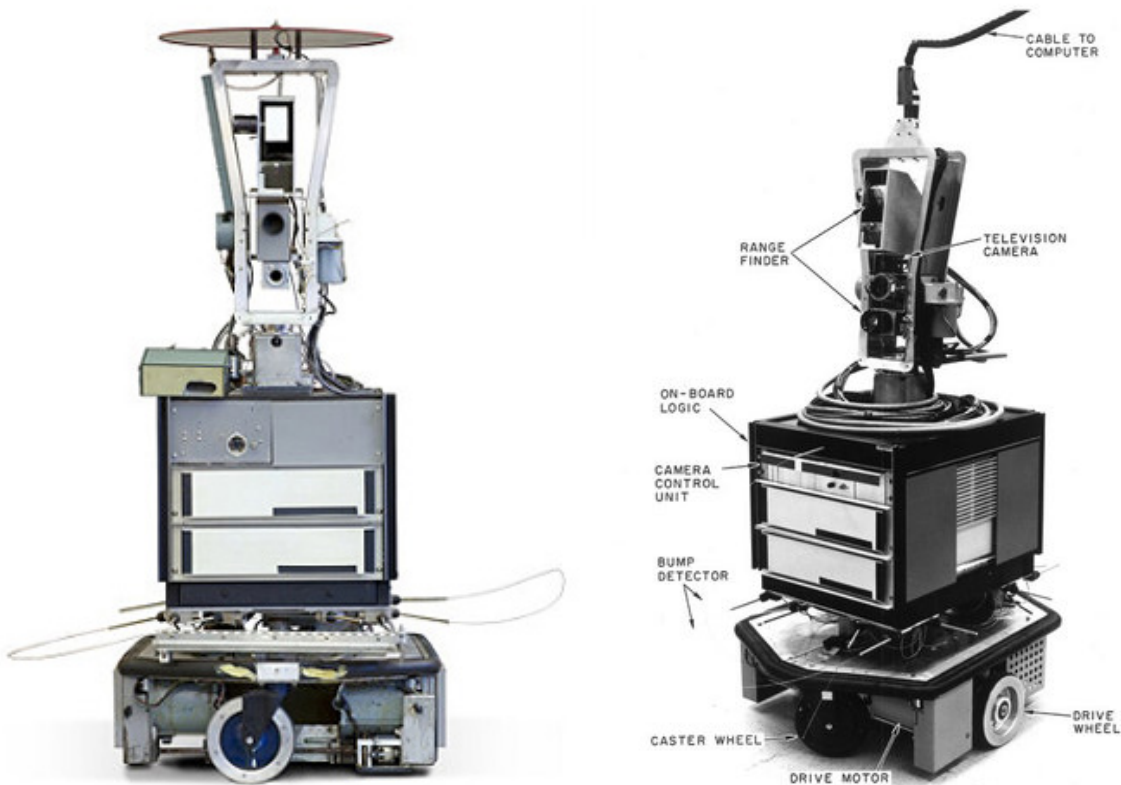
¹⁸www.artnet.com/artists/barton-productions/life-size-figure-of-gort-j6XiHIA8qdYtWlsD7uP9Kw2

¹⁹<http://www.dvdactive.com/editorial/articles/the-ten-movie-robots-that-could-destroy-us-all.html>

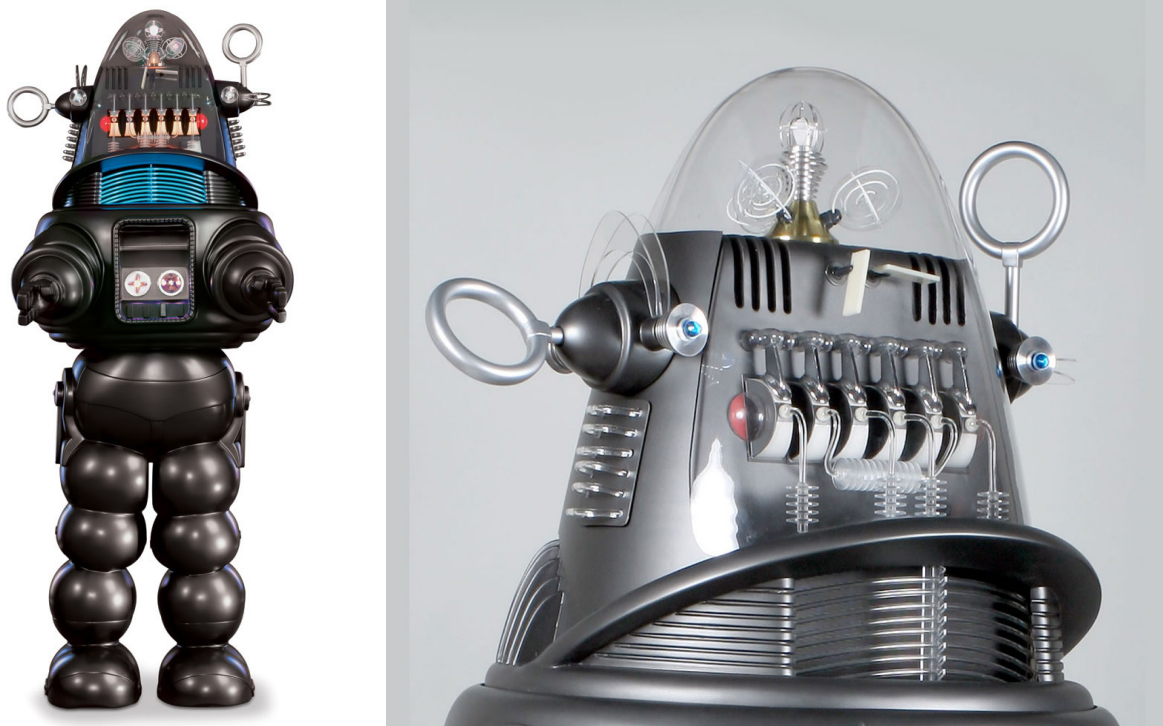
²⁰<http://www.diseno-art.com/encyclopedia/archive/ASIMO.html>

²¹<https://www.adslzone.net/2014/07/16/presentado-el-nuevo-robot-asimo-repaso-14-anos-de-evolucion/>

Shakey²²⁻²³



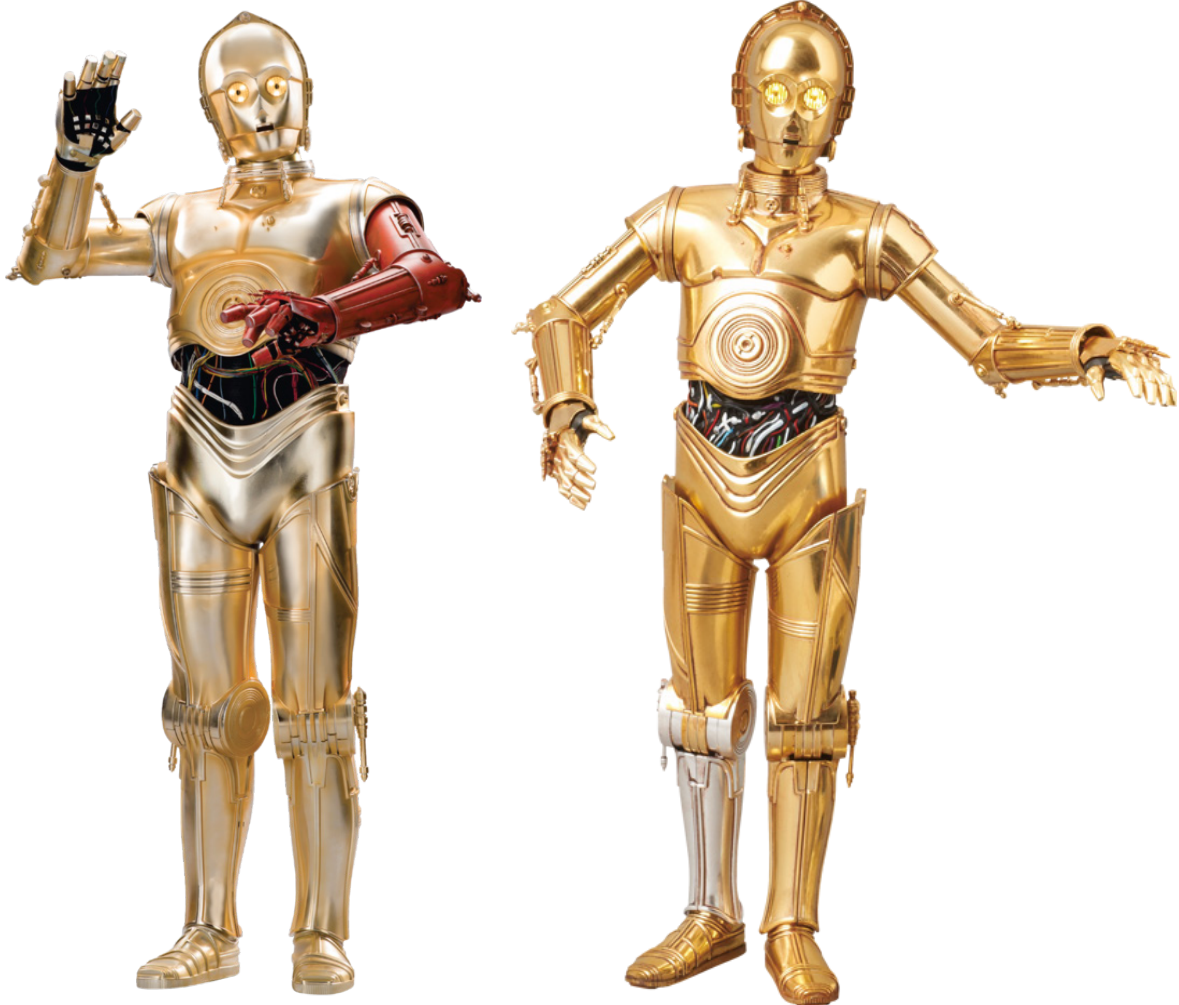
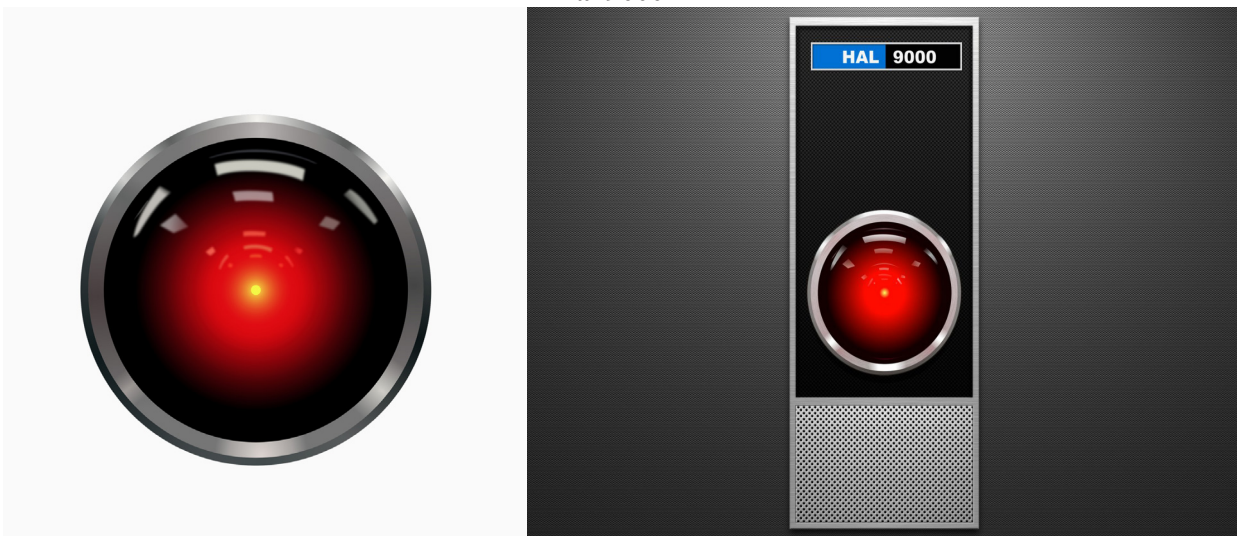
Robby²⁴



²²<https://www.sri.com/work/timeline-innovation/timeline.php?timeline=computing-digital#!&innovation=shakey-the-robot>

²³<http://www.timetoast.com/timelines/frise-historique-sur-la-robotique-dad852d2-cbae-4c56-b039-2df4fc0ff986>

²⁴<http://www.hammacher.com/product/10921>

C-3PO²⁵⁻²⁶Hal 9000²⁷⁻²⁸

²⁵<http://starwars.wikia.com/wiki/C-3PO>

²⁶<https://www.sideshowtoy.com/collectibles/star-wars-c-3po-medicom-toy-901838/>

²⁷<https://www.gizmodo.com.au/2017/06/uh-apple-did-you-think-this-through/>

²⁸<http://theycutthepower.com/t-shirts/hal-9000>

R2-D2²⁹⁻³⁰

Además se indagó con mayor profundidad en dos de estos robots, para conocer sus diferentes partes o los sensores que incorpora.

El primero fue “AIBO” (Artificial Intelligence Robot), que se añadió al “Robot Hall of Fame” en 2006. Se trata de una serie de mascotas diseñadas y fabricadas por Sony. Aunque la gran mayoría simulaban a los perros (como la última versión, la ERS-7, el “perro robot“ **Fig. 2.**), también incorporaron robots que se asemejaban a un cachorro de león o a turistas espaciales androides.



Fig. 2.³¹ Robot de Inteligencia Artificial ‘AIBO’

²⁹<https://www.walmart.com/ip/Star-Wars-Smart-R2-D2-Walmart-Exclusive/54391186>

³⁰<http://www.raccoongames.es/es/producto/pop-star-wars-r2-d2-jabba-s-skiff-exclusiva>

³¹<https://voltaico.lavozdegalicia.es/2016/06/robot-sony-crea-lazos-emocionales-personas/>

Estos robots se han utilizado para: uso doméstico, como “robots de entretenimiento”; investigaciones de robótica y análisis de la interacción humano-robot, en universidades; películas; vídeos musicales; campañas publicitarias...

Se investigó el hardware de estos robots para conocer un poco más sobre la robótica (Tabla 2), y de paso, ver que sensores podría llevar el robot que se iba a utilizar para la actuación del festival Trayectos.

	Prototipo MUTANT	Prototipo de 1998	ERS-110	ERS-7
Procesador	IDT R3052 o R3071 x2 @ 30 MHz	Procesador MIPS de 64 Bit RISC	Procesador RISC de 64-bit @ 50 MHz	MIPS R7000 @ 576 MHz
RAM	8MB	8MB	16MB	64MB
Memoria Flash	2MB			4MB
Partes Móviles	16 grados de libertad	4 patas con 3 grados de libertad, 1 cabeza con 3 grados de libertad, 1 cola con 1 grado de libertad	Boca: 1 grado de libertad, Cabeza: 3 grados de libertad, Patas: 3 grados de libertad (x 4), Cola: 2 grados de libertad	Boca - 1 grado de libertad, Cabeza - 3 grados de libertad, Piernas (x4) - 3 grados de libertad, Orejas - 1 grados de libertad x 2, Cola - 2 grados de libertad
Sensores táctiles	Uno en la cabeza, una en cada pata		uno en la cabeza, una en cada pata	Sensor eléctrico estático (cabeza, espalda) Sensor de presión (barbilla, patas (4))
Cámara	Cámara CDD 362 x 492	180.000 pixels	Cámara CCD color de 180.000 píxeles (x 1)	Sensor de Imagen CMOS de 350.000 píxeles
LAN inalámbrico				IEEE 802.11b (Integrado)
Telómetros			Infrarrojos	Uno en la cabeza, uno en el cuerpo
Visualización			Lámparas LED para expresar felicidad (verde) e ira (rojo)	Ilume Face capaz de más de 60 modos emocionales y de estado, que consta de 24 LED's (blanco 12, rojo 4, azul, 4, verde 4), Oreja: 2 (izquierda y derecha), sensor Cabeza: 2 (blanco y amarillo), Cabeza (LAN inalámbrica de encendido / apagado): 1 (color azul), sensor trasero: 16 (blanco 8, rojo 3, azul 3, naranja 2)
Micrófono	Micrófono estéreo	Micrófono estéreo	Micrófono estéreo (uno en cada lado)	Micrófono estéreo (uno en cada lado)
Altavoz	Sí	Sí	Sí	Altavoz miniatura, 20,8mm, 500 mW
Sensor de calor			Dos	Sí
Sensor de aceleración	Sí		Sí	Sí
Sensor de Velocidad Angular			Sí	
Sensor de Vibración				Sí
Fuente de alimentación	Li-ion (7,2 V) para circuitos eléctricos, Ni-Cd (4,8) para controladores de motor	Una batería recargable de litio-ion de 7,2V, Una batería de 4,8V recargable de níquel-cadmio	DC7,2V (batería de Ion de litio [ERA-110B])	
Consumición de Energía			12,6W (modo autónomo)	Aprox. 7W (Funcionamiento estándar en modo autónomo)
Tiempo de funcionamiento			Aprox. 1,5 horas (con la batería completamente cargada)	Aprox. 1,5 Horas (Funcionamiento estándar en modo autónomo)
Tiempo de carga				Aprox. 2,5 horas
Dimensiones (l x w x h)	220 x 130 x 200[mm]	132 X 250 X 235 mm (Ancho X Altura X Largo, sin incluir cola)	Aprox. 274 x 156 x 266mm (no incluyendo cola)	319 (D) x 180 (W) x 278 (H) mm
Peso	1,5 [kg] (incluyendo baterías)	1,25 kg (incluyendo baterías)	Alrededor de 1,4 kg (solo el cuerpo), cerca de 1,6 kg (incluyendo Memory Stick y Batería)	Aprox. 1,65 kg (incluyendo batería y tarjeta de memoria)

Tabla 2.³² Evolución del hardware de los robots ‘AIBO’ a medida que se fue desarrollando la serie.

³²<https://en.wikipedia.org/wiki/AIBO>

Antes de proseguir con el siguiente robot a estudiar, es importante aclarar dos conceptos que han ido apareciendo:

Androide:

Robot u organismo sintético antropomorfo que, además de imitar la apariencia humana, emula algunos aspectos de su conducta de manera autónoma. Etimológicamente, “androide” se refiere a los robots humanoides de aspecto masculino. A los robots de apariencia femenina se los llama ocasionalmente “ginoides” o “fembot”.

Robot humanoide:

Robot diseñado para asimilar el cuerpo y los movimientos de un ser humano. Por lo general, los robots humanoides tienen un torso, una cabeza, dos brazos y dos piernas, aunque algunas formas de robots humanoides pueden modelar sólo una parte del cuerpo, por ejemplo, de la cintura para arriba.

Ahora ya sí se puede hablar de NAO³³. Se trata de un robot humanoide programable y autónomo. En 2004, Aldebaran Robotics (compañía francesa de robótica con sede en París) hizo el lanzamiento del Proyecto NAO, pero no sería hasta 2007 cuando sustituiría al perro robot AIBO de Sony como la plataforma estándar para la Robocup (“Robot Soccer World Cup”).

Este robot resultaba interesante por dos motivos. En primer lugar, porque había sucedido al robot AIBO, por lo que se podía observar los avances tecnológicos entre uno y otro (Fig. 3.). Por otro lado, estos robots se han utilizado en diferentes bailes por su capacidad de interacción (Fig. 4.). Esto supone experiencias similares a la que se podrá vivir con el desarrollo del proyecto “Danza y robótica – Laboratorio de danza y nuevos medios”.

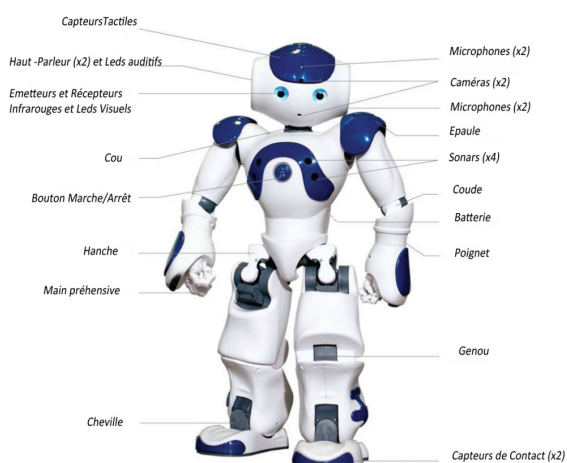


Fig. 3.³⁴ Robot humanoide NAO y sus componentes

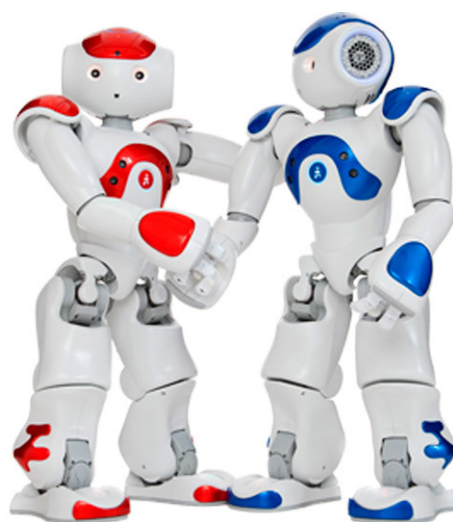


Fig. 4.³⁵ Interacción entre dos robots NAO

³³[https://en.wikipedia.org/wiki/Nao_\(robot\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Nao_(robot))

³⁴<http://www.andorobots.com/product/nao>

³⁵<http://aliverobots.com/precio/>



Aunque cada vez se desarrollan más robots de este tipo (humanoides), hay otro tipo de robots³⁶. Estos se pueden diferenciar en dos grupos:

- **ROBOTS FÍSICOS:**

-**Robótica de Servicio:** Es la parte de la Ingeniería que se centra en el diseño y construcción de máquinas capaces de proporcionar servicios directamente a los miembros que forman sociedad.

-**Robótica Inteligente:** Son robots capaces de desarrollar tareas que, desarrolladas en un ser humano, requieren el uso de su capacidad de razonamiento.

-**Robótica Humanoide:** Es la parte de la ingeniería que se dedica al desarrollo de sistemas robotizados para imitar determinadas peculiaridades del ser humano.

- **ROBOTS SOFTWARE:**

-**Robótica de Exploración:** Es la parte de la Ingeniería del Software que se encarga de desarrollar programas capaces de explorar documentos en busca de determinados contenidos. Existen diversos servicios en Internet dedicados a esta parcela de la robótica.

La robótica tiene un gran número de ventajas. Pues sin su ayuda, el ser humano no hubiera sido capaz de evolucionar hasta el punto que hemos llegado ahora. Gracias a la robótica el ser humano ha podido dedicar su tiempo a mejorar la calidad de vida al aplicarla constantemente y sustituyéndose a sí mismo en labores repetitivas y agotadoras.

El robot está específicamente diseñado para sustituir una labor humana y de esta manera mejorarla o simplemente igualar su capacidad. Es por ello que no deberían de haber grandes desventajas a la hora de introducir estos robots en nuestras vidas.

Sin embargo, si existen una serie de desventajas que debemos tener en cuenta. Aunque es verdad que la robótica puede crear más empleos, también los puede quitar. Y, a día de hoy, se puede decir que el desempleo que ha generado el incorporar robots a nuestros trabajos es mayor que el empleo que ha creado.

Los más perjudicados de este cambio son algunas generaciones pasadas, que no contaban con la tecnología de hoy en día en sus formación y se han visto incapaces de hacer frente al potencial de los robots.

Todo esto es lo que se conoce como la 4ª Revolución Industrial o Tecno-Revolución. Los trabajos que no se van a ver amenazados por los robots son aquellos que tengan que ver con la creatividad, mientras que los que tengan tareas muy repetitivas si se verán afectados.

¿Hasta dónde vamos a llegar?. Esta es una pregunta que deberíamos plantearnos. Aunque todavía no ha pasado y la mayoría no se lo creen, hay una desventaja mayor y que podría suceder en el futuro. Ésta trata sobre la sustitución del ser humano por el robot a una mayor escala. Y es que actualmente se trabaja en proyectos de Inteligencia Artificial en los cuales se logra que un robot pensante cree y mejore a su propia creación que es otro robot. Si se sigue desarrollando esta tecnología sin ningún tipo de reparo en las consecuencias que ello conlleva, quién sabe lo que pasará en un futuro. No obstante, a día de hoy esta desventaja es una mera suposición.

³⁶<http://laroboticahonduras.blogspot.com.es/2012/11/la-robotica-introduccion-la-robotica-es.html>

Pensando en el proyecto “Danza y robótica – Laboratorio de danza y nuevos medios”, se buscaron imágenes de robots y dibujos con ojos (Fig. 5. y Fig. 6.) para ver algunos aspectos formales. La razón por la que tenían que tener ojos es que se creía que sería lo más interesante de cara a la actuación del Festival (robots humanoides o por lo menos con una cabeza con ojos). No obstante, esto no quiere decir que se descartasen otras opciones, como podría ser: que sea un objeto móvil, formando parte del decorado; que su función sea similar a la de un robot colaborativo en procesos de fabricación mecanizados, es decir, que ayude a las bailarinas a realizar determinados movimientos/tareas.



Fig. 5.³⁷ Diferentes robots con ojos de los que poder extraer diferentes aspectos formales



Fig. 6.³⁷ “Dibujos/Monstruos” con ojos de los que se pueden extraer aspectos formales para luego transferirlos a un robot.

³⁷<https://www.google.es/imghp?hl=es&tab=wi>



Como ya se había explicado al principio, este estudio servía para extraer una serie de especificaciones de diseño que iba a tener la carcasa del robot. Éstas pueden ser de dos tipos:

Críticas: Son aquellas que se tienen que cumplir sí o sí.

Deseables: Son algo que se quiere conseguir pero no tiene porque estar en el producto final. Siempre que sea posible se incorporarán al diseño de la carcasa, pero si por fuerzas mayores no se puede no pasa nada (con las críticas esto no podría suceder).

-EDP's críticas (obligatorias):

- Colores: Que el color que destaque sea blanco, gris y/o negro.
- Forma: Cambios de plano, redondeos de diferente radio, y detalles complejos (formas sencillas/básicas que al combinarlas y/o modificarlas aportan mayor complejidad al diseño)

-EDP's deseables:

- Forma: Cambios de sección
- Colores: Pequeños detalles en rojo, azul... Esta parte se hablaría con las bailarinas para que se adecue al vestuario que iban a llevar el día del festival en la actuación.

A parte de las mencionadas anteriormente, hay otras que se obtendrán de la sesión creativa o del equipo de robótica. No obstante, éstas últimas no tienen por qué ser fijas. Conforme se iba avanzando con el proyecto, se fueron tomando decisiones que afectarían a estas EDP's. El ejemplo más claro es que se decidió quitar la cámara del robot, por lo que no era necesario hacerle una apertura (EDP crítica en el caso de que se utilizará la cámara).

Una vez investigado sobre la parte de robótica, tocaba analizar al otro vector del proyecto, las bailarinas (Tarde o Temprano Danza³⁸), y el festival para el que se iba a desarrollar el proyecto (Trayectos³⁷).

El grupo Tarde o Temprano Danza se creó en el año 2005, gracias a la asociación de tres bailarinas zaragozanas: Marta Aso, Raquel Buil y Vanesa Pérez. Esta compañía se creó para desarrollar un trabajo personal e independiente dentro del ámbito de la danza contemporánea. En noviembre de 2007, una cuarta persona pasó a formar parte de este proyecto. Se trata de Laura Val.

Tarde o Temprano Danza ha creado una serie de espectáculos que se expuesto al público en festivales y galas de gran prestigio tanto dentro como fuera de nuestra comunidad. El trabajo que se ha ido realizando en estos años abarca todos los ámbitos de la danza, desde colaboraciones con otras artes escénicas como el teatro, circo y audiovisuales, presentaciones, entregas de premios e inauguraciones públicas, participación en festivales, organización de galas de danza contemporánea, participación en pasacalles.

Uno de esos festivales con el que han colaborado, y para el que se realiza este proyecto es Trayectos. Tanto la compañía como el festival tienen objetivos en común, este no es otro que acercar esta cultura a los ciudadanos, más concretamente la danza contemporánea.

Para el desarrollo del proyecto "Danza y robótica – Laboratorio de danza y nuevos medios", van a participar dos miembros del equipo, Raquel y Laura (**Fig. 7.**). Mientras que las otras dos iban a participar en el proyecto "Danza y Tecnologías de Captura Corporal – Laboratorio de danza y nuevos medios", también para el festival Trayectos.

Raquel Buil:

Comenzó su formación como bailarina en la disciplina de ballet clásico, titulándose en Advance 1 de la Royal Academy of Dancing. Amplió su formación tomando clases de danza contemporánea en Barcelona y en Zaragoza, en la que finalmente se especializaría. Al mismo tiempo estudió Filología Clásica en la Universidad de Zaragoza. Desde 2005 es parte de la formación TARDE O TEMPRANO DANZA, con la que lleva a cabo proyectos creativos y pedagógicos con un importante reconocimiento.

³⁸<http://tardeotempranodanza.wix.com/tardeotempranodanza>

Laura Val:

Estudió danza clásica en el Conservatorio de Zaragoza, realizando diferentes colaboraciones con el Ballet de Zaragoza. También se formó en danza contemporánea tanto en Zaragoza como Barcelona. Es co-directora, productora, coreógrafa e intérprete de Tarde o Temprano Danza. También ha combinado danza y teatro en diferentes compañías tanto nacionales: Date Danza; Sol Picó; Teatro Che y Moche; y Viridiana. Así como internacionales Mie Ken de Japón; Compañía de Danza de Lisboa; y una Compañía de Korea. Además, como docente imparte clases, cursos y talleres para diferentes centros. Está especializada en técnico superior en Marketing.



Fig. 7. Raquel y Laura en un momento de la actuación durante el festival Trayectos

Antes de realizar este proyecto, la compañía ha realizado varios espectáculos y varias piezas cortas.

ESPECTÁCULOS:

- Norte (2009)
- Acabado en A (V.L) (2010)
- Ni contigo (2012) Espectáculo de 45 minutos para sala
- Los ladrones del tiempo (2012) Espectáculo para público infantil y familiar
- Ver y bailar (2013)
- La tiranía de la belleza (2014) Espectáculo de 50 minutos para sala

PIEZAS CORTAS:

- Cuando sopla el Norte (2008)
- Naranjas y tacones (2009)
- Acabado en A (2010)
- Ni contigo (2012) Pieza de 12 minutos para calle.



Respecto al Festival Internacional de Danza Contemporánea, Trayectos³⁹, es importante conocer cuales son sus objetivos (¿Por qué se realiza el festival?), sus valores y su visión de futuro. Todo esto se tendrá que tener en cuenta a la hora de diseñar la carcasa del robot, para ser fieles a sus ideales. No obstante, todo esto se aclarará en la sesión creativa.

Misión:

Acercar la danza contemporánea a la ciudadanía, procurar el crecimiento artístico de bailarines y coreógrafos y dar respuesta a procesos de integración social, a través de la programación, la formación, la sensibilización, el apoyo a proyectos y el trabajo en red en el ámbito de la danza contemporánea a nivel local, nacional e internacional.

Visión:

Llegar a ser un proyecto de referencia a nivel internacional por la excelencia en la gestión y en el trabajo en red, por el impacto positivo producido en el ecosistema artístico nacional y en el tejido social local y por la contribución al imaginario cultural asociado a la ciudad de Zaragoza.

Valores:

- Calidad de la programación y de todas las iniciativas artísticas que forman Trayectos.
- Accesibilidad de la danza contemporánea al gran público.
- Transparencia del proyecto, en todas sus fases de desarrollo.
- Innovación en la gestión y en las fórmulas de sostenimiento del proyecto.
- Cooperación con otras estructuras, nacionales o internacionales.
- Generación de valor para la sociedad, tanto desde la perspectiva artística como desde la ciudadana.
- Cohesión social a través del arte.

Experiencias como la que se va a vivir en el festival Trayectos, donde se va a poder ver bailar a un robot con dos bailarinas, ya se han visto anteriormente. Por ejemplo, la obra “Robot!”⁴⁰. Ésta se estreno en el Festival de Danza de Montpellier en 2013 y participó en otros festivales como el Festival Internacional Cervantino. Sobre ello habla Blanca Li (España), coreógrafa, bailarina y cineasta que creó este espectáculo.

“Se me ocurrió pensar si tal vez algún día las máquinas llegarían a ser artistas; a raíz de esa idea empecé a pensar en que sería increíble hacer un espectáculo donde las máquinas tuvieran presencia, personalidad y capacidad interpretativa para formar parte de una compañía”.

En dicha obra se quiere representar esa convivencia entre el hombre y los robots, pero dejando claro que la “máquina” más increíble es el cuerpo humano. “Las máquinas nunca podrán remplazar a un bailarín, porque no tienen la capacidad física que tiene el cuerpo humano. No sé si con la evolución de la robótica y en mucho tiempo llegarán a tener esa máquina tan increíble que tenemos nosotros”

³⁹<http://www.danzatrayectos.com/quienes-somos/>

⁴⁰http://www.milenio.com/cultura/Llevan-danza-robotica-Cervantino_0_589741031.html

“Cuando empecé con esto, todavía la robótica no estaba tan desarrollada como ahora. Me fui a Japón para ver cómo estaban trabajando otros artistas con tecnología máquinas y robots, y me encontré en Tokio al colectivo Mywa Denki. Ellos inventan máquinas que tocan música y tienen personalidad. Les dije que me interesaba mucho que trabajáramos en una orquesta que tocara cada noche en directo como si fueran músicos de verdad. Ahora tenemos un piano, percusiones, un instrumento que hace un sonido muy parecido a la marimba, un bajo y una especie de cantante”.

Blanca Li define su espectáculo como algo arriesgado que refleja el mundo en el que vivimos, “donde la dependencia a la tecnología es tan increíble que cuando nos falla nos da la sensación de que no podemos hacer nada más”. Es por esto la importancia del bailarín durante la coreografía, pues si el robot falla en algún momento del baile, son los humanos los que tienen que corregir sus errores. “Los bailarines han aprendido a convivir con las máquinas y cómo reaccionar”.

“Al principio, durante los ensayos sufrimos mucho, porque nunca conseguíamos que funcionara todo a la vez. Nos daba la sensación de que la técnica nos superaba, que nunca íbamos a conseguir tener las riendas del espectáculo. Lo que nos sorprendió el día del estreno es que la gente recibió los fallos tecnológicos con una reacción muy curiosa: les relajaba de alguna manera. Me di cuenta de que en el fondo todo el mundo comprende que la tecnología es frágil y algo que todavía no tenemos dominado. El hecho de que la máquina no sea todavía perfecta creo que le da al público cierta tranquilidad”.

Con este baile, la coreógrafa buscaba “que la gente se olvide por un momento de que lo que tiene enfrente es tecnología y llegue a sentir algo por un robot. Busco, un poco, la idea de humanizar la máquina” (Fig. 8.).

Estas reflexiones sirvieron para prever los obstáculos que nos íbamos a encontrar durante el proyecto, y que, a la hora de la verdad, supiéramos como hacerles frente.



Fig. 8.⁴¹ Momento del espectáculo “Robot!” en el que actúan robots y humanos

⁴¹www.milenio.com/cultura/Humanos-robots-bailaran-Auditorio-Nacional_0_570543167.html



Además de esta obra, se analizaron otros espectáculos parecidos, o que se pudieran introducir en un proyecto de este tipo. A continuación se muestran unos enlaces a diferentes vídeos sobre robots bailando, humanos “robotizados”, juegos de luces que se incorporan a algunas coreografías etc....:

- Robot NAO: <https://www.youtube.com/watch?v=2STTNYNF4lk>
- Robot CE-E: <https://www.youtube.com/watch?v=DIgJdg7nzS4>
- Gangnam style: <https://www.youtube.com/watch?v=CjrVzyCZmSw>
- Muñeca robótica: <https://www.youtube.com/watch?v=oazXHQu5hW4>
- Record mundial de robots bailando: https://www.youtube.com/watch?v=I4_duJpKLtQ
- Maniquí Baldora: https://www.youtube.com/watch?v=N_m8nTo01tg
- Coreografía luces, opuestos: <https://www.youtube.com/watch?v=A7IMKWvyBn4>
- Coreografía juego luces: <https://www.youtube.com/watch?v=kmK06mhkUjU>
- Robot bailando: <https://www.youtube.com/watch?v=WBuSYD8Mxbc>
- Coche transformación: <https://www.youtube.com/watch?v=yK0CYE0Fzik>
- Concurso china: <https://www.youtube.com/watch?v=jPan3RcMwLo>
- Baile del robot: <https://www.youtube.com/watch?v=ngUOX2J7AZA>
- Ubtech Alpha robot: <https://www.youtube.com/watch?v=y2qbR3TKjGs>
- The Most Awesome Robots: <https://www.youtube.com/watch?v=S5AnWzjHtWA>
- Acero puro coreografía: <https://www.youtube.com/watch?v=EdqtxKY11iE>

Alguna de las ideas que aparecen en dichos vídeos se nombrarían el día de la sesión creativa como “ideas locas” que se podrían aplicar al robot. Con esto se quería hacer ver a los asistentes a la sesión que tenían que abrir sus mentes, ir un paso más allá y no conformarse con lo básico. En este tipo de talleres hay que cumplir una serie de “reglas”:

- Suspender el juicio y/o la crítica.
- Buscarla cantidad.
- El efecto multiplicador.
- Las ideas no tienen propietario.
- Brevedad en las aportaciones.
- Crear un clima relajado, alegre y optimista en el grupo que ayude a generar ideas.

BIBLIOGRAFÍA:

Robot Hall of Fame:

- ¹<http://www.robothalloffame.org/inductees.html>
- ²<http://www.roboticstoday.com/robots/bigdog>
- ³<https://www.bostondynamics.com/bigdog>
- ⁴<http://science.howstuffworks.com/military-robot3.htm>
- ⁵https://d.wattpad.com/story_parts/383890304/images/14aaffb29c97e935334821681539.jpg
- ⁶<https://www.yashodahospitals.com/specialities/robotic-sciences/introduction>
- ⁷<http://monstruoteca.blogspot.com.es/2011/05/huey-dewey-y-louie-robots-asistentes.html>
- ⁸<https://es.pinterest.com/pin/422916221240472194/?lp=true>
- ⁹<https://www.amazon.es/iRobot-Roomba-564-PET-aspirador/dp/B003WVRHIM>
- ¹⁰<https://www.netnbuy.es/es1/aspirador-irobot-roomba-620.html>
- ¹¹https://mars.nasa.gov/mer/mission/spacecraft_surface_rover.html
- ¹²<http://www.derekscope.co.uk/mars-3/>
- ¹³<https://autodo.info/pages/t/the-terminator-robot-original/>
- ¹⁴<https://es.pinterest.com/pin/213921051021427338/?lp=true>
- ¹⁵<https://ro-botica.com/tienda/Hasta-siempre-NXT>
- ¹⁶<http://linux.softpedia.com/get/Science/SCARA-robot-100789.shtml>
- ¹⁷<http://www.machinedesign.com/robotics/what-s-difference-between-industrial-robots>
- ¹⁸www.artnet.com/artists/barton-productions/life-size-figure-of-gort-j6XiHIA8qdYtWlsD7uP9Kw2
- ¹⁹<http://www.dvdactive.com/editorial/articles/the-ten-movie-robots-that-could-destroy-us-all.html>
- ²⁰<http://www.diseno-art.com/encyclopedia/archive/ASIMO.html>
- ²¹<https://www.adslzone.net/2014/07/16/presentado-el-nuevo-robot-asimo-repaso-14-anos-de-evolucion/>
- ²²<https://www.sri.com/work/timeline-innovation/timeline.php?timeline=computing-digital#!&innovation=shakey-the-robot>
- ²³<http://www.timetoast.com/timelines/frise-historique-sur-la-robotique-dad852d2-cbae-4c56-b039-2df4fc0ff986>
- ²⁴<http://www.hammacher.com/product/10921>
- ²⁵<http://starwars.wikia.com/wiki/C-3PO>
- ²⁶<https://www.sideshowtoy.com/collectibles/star-wars-c-3po-medicom-toy-901838/>
- ²⁷<https://www.gizmodo.com.au/2017/06/uh-apple-did-you-think-this-through/>
- ²⁸<http://theycutthepower.com/t-shirts/hal-9000>
- ²⁹<https://www.walmart.com/ip/Star-Wars-Smart-R2-D2-Walmart-Exclusive/54391186>
- ³⁰<http://www.raccoongames.es/es/producto/pop-star-wars-r2-d2-jabba-s-skiff-exclusiva>

**AIBO:**

³¹<https://voltaico.lavozdegalicia.es/2016/06/robot-sony-crea-lazos-emocionales-personas/>

³²<https://en.wikipedia.org/wiki/AIBO>

NAO:

³³[https://en.wikipedia.org/wiki/Nao_\(robot\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Nao_(robot))

³⁴<http://www.andorobots.com/product/nao>

³⁵<http://aliverobots.com/precio/>

Tipos de robots:

³⁶<http://laroboticahonduras.blogspot.com.es/2012/11/la-robotica-introduccion-la-robotica-es.html>

Ventajas y desventajas de la robótica:

³⁶<http://laroboticahonduras.blogspot.com.es/2012/11/la-robotica-introduccion-la-robotica-es.html>

Robots con ojos:

³⁷<https://www.google.es/imghp?hl=es&tab=wi>

Tarde o Temprano Danza:

³⁸<http://tardeotempranodanza.wix.com/tardeotempranodanza>

Trayectos:

³⁹<http://www.danzatrayectos.com/quienes-somos/>

Experiencias similares:

⁴⁰http://www.milenio.com/cultura/Llevan-danza-robotica-Cervantino_0_589741031.html

⁴¹www.milenio.com/cultura/Humanos-robots-bailaran-Auditorio-Nacional_0_570543167.html

ANEXO IV.

ROBOT2017_PAPER

“ROBOT + DANZA. Diseño y fabricación de la carcasa de un robot para un festival de danza”

Trabajo fin de grado 2016-2017

*Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto
Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza*

Autor: ●


Miguel Franco ●

Director: ●

Jorge Sierra ●

Ponente: ●

Ignacio López ●



Integrating an autonomous robot on a dance and new technologies festival

P. Abad¹, M. Franco¹, R. Castellón¹, I. Alonso¹, A. Cambra¹, J. Sierra²,
L. Riazuelo¹, L. Montano¹, A. C. Murillo¹

¹ DIIS-i3A. University of Zaragoza, Spain

² CUD. Zaragoza, Spain

Abstract. This paper presents the results of a project to integrate an autonomous mobile robot into a modern dance performance at a dance and new technologies festival. The main goal is to integrate a simple low cost mobile robot into the dance performance, in order to study the possibilities that this kind of platforms can offer to the artists. First, this work explains the process and design to embed the robotic platform into the choreography theme. Another contribution described in this work is the system architecture proposed and built to make the robot behaviours match the artists requirements: precise, synchronized and robust robot movements. Finally, we discuss the main issues and lessons learned for this kind of robotics and arts applications and summarize the results obtained, including the successful final live performance results.

Keywords: Autonomous robots. Arts. Modern Dance.

1 Introduction

Over the last years we have witnessed the introduction of robotics into many and diverse fields. There are numerous recent attempts to integrate new AI & robotics related technologies on novel areas of application, and the Art fields are not an exception. There are many recent initiatives to study how Arts could integrate and benefit from robotics: from more generic arts and education applications [4], to approaches to create paintings made by robots [9], to build interactive sculptural systems [2] or to experiment with robotic orchestras [7]. Our work is focused on exploring possibilities of integrating a robotic member into a modern dance team.

This paper presents the results of an experimental project where an autonomous mobile robot is integrated in a performance of a modern dance festival. The main goal is to study the possibilities that a low cost mobile robot can provide artists involved on this performance. The dance and new technologies festival, Trayectos³, is being held in a public Art & Technology Center (Etopia) in Zaragoza, and the dance company involved in this project is *Tarde o Temprano Danza*⁴.

³ <http://www.danzatrayectos.com/en/laboratorio-de-danza-y-nuevos-medios/>

⁴ <http://tardeotempranodanza.wix.com/tardeotempranodanza>



Fig. 1. This project presents the results of an experiment in collaboration with different teams at an *Arts and Technology* center to integrate a TurtleBot robot into a dance and new technologies festival.

One of the challenges that makes this project original is the goal of making the robot one member of the dance team. The dance company requires the robot to have a pre-defined and accurate behaviour, since the performance is not an improvisation from their side. This means that the robot *dancer* should also *learn* its part of the choreography, to be perfectly synchronized with the rest of the team. One of the most important lessons learned during this project is that common theoretical and technical problems in robotic research are often not the main challenges faced in this type of application. The requirements and expectations from the non-robotics teams of this multi-disciplinary projects implied strong restrictions in aspects such as: very high accuracy of certain movements, restrictions on the kind of sensors that can be used, reactive behaviours that were not acceptable or limitations on the artificial markers or elements that can be added to the scenario or dancers outfit.

The main results and contributions presented in this work are:

- The analysis and proposed design of a **housing** to cover the base robotic platform (TurtleBot 2) in order to embed it into the choreography theme.
- Proposed **architecture**, software and hardware modules, to achieve the different robot behaviours following the dance company requirements.
- Details of the final *robot choreography* and **results** of the **live performance** at the festival *Trayectos 2017*.
- Discussion of the main issues and **lessons learned** for this kind of robotics and Arts application.

1.1 Related Work

As previously mentioned, we find multiple attempts to integrate robotics in Art fields, not only to study what Art can gain from robotics, but also the other way around. There are recent research publications compiling different experiments on robotics and art experiments [6] and specific sessions on top robotics research venues⁵. We can find related work from top universities involved in professional artistic venues⁶, or dissemination actions involving different Arts and robotics experiments and venues⁷ for educational purposes [10].

Robots and Dance. Particularly relevant to our project are works related to performing Arts, in particular dance and theater. We can find earlier studies that were focused on the possibilities of expressing emotion and intention through the robot body movements [11]. Among more recent works, we find researchers that propose autonomous systems that are able to react to different sounds and music, adapting for example to the music tempos or motion restrictions [1][12]. There are also many studies that consider robotic dance as a tool for therapy activities and medical applications, such as the proposed work for therapy with children [14]. More details and examples of robotics and dance applications can be found on the survey work in [13].

Closer to our goals, there are previous approaches that study how to integrate robots on a dance activity or performance. There are researchers studying how to design a robotic dance partner, analyzing the human-robot coordination [8][15]. They propose a system that reacts to physical interactions thanks to the use of an omni-directional mobile base equipped with force sensors. There is little experimental prior work focused on the artist requirements to design the robot choreography as part of the artist's performance [3]. The focus on integrating the robot as one member of a hybrid human-robot team is a key component in our work. Differently from most prior works on dance, we have targeted our work to evaluate the reach of a low cost platform, in collaboration with local artists, making emphasis on the robot being one more member in the dance team. This goal has highlighted the need of certain capabilities in the robot such as accuracy and exact time synchronizations, rather than reactive behaviours and improvisation from more autonomous robotic platforms in prior work.

Autonomous robot navigation. Additionally, there is essential related work to our project in the areas of mapping and localization. We have used well established approaches for 2D mapping [5] and particle filter based localization [16], using a 2D scanning sensor mounted on a mobile robot, as detailed in the following sections. These algorithms have enabled us to robustly run the dance performance, even with cluttered background and frequent large occlusion to the robot sensors field of view and with very heterogeneous lighting and clutter conditions across executions.

⁵ <http://www.roboticart.org/iros2017/>

⁶ <http://artpower.ucsd.edu/dancing-robot-huang-yi-kuka/>

⁷ <https://www.robofest.net/index.php/current-competitions/graf>

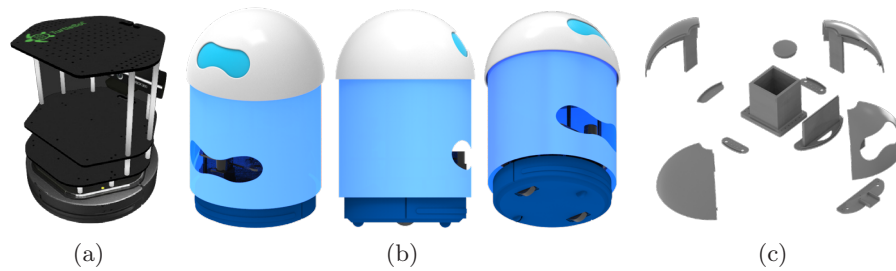


Fig. 2. 3D models of original Turtlebot 2 (a), housing designed in this project, from different points of view (b) and 3D printed pieces, including housing parts and support pieces to hold sensors and LEDs (c).

2 Robot Design

This section describes the design and main components of the robotic platform used in this project. To help convey the message of the artists for the performance, about the mutual influence between robot and human, a housing was developed for the robot model used, TurtleBot 2⁸. Fig. 2 shows a rendered image of the original TurtleBot 2 model together with three different points of view rendered of the robot equipped with the designed housing.

Robot Housing. The housing was designed and manufactured in collaboration with the choreography team to establish a common conceptual idea. This idea emerged in a creative session that took place at the beginning of the project, lead by the design specialists of the team. It served so that the different parts of the project followed the same line of work with some common final objectives towards the final demo at the dance festival. The design of the housing was strongly influenced by some restrictions inherent to the robotic platform. The most significant ones are:

- The size of the open hole around the laser sensor, to allow its operation.
- The maximum weight restriction of 5kg on the base.
- The need to leave easy access to charging and device ports.

Additionally, the artists and choreographers from the dance company had strong preferences to make the robot look *alive* and cute for the public. This limited the position of robot *face* and eyes and encouraged the possibility to simulate *breathing*. One of the main challenges at this step was to give unity to all these different requirements and restrictions. As it can be seen in Fig. 2 (b), besides the main housing (head built from 3D printed pieces and body cover consisting of a translucent and light cylinder), there were multiple small additions to give a clean and modern appearance, such as the eyes area transparent cover and multiple stickers to make the look as homogeneous as possible. Fig. 1 shows the final appearance of the robot.

⁸ <http://www.turtlebot.com/turtlebot2/>

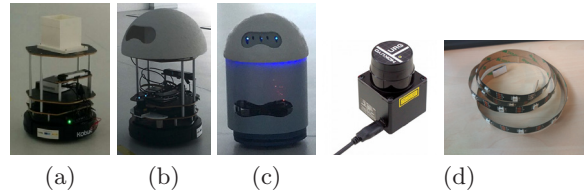


Fig. 3. Different stages of the final appearance of the robot (a-c) and main components, scanning laser rangefinder and LED stripes, used in the final version (d).

Sensors and actuators. In addition to the robot housing, several additional pieces were developed to serve as support elements, both for the housing itself and for other internal elements and sensors. The vast majority of these parts have been manufactured with a 3D printer, and therefore need to be split into pieces that fit the measurements of the printing area of the 3D printer available. Fig. 2(c) shows the 3D model of all these support pieces, including head cover pieces, internal holds for sensors and other small components. Fig. 3 shows different stages of the robot as the different components were built and attached.

Different sensors were considered during the initial stages of this project, but many were discarded mainly for development time and weight restrictions or robustness and accuracy requirements. Besides the basic TurtleBot on-board sensors, as shown in Fig. 3d, we added a Hokuyo laser scan (since it was the most robust choice to map the environment given the requirements and restrictions of the scenario) and programmable LED stripes (since they were the only available additional component to give expressive capabilities to the system that fit the scenario and artists requirements and restrictions).

Finally, we considered adding additional moving parts to the robot that had to be discarded due to weight limits on the base platform.

3 System Description

This section describes the main modules of the proposed system: 1) the modules used to map the environment where the robot is going to perform its tasks; 2) the system architecture built to program all the mobile robot tasks.

3.1 Modeling and localizing the robot in the environment

Requirements and Set up. The location where the performance is happening is an open space rather than a conventional scenario (more details in next Section). This means there is no physical separation between the public and the performance space. To ensure certain static geometric components that the robot can easily incorporate into the model (map) of the working environment, some separating elements are needed. When building these elements, the main requirements were:

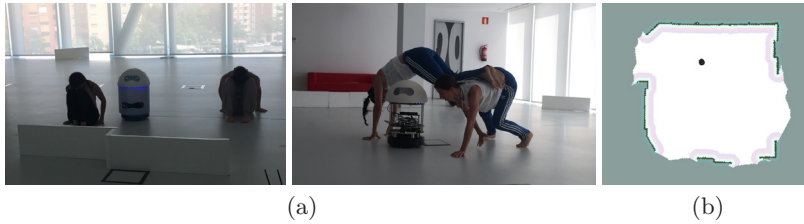


Fig. 4. Images from training sessions where we can see the panels used to limit the robot map of the performance space (a). Sample map from the performance area (b).

1. To follow the aesthetic requirements of the artists.
2. To avoid any unnecessary occlusions of the performance to the public.

As a low cost solution, a few expanded polystyrene blocks were made and arranged throughout the performance space. In Fig. 4(a) we can see some of these blocks (white small panels) during training sessions of the choreography.

Mapping. The map collection was carried out using a standard mapping node available in ROS⁹. This mapping node implements the well known SLAM algorithm from [5] and allows us to easily build a map from 2D laser scan data.

This map allows the robot to locate itself in any moment as long as the mapped place layout does not change. Fig. 4(b) shows a map obtained on the performance scenario area. Note that the *obstacle-map* view shown in that figure enlarges the unreachable regions around not only the obstacles but also the limits/walls of the scenario. This means that the robot is not allowed to get too close to the actual physical elements to avoid collisions. This feature is a common navigation safety feature that needs to be taken into account carefully when designing the choreography, since when using the map navigation features, the robot can not reach any position very close to any obstacle (including the dancers). We need to disable this for dynamic obstacles if we want to be able to have the robot move very close to the other dance team members, as it can be seen in many of the examples in this paper, such as Fig. 4(a).

Localization. The robot localizes itself on the available map using the 2D laser scan data. This method enhance the first attempt based only on odometry which is only useful for short periods of time. The system uses the available AMCL localization ROS node¹⁰. This localization approach is a well known probabilistic 2D localization method which implements an adaptive Monte Carlo localization approach using a particle filter to track the robot pose on a known map, as described in [16]. Fig. 5 shows some of the main ingredients of this approach. The robot uncertainty about its location depends on how well the algorithm is able to align the current 2D scan data with the known map of the environment.

⁹ <http://wiki.ros.org/gmapping>

¹⁰ <http://wiki.ros.org/amcl>

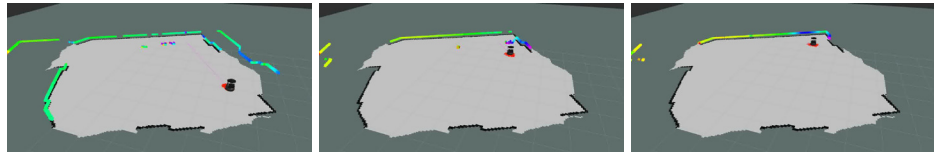


Fig. 5. Robot planning and executing a trajectory to reach a given target location in the map (visualization in *RosViz*). The thick green and blue contours matching map contours are laser scan points aligned with the map. The thinner pink line starting at the robot represents the planned trajectory. The red segments around the robot represent the robot location uncertainty.

3.2 Architecture of the System

The system used to control the robot in this project has two main components, to control the robot movements and to control the LEDs.

Motion module. The system to control the robot has been built using ROS (Robot Operating System) and its available capabilities for the TurtleBot2 platform ¹¹. There are two essential elements for our motion module: odometry estimation and localization on the scenario map. Figure 5 shows several snapshots of the robot executing a trajectory following a local planner to reach a goal. However, there are many situations where it is impossible to perform this planned movement towards a goal. This is because often the movement to be performed by the robot must be more precise in both position and time of execution, because it has to be synchronized with the music. In these cases, the robot has to execute movements purely based on its odometry.

A diagram of the main ROS nodes and topics used in our system is shown in Fig. 6. It is composed by several ROS modules which provide the robot with the capability of autonomous navigation (red on *move_base*) and localization (green ones *map_server*, *amcl*). The navigation is based on a reactive obstacle avoidance method and also incorporates a planner for computing the path to the goal assigned. The localization modules provides the location of the robot during the performance. It is based on a pre-built map and a particle filter which provides a localization. The blue module *figuras_node* is synchronized with the music, and it is in charge of the control of all the performance choreography (details on the specific trajectories generated are given in next section). It sends velocity commands to the low lever robot controller in order to perform a movement, and also sends goals in the global frame of the map to the navigation system.

LEDs module. We used 2 LED strips, each one containing 32 *RGB*-programmable LED components. We use the high-level API provided by the manufacturer ¹² and focus on the colour and timing programming of each LED. The LEDs humanize the robot. One strip is used to emulate the robot eyes and other body

¹¹ <http://wiki.ros.org/indigo>, http://wiki.ros.org/turtlebot_navigation/

¹² <https://github.com/arvydas/blinkstick-python>

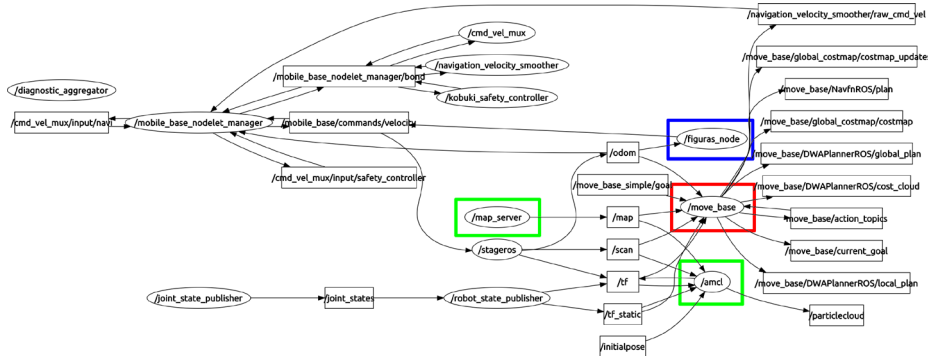


Fig. 6. Diagram of the main ROS modules used in our system.

parts. The second strip is just for aesthetic purposes. In addition to the aesthetic goals, these LEDs help the dancers to see in which modules the robot is running at all times. This allows them to synchronize with the robot and between them using the LEDs as a reference.

The LEDs module is run in parallel threads to the main process at all times, selecting different behaviours depending on the part of the choreography, such as moving forward, backward or accelerating, stopped looking to the public, stopped waiting to synchronize with the timings or rotating to align with the public. The LED stripe enables separated programming of the RGB color of each LED, therefore once the stripes were attached to the robot we could easily configure which led correspond to the eyes, heart or head of the robot.

4 Experiments

This section details the set up used and the main results obtained from the experiments performed before and during the dance festival.

Set up. The final configuration and on-board sensors of the robotic platform used in all the experiments have been detailed in previous Sec. 2. About the particular details of the software platform, our system uses the Indigo ROS distribution¹³ over Ubuntu 14.04 installed on the main on-board computer. The TurtleBot 2 platform has an embedded computer to control the low level motion modules of the robot, and an additional computer mounted on the robot plates where we the main software components, including ROS, are installed. Our platform is equipped with a Intel NUC 6i5SYH (Intel Core i5-6260U, 8GB DDR4).

Scenario. The performance of this project is executed on a large open space that belongs to a residence in the center of Art and Technology Etopia¹⁴, shown in

¹³ <http://wiki.ros.org/indigo>

¹⁴ <https://www.zaragoza.es/ciudad/etopia/>



Fig. 7. Panoramic view of live performance scenario. Red rectangle highlights where the actual performance happens. The public occupied the rest of the open space.

Fig. 7. Not all the space is mapped by the robot because a large part needs to be kept free for the public.

4.1 Choreography

The final choreography designed for the robot is represented in the diagrams from Fig. 8. The choreography consists of several figures whose execution took around 12 minutes, with three different music themes combined.

Robot movement types. As previously mentioned, the movements of the robot can be divided on two groups.

odometry-based movements. Most of the specific trajectories had to follow certain geometric shapes and traverse exact distances in specific time intervals. In order to have tight control over this, many trajectories were designed to be executed using trajectory generation based purely on odometry estimation and verification (blue trajectories on the figures).

map-goal-based movements. In several key steps along the choreography, the robot executed trajectories using the autonomous navigation module (green trajectories in the figures). These trajectories are executed according to the localization algorithm (AMCL ROS node) that locates the robot within the existing environment map. This requires varying waiting times at the end of this figures/movements, which are not ideal for the artists, but were necessary to avoid collisions due to inevitable accumulated odometry drift over time.

Robot movement error analysis. We executed the whole choreography trajectories in the simulation environment available for TurtleBot within ROS, but we observed that the execution times and odometry drifts were not equivalent, probably due to the varying weight, balance and set up of our platform compared to the original TurtleBot model incorporated in the simulator. It is not possible to provide quantitative analysis of errors for specific movements, because of the difficulty of repeating exactly the same experiment multiple times.

For the *map-goal-based* movements, the acceptable error is directly configured in the ROS node configuration parameters, because they allow us to establish the acceptance threshold to consider that the robot has reached a position.

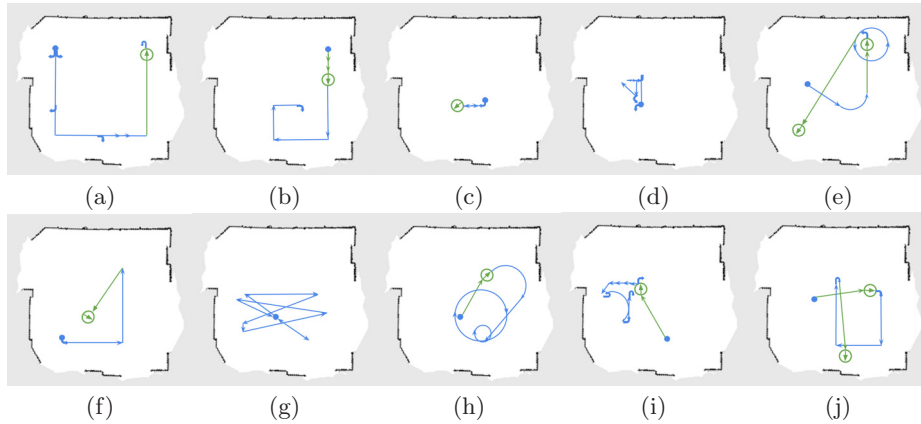


Fig. 8. Robot Choreography. Sorted diagrams (a)-(j) representing the movements performed by the robot. Blue: *odometry-based* movement. Green: *map-goal-based* movement. Thick blue dot in each diagram: starting point in that part. The blue arrows indicate rotations and directions of movement.

For the *odometry-based* movements, there is higher variability on the error values and significance. The accumulated error from the odometry was not significant when the accuracy of the trajectory shape and timing were more important for the artists than the particular location in the map where it is being performed (e.g., the circular trajectories in Fig. 8(h)). However, in other choreography figures a small error in odometry estimation means a collision with the walls (e.g., end of Fig. 8(a)) or with the dancers (e.g., beginning of Fig. 8(i)). When the robot traverses a narrow space near the dancers, it is very likely that the dancers accidentally push the robot and strongly affect the odometry. In this parts, the robot moves to a specific location in the map rather than following a particular trajectory and speed.

4.2 Live Performance Results

As planned, the final demonstration of the choreography was performed on the *Trayectos festival*¹⁵. The festival performance consisted on two executions of the choreography, both of which were executed perfectly without any issues, in a full scenario, with more than 100 people in the public for each of them. Figure 9(a) shows several moments from the performance from the public perspective and from the robot monitoring system. Note how close the robot and the dancers move in some of the figures. Figure 9(b) shows additional images of the performance where we can appreciate the difficulty to synchronize some of the designed choreography figures.

¹⁵ Video available online: <http://robots.unizar.es/data/videos/robot17Etopia.mp4>

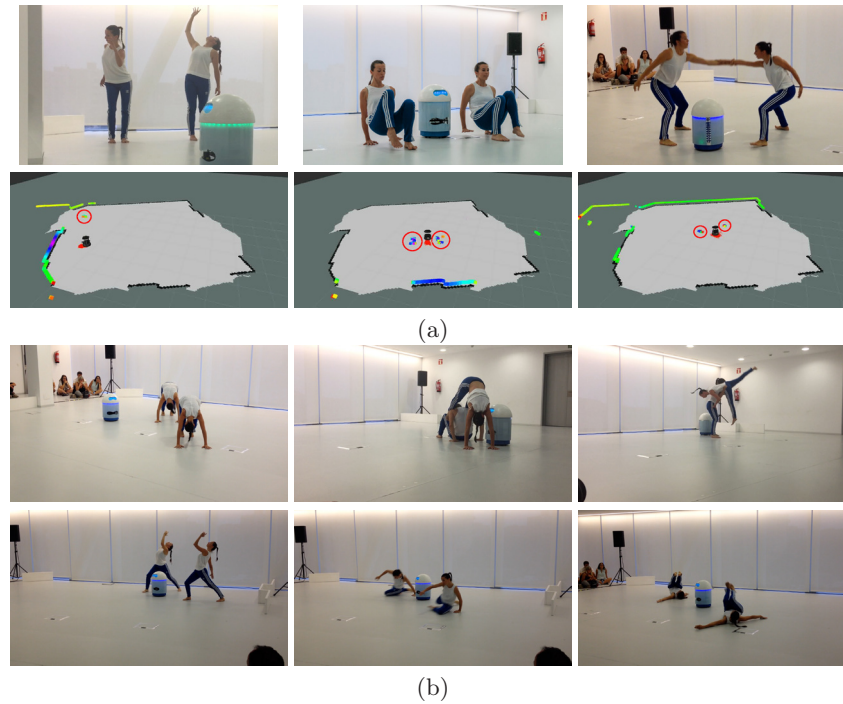


Fig. 9. Results from the live performance. (a) images from the public perspective (top) and from the robot monitoring logs (bottom) using the RViz viewer. The white and gray areas are the loaded map, the coloured points correspond to the current 2D laser scan measurements. Note the laser points that correspond to the dancers marked with a red circle. (b) Additional examples of synchronization figures where speed and length of the trajectory synchronization is essential.

5 Conclusions

This paper has presented our experience and results integrating a low cost robotic platform on a dance performance. The main goal was to integrate the robot as part of the team in the dance performance. Therefore, the robot should have an accurate and repeatable choreography synchronized with the human dancers. The choreography was successfully designed and executed on the *Trayectos* festival as planned, thanks to a multidisciplinary team effort, between dance company, design and robotic engineers and researchers. Some of the most interesting lessons learned from this experiment have been the efforts required to bridge the gaps between the Art and Robotics worlds, starting from requirements and goals from each of the groups. From the artistic side, the aesthetics, accurate and repeatable movements were more critical than sophisticated localization algorithms or reactive behaviours, which were not feasible to be used in a synchronized manner as required. This initial experiment has opened new paths to future

collaborations, where integrating coordinated multi-robot teams and additional sensors and reactions are part of future work possibilities.

References

1. Aucouturier, J.J., Ogai, Y., Ikegami, T.: Making a robot dance to music using chaotic itinerancy in a network of fitzhugh-nagumo neurons. In: *Neural information processing*. pp. 647–656. Springer (2008)
2. Chan, M.T., Gorbet, R., Beesley, P., Kulič, D.: Curiosity-based learning algorithm for distributed interactive sculptural systems. In: *IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems*. pp. 3435–3441. IEEE (2015)
3. Choi, T., Do, H., Kim, G., Kyung, J., Moon, J.Y.: An example of performing art with robot. In: *Int. Conf. on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence*. pp. 905–906. IEEE (2016)
4. Chung, C.C.J.: Integrated steam education through global robotics art festival (graf). In: *Integrated STEM Education Conference*. pp. 1–6. IEEE (2014)
5. Grisetti, G., Stachniss, C., Burgard, W.: Improved techniques for grid mapping with rao-blackwellized particle filters. *IEEE Trans. on Robotics* 23(1), 34–46 (2007)
6. Herath, D., Kroos, C., et al.: *Robots and Art: Exploring an Unlikely Symbiosis*. Springer (2016)
7. Kapur, A., Darling, M., Diakopoulos, D., Murphy, J.W., Hochenbaum, J., Vallis, O., Bahn, C.: The machine orchestra: An ensemble of human laptop performers and robotic musical instruments. *Computer Music Journal* 35(4), 49–63 (2011)
8. Kosuge, K., Hayashi, T., Hirata, Y., Tobiya, R.: Dance partner robot-ms dancer. In: *IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems*. vol. 4, pp. 3459–3464 (2003)
9. Kudoh, S., Ogawara, K., Ruchanurucks, M., Ikeuchi, K.: Painting robot with multi-fingered hands and stereo vision. *Robotics and Autonomous Systems* 57(3), 279–288 (2009)
10. Martin, C., Hughes, J.: Robot dance: Edutainment or engaging learning. *Proc. of the 23rd Psychology of Programming Interest Group PPIG 2011* (2011)
11. Nakata, T., Sato, T., Mori, T., Mizoguchi, H.: Expression of emotion and intention by robot body movement. In: *Proc. of the 5th Int. Conf. on Autonomous Systems* (1998)
12. Okamoto, T., Shiratori, T., Kudoh, S., Nakaoka, S., Ikeuchi, K.: Toward a dancing robot with listening capability: Keypose-based integration of lower-, middle-, and upper-body motions for varying music tempos. *IEEE Trans. on Robotics* 30(3), 771–778 (2014)
13. Peng, H., Zhou, C., Hu, H., Chao, F., Li, J.: Robotic dance in social robotics taxonomy. *IEEE Trans. on Human-Machine Systems* 45(3), 281–293 (2015)
14. Suzuki, R., Lee, J., Rudovic, O.: Nao-dance therapy for children with asd. In: *ACM/IEEE Int. Conf. on Human-Robot Interaction*. pp. 295–296 (2017)
15. Takeda, T., Kosuge, K., Hirata, Y.: Hmm-based dance step estimation for dance partner robot-ms dancer. In: *IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems*. pp. 3245–3250 (2005)
16. Thrun, S., Burgard, W., Fox, D.: *Probabilistic Robotics*. MIT Press

ANEXO V.

MODELADO 3D Y MONTAJE

“ROBOT + DANZA. Diseño y fabricación de la carcasa de un robot para un festival de danza”

Trabajo fin de grado 2016-2017

*Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto
Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza*

Autor: ●

Miguel Franco ●

Director: ●

Jorge Sierra ●

Ponente: ●

Ignacio López ●



ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN

3

DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA

4

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS PIEZAS 15

MONTAJE DE LA CARCASA

29

BIBLIOGRAFÍA

34

INTRODUCCIÓN:

Uno de los objetivos de este proyecto, “Danza y robótica – Laboratorio de danza y nuevos medios”, era fabricar mediante impresión 3D y otras técnicas la carcasa del Turtlebot que se iba a utilizar durante el festival. Para ello fue necesario incorporar programas DAO (también conocidos como programas CAD, Computer Aided Design) durante el desarrollo del trabajo.

Estos programas se caracterizan por poseer un amplio rango de herramientas computacionales, dividiéndose principalmente en programas de dibujo 2D o de modelado 3D. En nuestro caso, se ha trabajado con estos últimos.

Este tipo de programas que te permiten modelar en 3D, te permiten generar puntos, líneas, arcos, polígonos... y operar con ellos, del mismo modo que lo hacen los de 2D. Pero además, incorporan superficies y sólidos.

Durante la etapa de diseño de la carcasa del robot, se ha estado trabajando con Autodesk Inventor. A diferencia de otros programas como Autocad, éste trabaja con técnicas de modelado paramétrico. Esto quiere decir, que si se modifican las dimensiones de una determinada geometría, ésta se actualiza inmediatamente.

Inventor te permite crear piezas, ensamblajes (conjunto de piezas y que relación hay entre ellas, como caras paralelas, distancia entre piezas...), vistas del dibujo o presentaciones.

Además, este programa da la posibilidad de exportar el archivo en diferentes formatos. Uno de ellos es STL. Éste se utilizó para poder imprimir las piezas con una impresora 3D.

Sin embargo, la gran mayoría de aplicaciones DAO generan errores en sus archivos STL. Para asegurar que la pieza se va a fabricar correctamente, se utilizó el programa CURA. CURA te permite reparar esos pequeños fallos que se han producido durante la exportación del archivo a formato STL. También convierte el modelo en una serie de capas delgadas y genera un archivo ‘.gcode’. Éste contiene una serie de instrucciones adaptadas a una impresora 3D. En nuestro caso se iba a utilizar una impresora Witbox (**Fig. 1.**).



Fig.1.¹ Impresora Witbox de bq, como la que se utilizó para fabricar la mayoría de las piezas de la carcasa.

¹<https://www.geeknetic.es/Noticia/5900/Bq-Witbox-una-impresora-3D-fabricada-en-Espana.html>

DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA:

Antes de empezar a diseñar la carcasa del Turtlebot, se realizó el modelado 3D del robot. Esto fue posible gracias a los planos de cada una de las piezas del robot ([páginas 5-14.](#)) y medidas que se tomaron directamente desde el Turtlebot. Una vez terminada esta representación 3D ([Fig. 3-4.](#)), ya se podía comenzar a modelar las diferentes alternativas de la carcasa. Pues teníamos disponible todas las dimensiones con exactitud del robot que limitaban nuestro diseño (radio exacto de la base, dimensiones de las diferentes plataformas con las que cuenta el robot, distribución y medidas de los orificios de dichas plataformas...).

Además, daba la oportunidad de tener a disposición el robot en cualquier momento, ya sea virtualmente o de manera física. Esto permitía que el equipo de diseño no dependiera de las otras partes para avanzar con sus tareas más específicas (diseñar y fabricar la carcasa).

Otra ventaja de contar con el modelo 3D, era la posibilidad de calcular cualquier distancia entre piezas en un momento determinado. Esto fue clave cuando se decidió cambiar el láser de sitio ([Fig. 2.](#)). Con este cambio se necesitaba saber cuál era la distancia de la parte superior del láser al suelo para poder construir las barreras del escenario, necesarias para generar el mapa de coordenadas del robot.

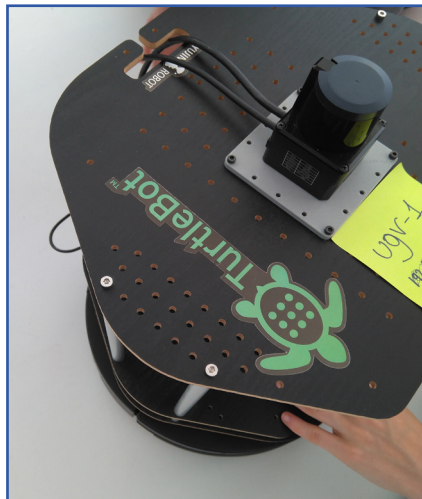


Fig. 2. Posición inicial del láser

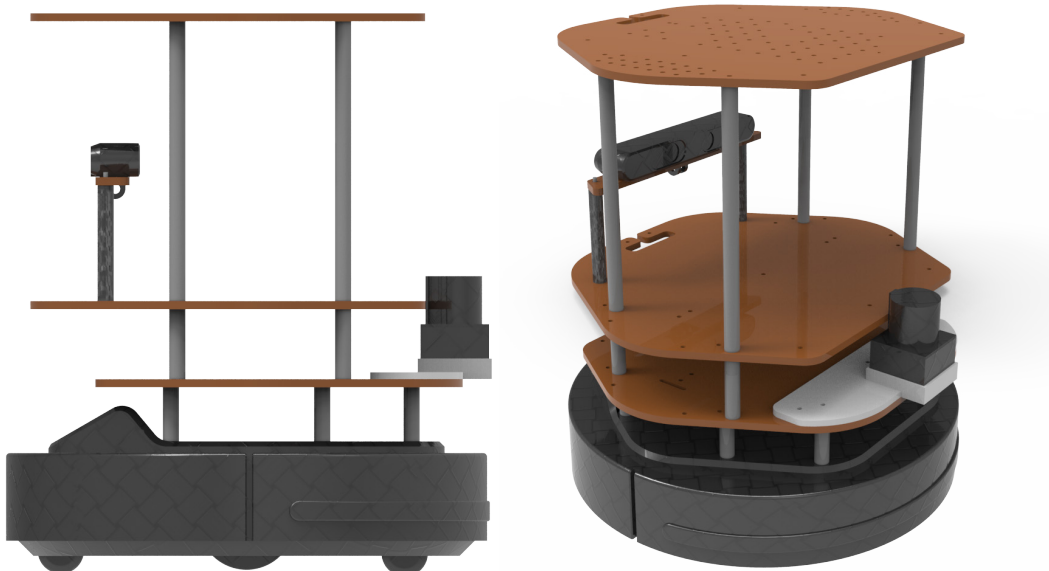
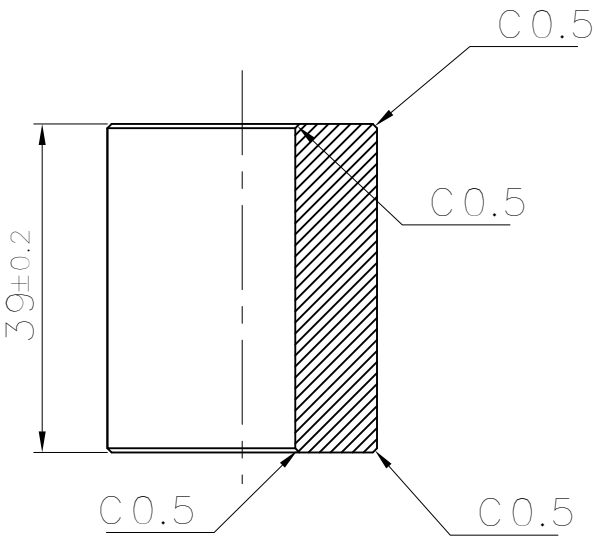
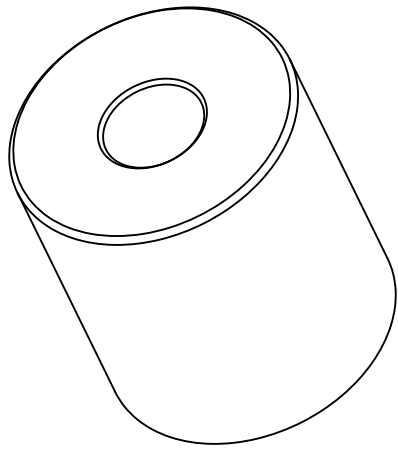
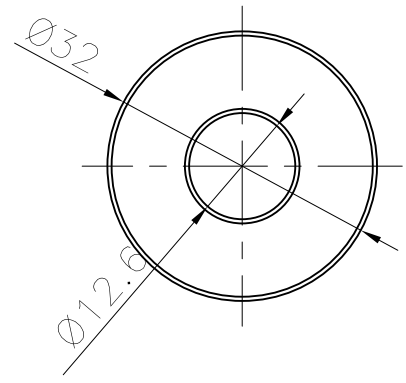


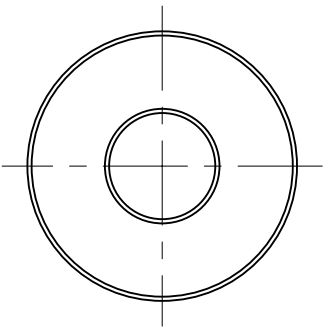
Fig. 3-4. Varias vistas del modelo 3D del Turtlebot con sus componentes internos.

MARK	MODIFICATION	CUASE OF MODIFICATION	DATE	NAME	APPROVA
△					
△					

A
B
C
D
E



GENERAL TOLERANCE (±)			
GRADE	A	B	C
4 BELOW	0.05	0.10	0.25
4-16	0.07	0.20	0.35
16-63	0.10	0.30	0.50
63-250	0.18	0.55	0.90
250-500	0.30	0.90	1.50
500-1000	0.50	1.50	2.50



NOTE

- General tolerance : B grade
- surface roughness $\sqrt{6.3}$ 12.5S (0.00125 mm)
S : highest height
- surface treatment : Nickel plated
- overall surfaces : no burr and disfigurement.

1	2103701450	DUMMY PIPE	2	SS41		
NO	CODE No.	PART NAME	Q'TY	MATERIAL	DIMENSION	REMARK
SCALE UNIT	1/1	DESIGN	REVIEW	APPROVAL	DUMMY PIPE	
	mm			NS LEE		
				2012.09.28	PART	
YUJIN ROBOT			MODEL	TURTLE BOT	PIPE	CODE 2103701450

1

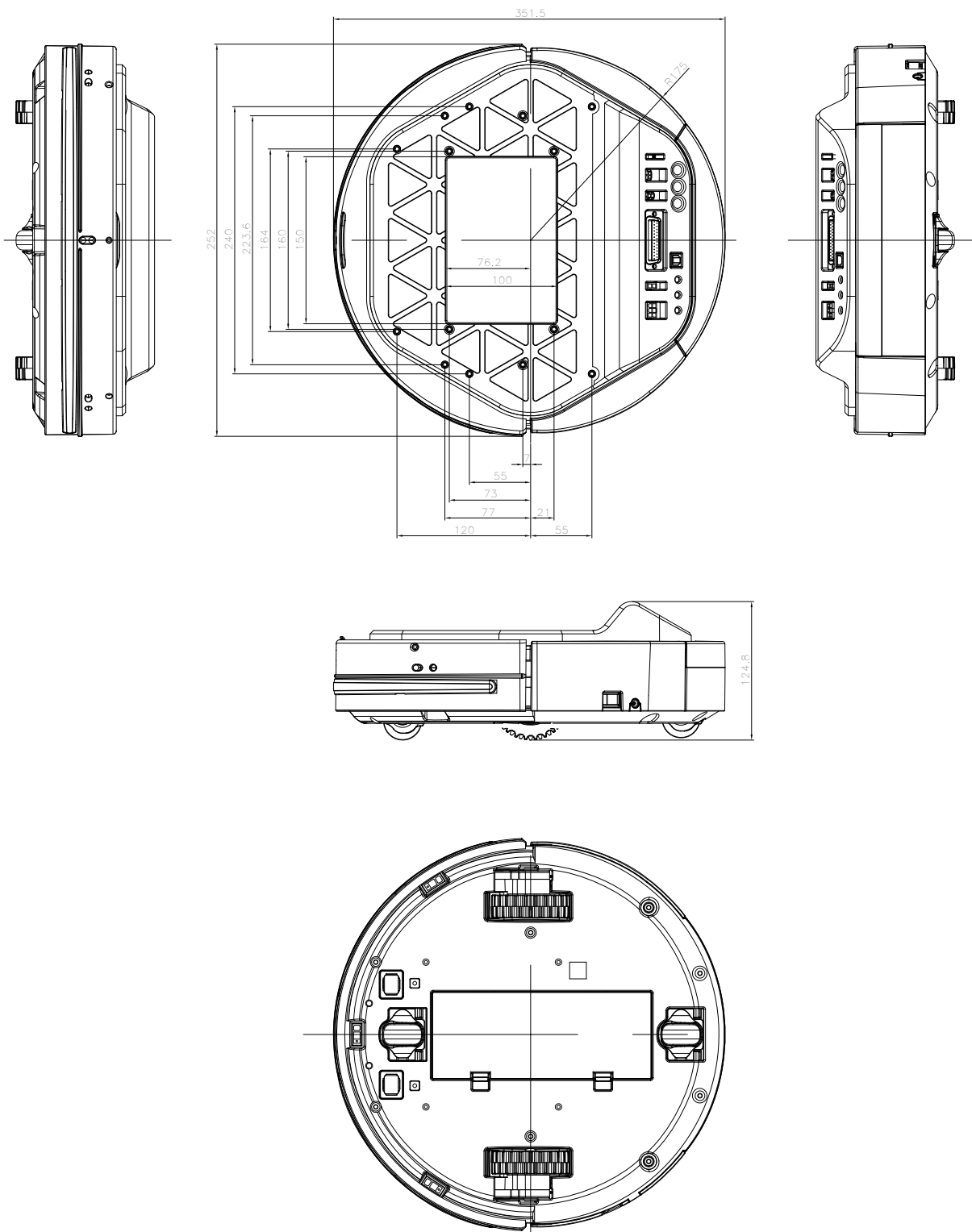
2



3

4

MARK	MODIFICATION	CUASE OF MODIFICATION	DATE	NAME	APPROVA
△					
△					



A
B
C
D
E



1							
NO	CODE No.	PART NAME		Q'TY	MATERIAL	DIMENSION	REMARK
SCALE UNIT	DESIGN	REVIEW	APPROVAL	PART	Kobuki		
	mm						
YUJIN ROBOT		MODEL	TURTLE BOT		CODE		

1

2



3

4

MARK	MODIFICATION	CUASE OF MODIFICATION	DATE	NAME	APPROVA
△					
△					

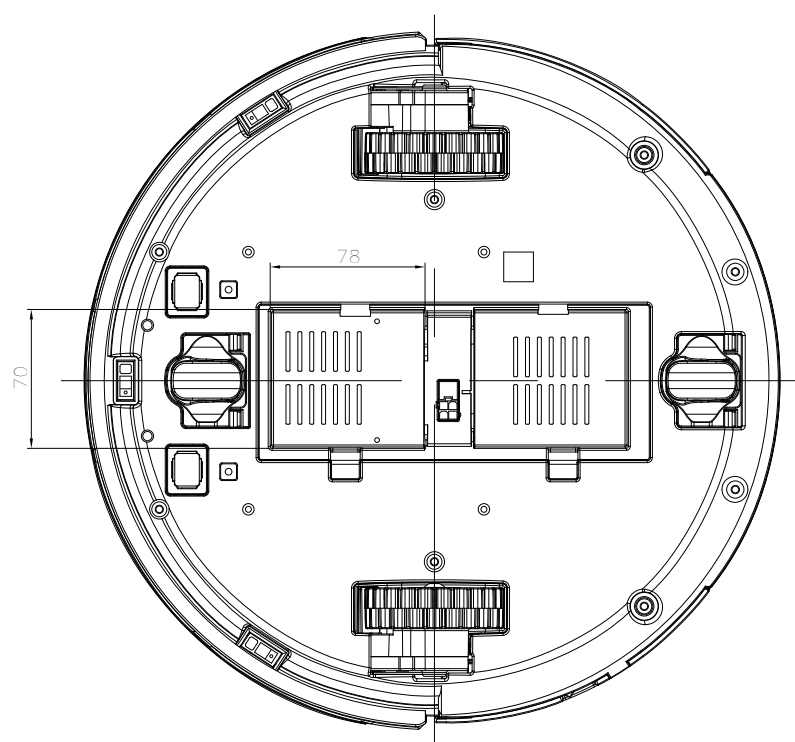
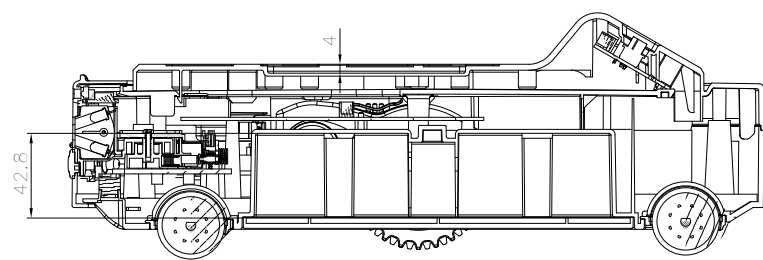
A

B

C

D

E

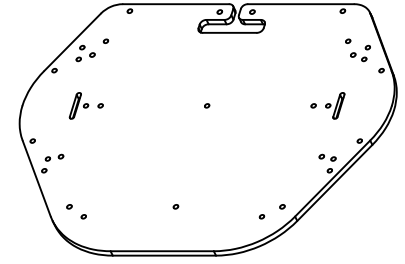
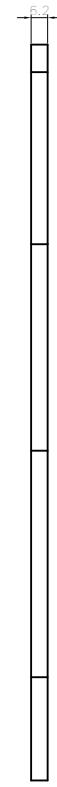
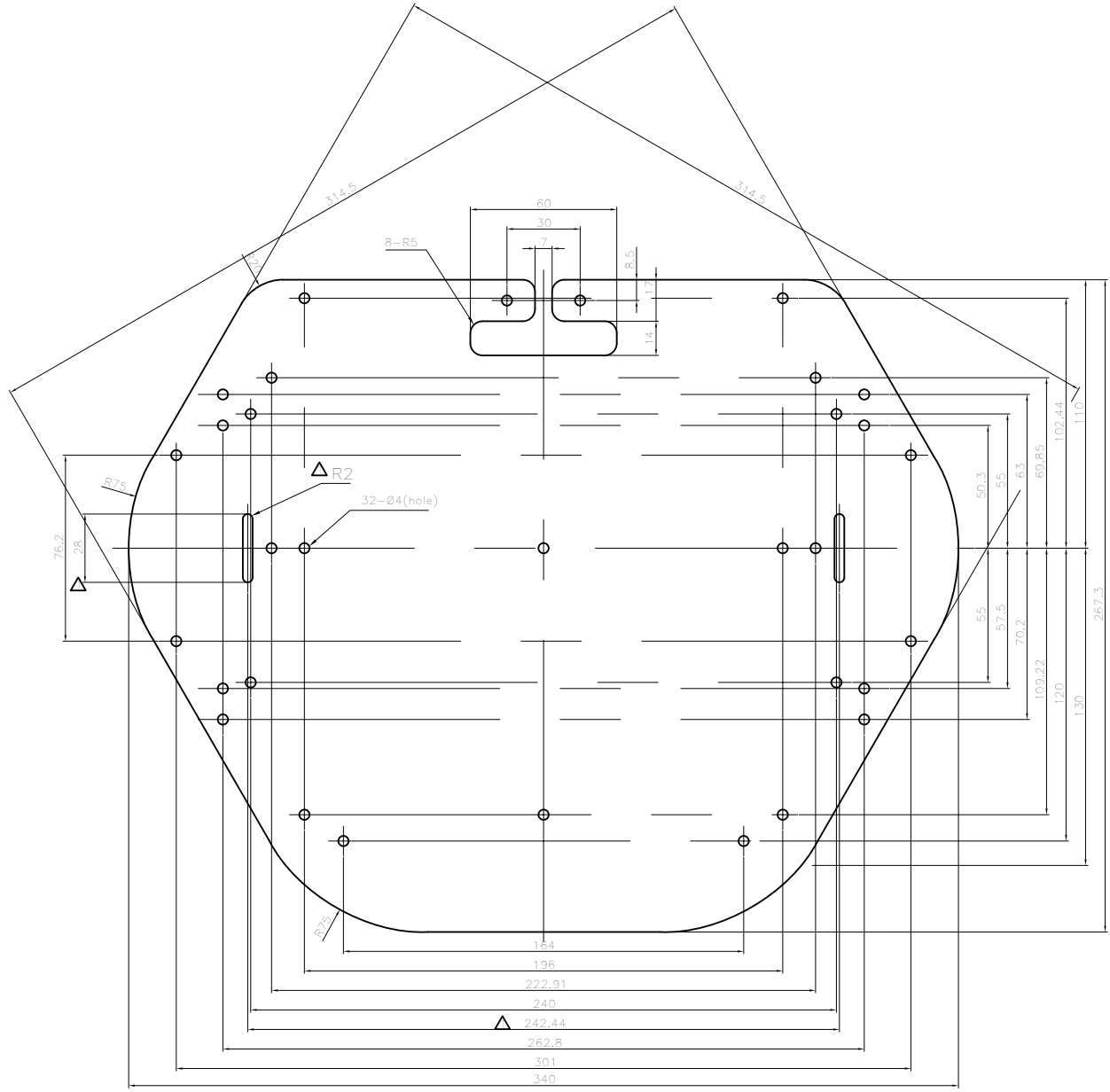


1							
NO	CODE No.	PART NAME		Q'TY	MATERIAL	DIMENSION	REMARK
SCALE UNIT	DESIGN	REVIEW	APPROVAL	PART	Kobuki		
	mm		2012.11.30				
YUJIN ROBOT		MODEL	TURTLE BOT		CODE		

2103800100

CODE

MARK	MODIFICATION	CUASE OF MODIFICATION	DATE	NAME	APPROVA
▲	x3 2D, 3C, 4G	additional holes	2012.11.19		NS LEE
▲					



- NOTE
1. 일반 가공 공차 : B 급
 2. 표면에 날카로운 Burr 등이 없을 것.
 3. material : MDF 합판, 6t, black 코팅

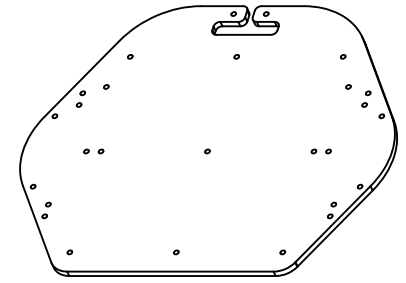
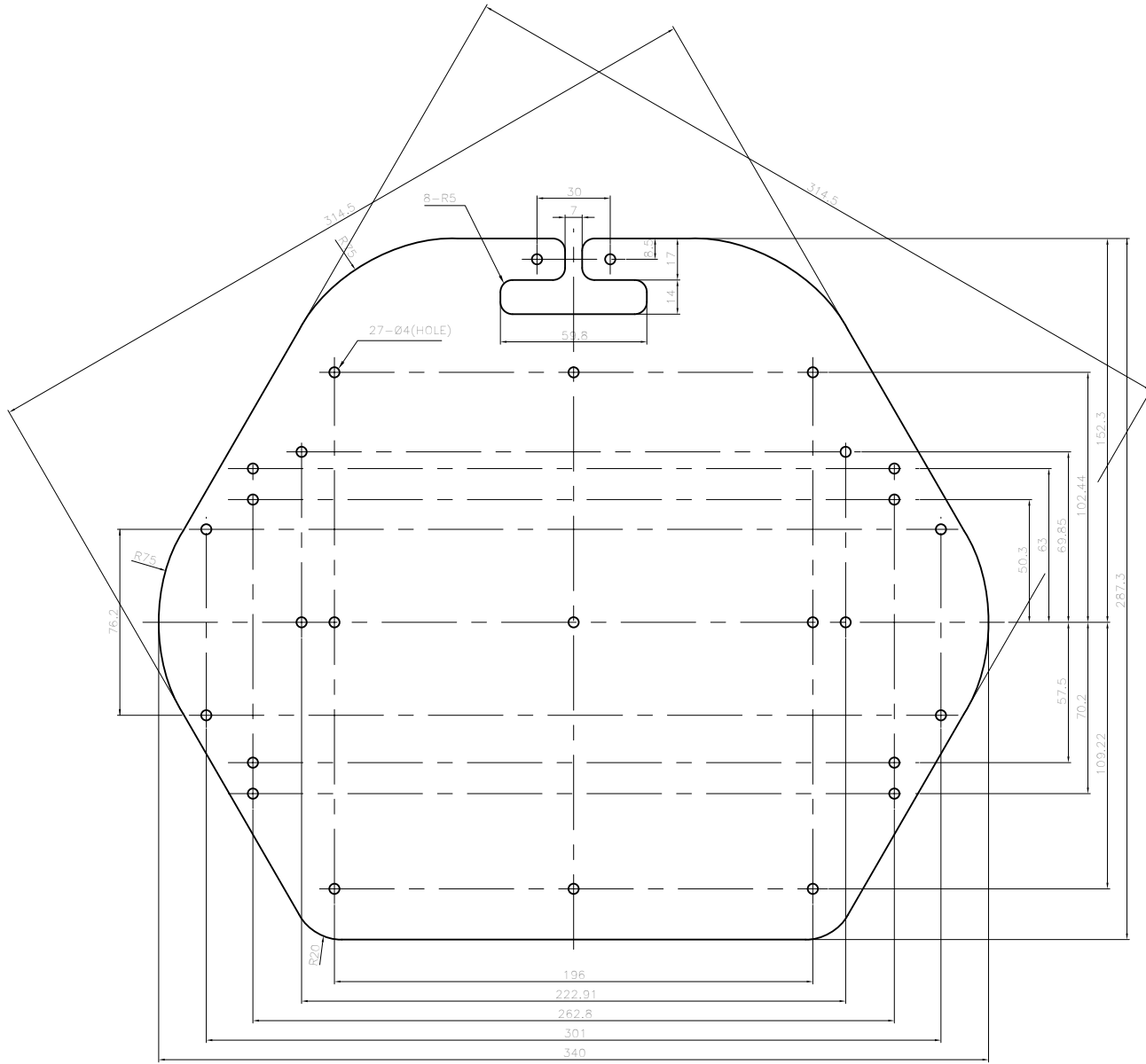
일반 가공 공차(±)				
등급	A급	B급	C급	
4 이하	0.05	0.10	0.25	
4-16	0.07	0.20	0.35	
16-63	0.10	0.30	0.50	
63-250	0.18	0.55	0.90	
250-500	0.30	0.90	1.50	
500-1000	0.50	1.50	2.50	

1	2103800100	DISK 1	1	MDF 합판, black 코팅		
NO	CODE No.	PART NAME	Q'TY	MATERIAL	DIMENSION	REMARK
SCALE	DESIGN	REVIEW	APPROVAL	PART DISK 1		
UNIT			NS LEE			
			2012.10.09			
YUJIN ROBOT		MODEL	TURTLE BOT	PLATE	CODE	2103800100

2103800200

CODE

MARK	MODIFICATION	CAUSE OF MODIFICATION	DATE	NAME	APPROVA
▲					
▲					



NOTE

1. 일반 가공 공차: B 급
2. 표면에 날카로운 Burr 등이 없을 것.
3. material : MDF 합판, 6t, black 코팅

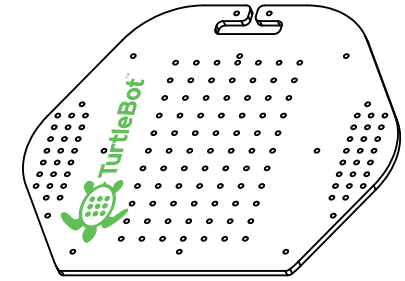
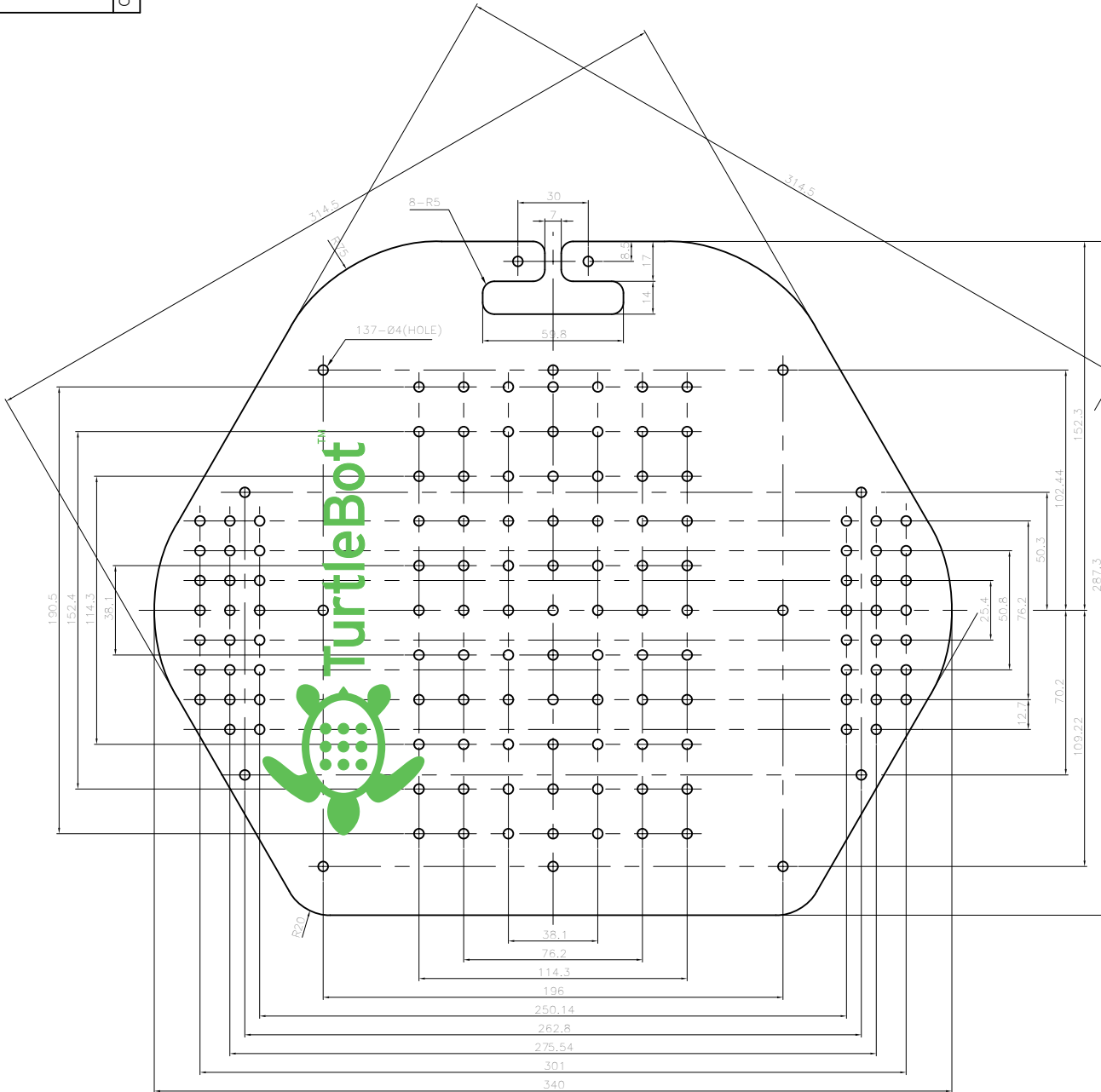
일반 가공 공차(±)			
등급	A급	B급	C급
4 이하	0.05	0.10	0.25
4-16	0.07	0.20	0.35
16-63	0.10	0.30	0.50
63-250	0.18	0.55	0.90
250-500	0.30	0.90	1.50
500-1000	0.50	1.50	2.50

1	2103800200	DISK 2	1	MDF 합판, black 코팅		
NO	CODE No.	PART NAME	QTY	MATERIAL	DIMENSION	REMARK
SCALE	DESIGN	REVIEW	APPROVAL	PART DISK 2		
UNIT			NS LEE			
			2012.10.09			
YUJIN ROBOT		MODEL	TURTLE BOT	PLATE		CODE 2103800200

2103800300

CODE

MARK	MODIFICATION	CAUSE OF MODIFICATION	DATE	NAME	APPROVA
△					
△					



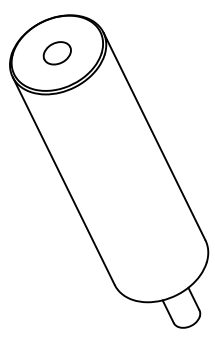
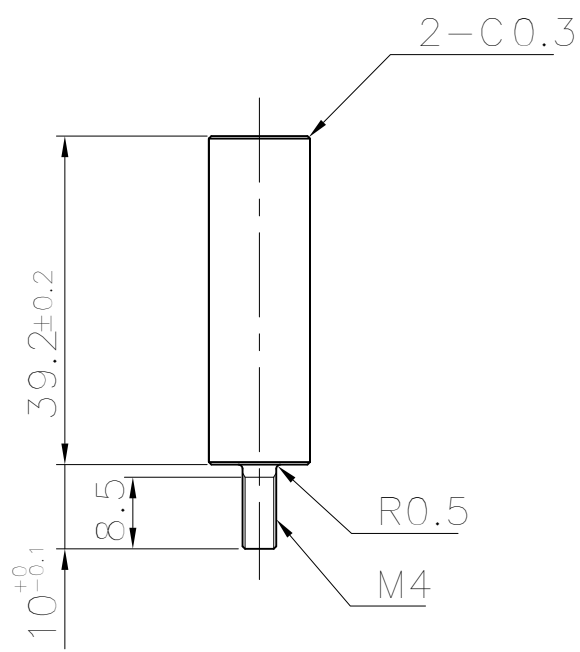
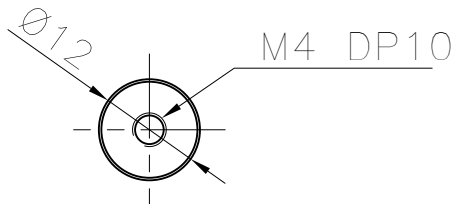
- NOTE
1. 일반 가공 공차: B 급
 2. 표면에 날카로운 Burr 등이 없을 것.
 3. material : MDF 합판, 6t, black 코팅

일반 가공 공차(±)			
등급	A급	B급	C급
4 이하	0.05	0.10	0.25
4-16	0.07	0.20	0.35
16-63	0.10	0.30	0.50
63-250	0.18	0.50	0.90
250-500	0.30	0.90	1.50
500-1000	0.50	1.50	2.50

1	2103800300	DISK 3	1	MDF 합판, black 코팅		
NO	CODE No.	PART NAME	QTY	MATERIAL	DIMENSION	REMARK
SCALE	DESIGN	REVIEW	APPROVAL	PART DISK 3		
UNIT	NS LEE			2012.10.09		
YUJIN ROBOT		MODEL	TURTLE BOT	PLATE	CODE	2103800300

MARK	MODIFICATION	CUASE OF MODIFICATION	DATE	NAME	APPROVA
△					
△					

A
B
C
D
E



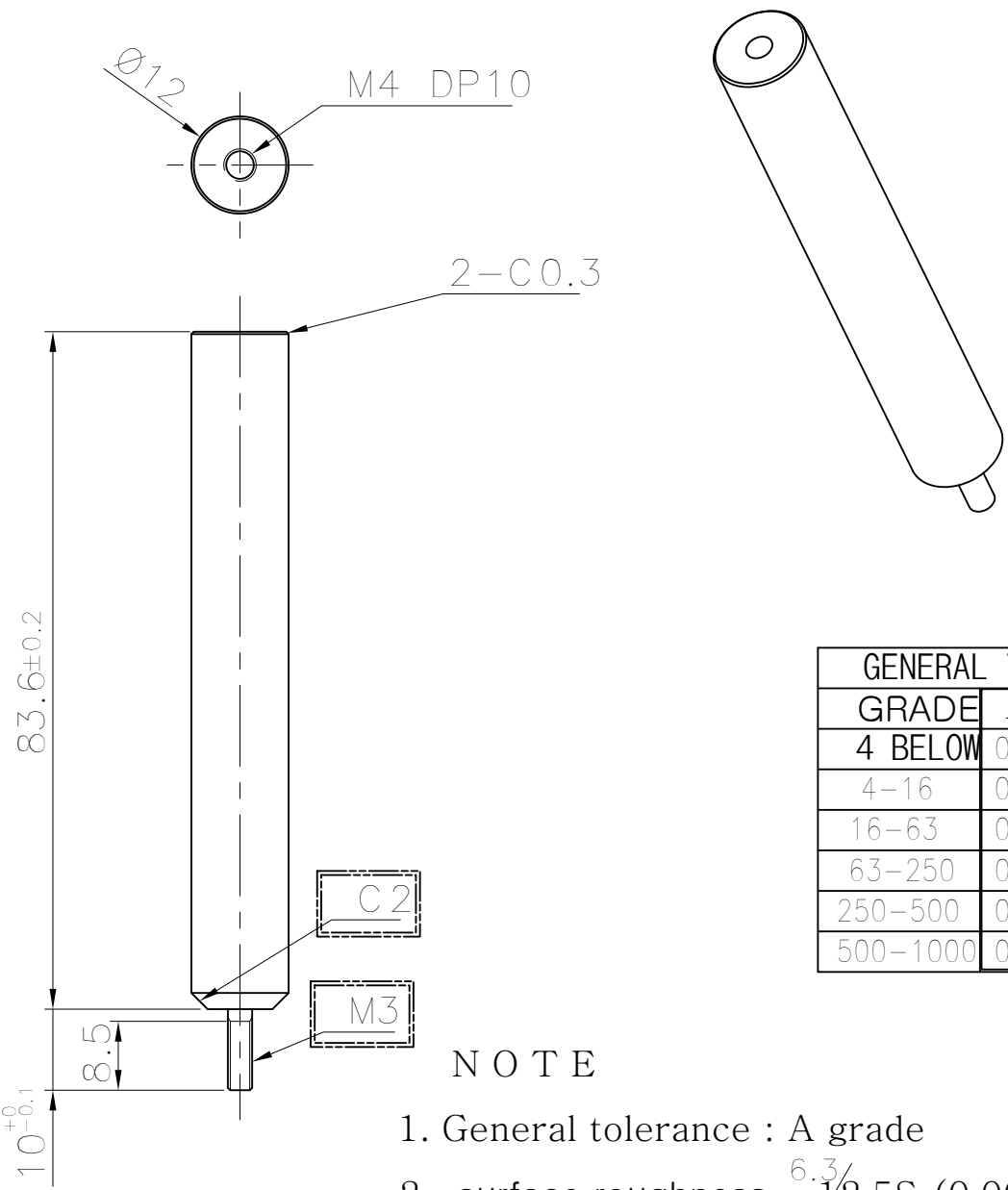
NOTE

- General tolerance : A grade
- surface roughness $\sqrt{6.3}$ 2.5S (0.00125 mm)
S : highest height
- Concentric accuracy : below 0.03.
- overall surfaces : no burr and disfigurement.

GENERAL TOLERANCE(±)			
GRADE	A	B	C
4 BELOW	0.05	0.10	0.25
4-16	0.07	0.20	0.35
16-63	0.10	0.30	0.50
63-250	0.18	0.55	0.90
250-500	0.30	0.90	1.50
500-1000	0.50	1.50	2.50

1	2110100100	POLE 39-2, T4-B4	6	Al		
NO	CODE No.	PART NAME	Q'TY	MATERIAL	DIMENSION	REMARK
SCALE UNIT	1/1	DESIGN	REVIEW	APPROVAL	POLE 39-2, T4-B4	
	mm			NS LEE		
			2012.11.09	PART		
YUJIN ROBOT		MODEL	TURTLE BOT	POLE	CODE	2110100100

MARK	MODIFICATION	CUASE OF MODIFICATION	DATE	NAME	APPROVA
△					
△					



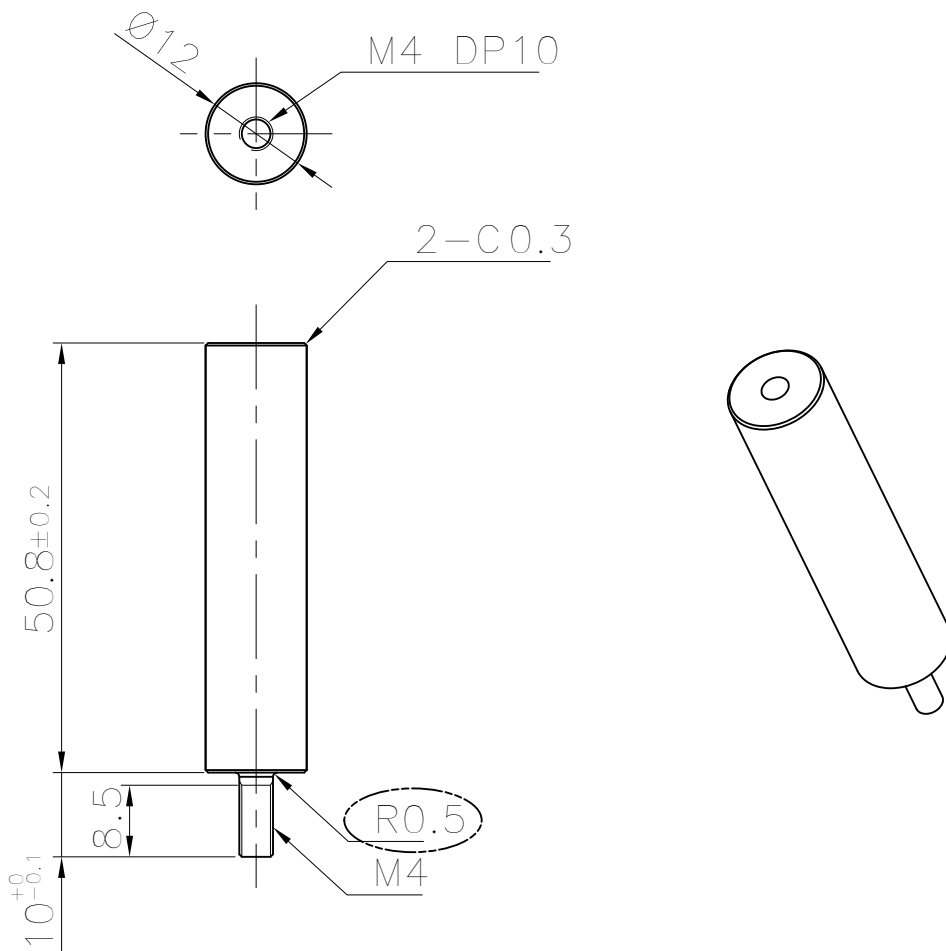
GRADE	A	B	C
4 BELOW	0.05	0.10	0.25
4-16	0.07	0.20	0.35
16-63	0.10	0.30	0.50
63-250	0.18	0.55	0.90
250-500	0.30	0.90	1.50
500-1000	0.50	1.50	2.50

NOTE

1. General tolerance : A grade
2. surface roughness $\sqrt{6.3}$ 12.5S (0.00125 mm)
S : highest height
3. Concentric accuracy : below 0.03.
4. overall surfaces : no burr and disfigurement.

1	2110100300	POLE 83-6, T4-B3	2	Al		
NO	CODE No.	PART NAME	Q'TY	MATERIAL	DIMENSION	REMARK
SCALE	1/1	DESIGN	REVIEW	APPROVAL	POLE 83-6, T4-B3	
UNIT	mm			NS LEE		
				2012.07.13		
YUJIN ROBOT		MODEL	TURTLE BOT	POLE		CODE 2110100300

MARK	MODIFICATION	CUASE OF MODIFICATION	DATE	NAME	APPROVA
△					
△					



NOTE

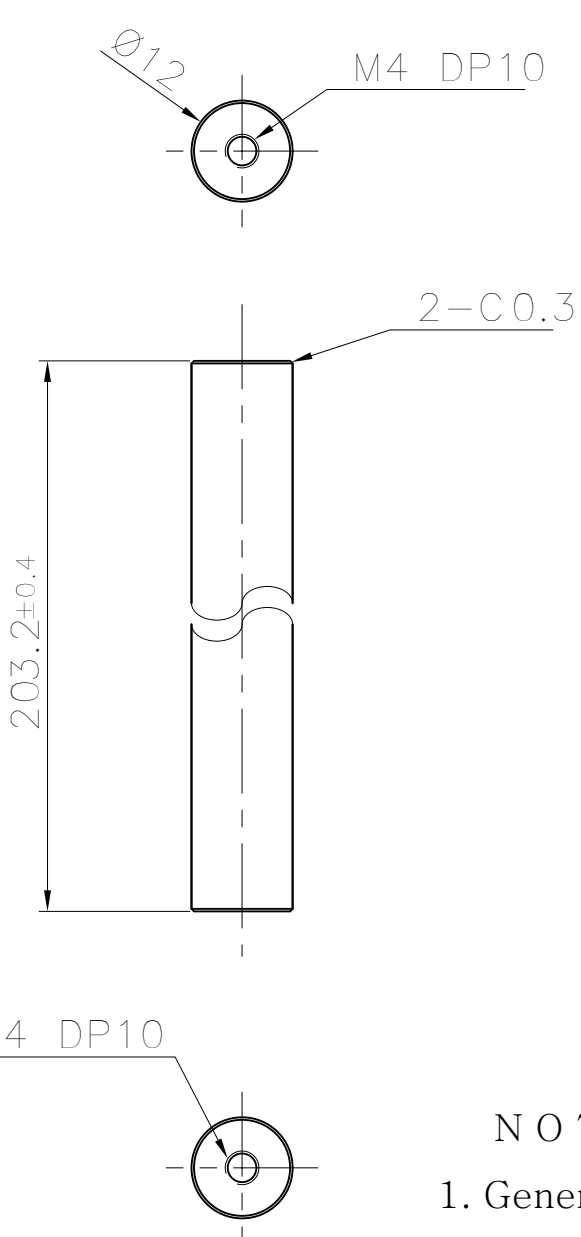
GENERAL TOLERANCE(±)			
GRADE	A	B	C
4 BELOW	0.05	0.10	0.25
4-16	0.07	0.20	0.35
16-63	0.10	0.30	0.50
63-250	0.18	0.55	0.90
250-500	0.30	0.90	1.50
500-1000	0.50	1.50	2.50

- General tolerance : A grade
- surface roughness $\sqrt{6.3}$ 2.5S (0.00125 mm)
S : highest height
- Concentric accuracy : below 0.03.
- overall surfaces : no burr and disfigurement.

1	2110100200	POLE 50-8, T4-B4	4	Al		
NO	CODE No.	PART NAME	Q'TY	MATERIAL	DIMENSION	REMARK
SCALE	1/1	DESIGN	REVIEW	APPROVAL	POLE 50-8, T4-B4	
UNIT	mm			NS LEE		
			2012.11.09	PART		
YUJIN ROBOT		MODEL	TURTLE BOT	POLE	CODE	2110100200

MARK	MODIFICATION	CUASE OF MODIFICATION	DATE	NAME	APPROVA
△					
△					

A
B
C
D
E



GRADE	A	B	C
4 BELOW	0.05	0.10	0.25
4-16	0.07	0.20	0.35
16-63	0.10	0.30	0.50
63-250	0.18	0.55	0.90
250-500	0.30	0.90	1.50
500-1000	0.50	1.50	2.50

NOTE

- General tolerance : A grade
- surface roughness $\sqrt{6.3}$ 12.5S (0.00125 mm)
S : highest height
- Concentric accuracy : below 0.03.
- overall surfaces : no burr and disfigurement.

1	2110100400	POLE 203-2, T4-T4	AI			
NO	CODE No.	PART NAME	Q'TY	MATERIAL	DIMENSION	REMARK
SCALE	1/1	DESIGN	REVIEW	APPROVAL	POLE 203-2, T4-T4	
UNIT	mm			NS LEE		
				2012.07.13		
YUJIN ROBOT		MODEL	TURTLE BOT	POLE		CODE
						2110100400

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS PIEZAS:

A partir del modelo 3D del robot se fueron generando diferentes alternativas para su carcasa (Fig. 5.). La forma de éstas tenía que adaptarse a la estructura del robot (Fig. 3-4.). Además, interesaba que no sobresaliese mucho de la base, ya que eso aumentaría su volumen, y por tanto su peso también (este era una especificación de diseño del producto). Es por ello que la mayoría de las propuestas disponen de un cuerpo cilíndrico (en estas se analizó con mayor profundidad la forma de la cabeza), para optimizar su volumen-peso.

No obstante, también se trabajaron otras formas para el cuerpo.

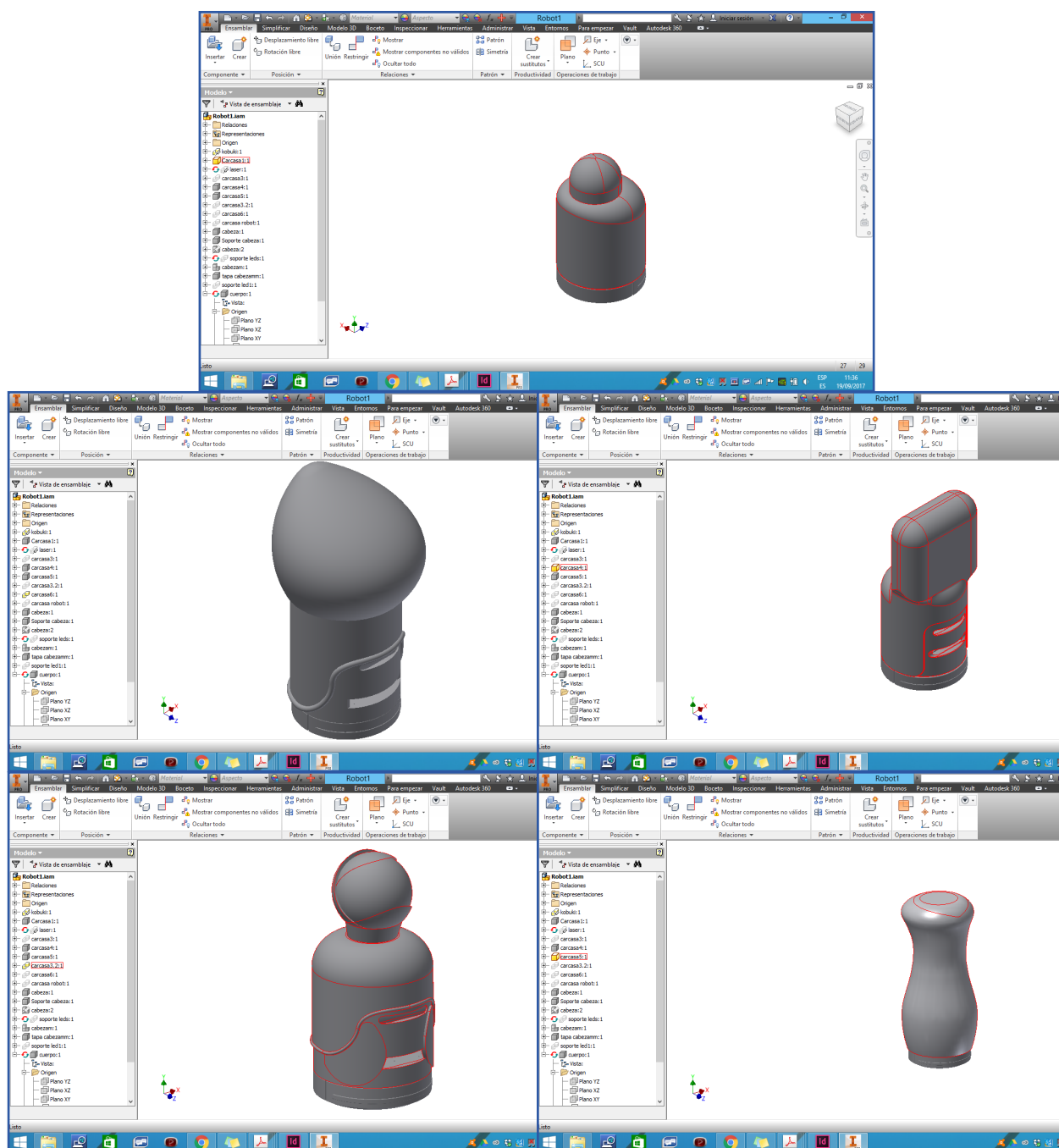


Fig. 5. Diferentes modelos 3D de la carcasa del robot hechos con Autodesk Inventor.

Todas estas alternativas se fueron dimensionando tomando como referencia el modelo 3D del Turtlebot. No obstante, aún no tenían medias fijas. Éstas se irían perfeccionando durante el desarrollo del concepto elegido (**Fig. 6. y páginas 17-28.**), para asegurar que se respetan las EDP's.

Una vez se escogió la idea de la carcasa con la que se iba a trabajar, se pensó la manera en la que se iban a fabricar las piezas y como se iba a montar. Esto último se explicará más adelante.

La cabeza se iba a fabricar mediante impresión 3D, así como las diferentes piezas que sirven de soporte, o bien de la cabeza, o de algún otro componente interno (láser, leds). Mientras que el cuerpo iba a consistir en una lámina de metacrilato transparente que se iba a enrollar para darle forma. Ésta se fijaría en la parte inferior de la cabeza.

La carcasa tenía que permitir el acceso al interior del robot de algún modo porque se necesitaba para poder cargar la batería y el robot. Como responsables de la parte de diseño, se decidió unir cabeza y cuerpo, y que fuera este conjunto el que se extrajese del robot. Una vez realizadas las tareas de mantenimiento, se volverían a colocar ambas piezas en el Turtlebot.

Para sostener la cabeza en el robot, se diseñó una pieza que servía de soporte. Ésta tenía una base con orificios que se adaptaban a los de la plataforma superior del robot para poder anclar la pieza. La altura de esa base era de 15mm. Ésta es la distancia que se iba a elevar la cabeza de la plataforma, la suficiente para introducir los leds que iban a formar la boca. Estos iban a rodear el robot por el interior, y se iban a poder ver en la lámina del cuerpo. Para fijar estos al robot se diseñaron unas piezas que se adaptaban a la plataforma del robot y a la forma circular de la boca.

Sobre la base del soporte de la cabeza, se elevaba un prisma cuadrangular hueco. En su interior se iban a introducir los nervios de las diferentes piezas que forman la cabeza. La función de este prisma era evitar que la cabeza se desplazase hacia algún lado y asegurar que las piezas de la cabeza no se iban a separar.

Los soportes comentados anteriormente se pudieron fabricar de una sola pieza. Sin embargo, debido a las dimensiones de la cabeza, ésta se tuvo que dividir en 5 partes para adaptarse a las restricciones de la impresora 3D con la que se iban a fabricar las piezas.

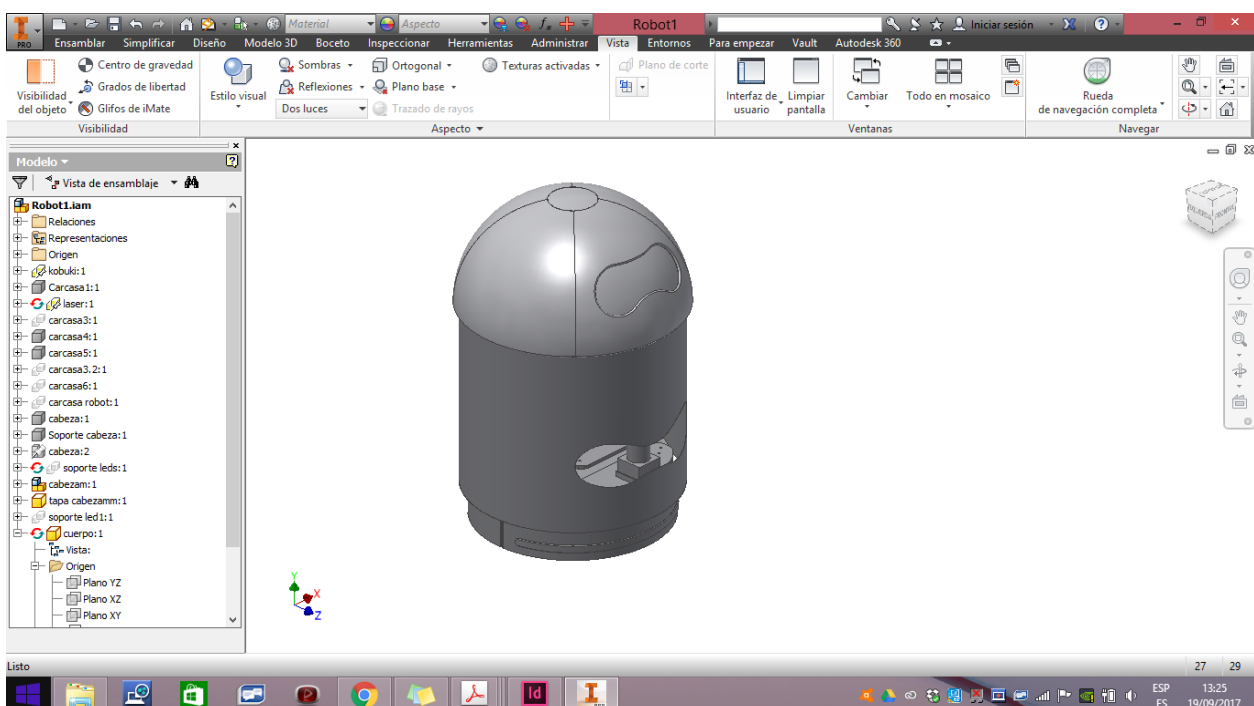
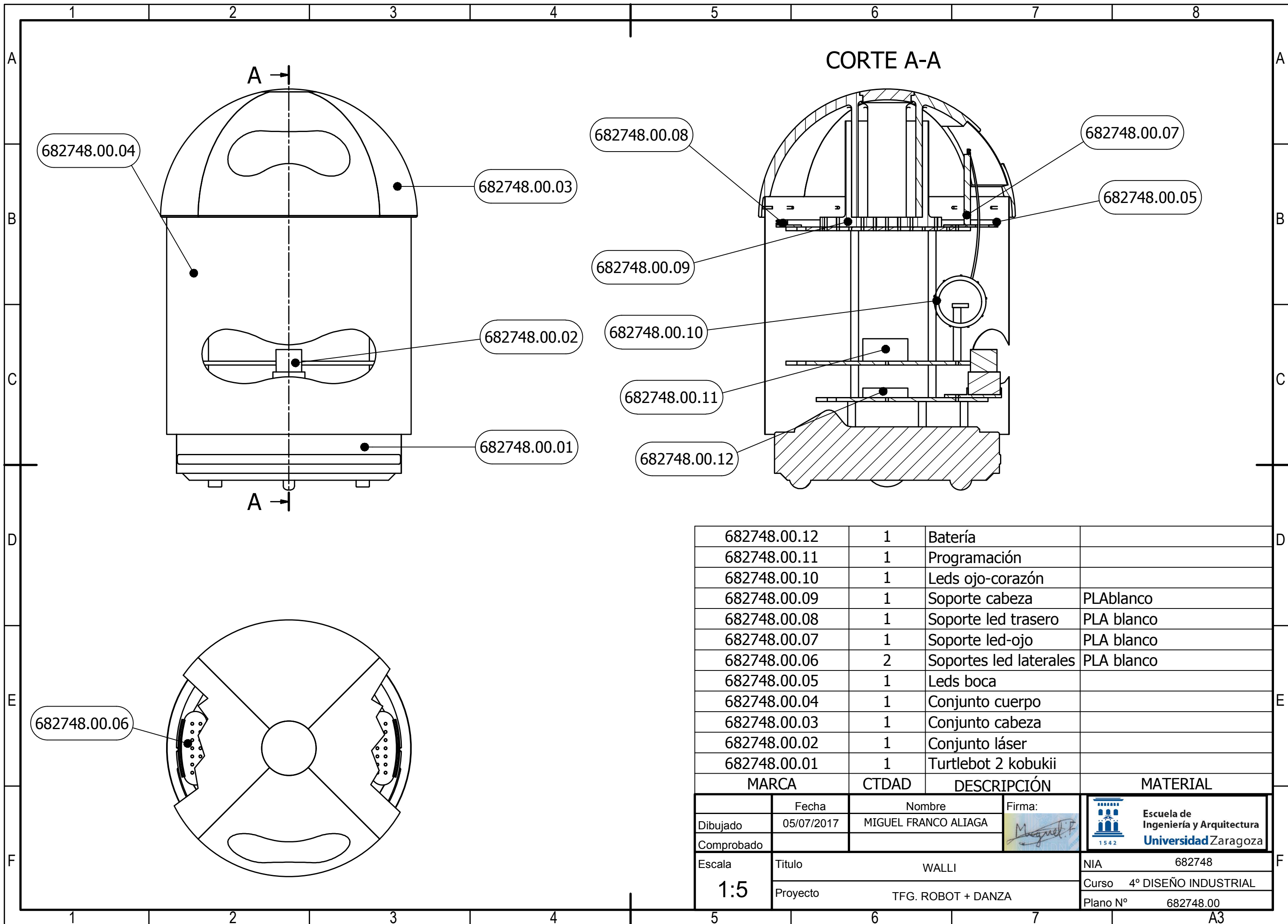


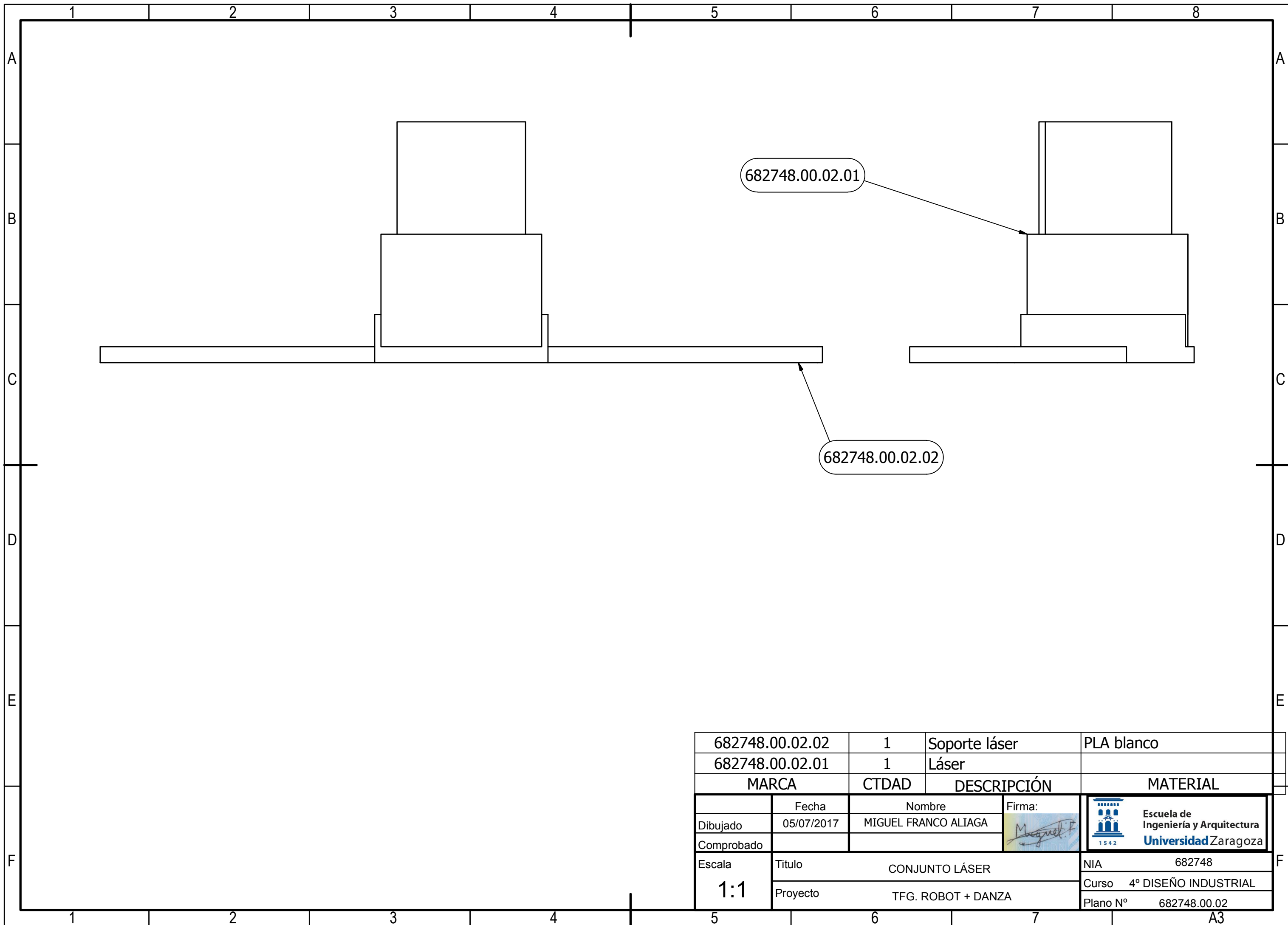
Fig. 6. Modelo 3D del Turtlebot y su carcasa final. Este es el aspecto que iba a tener el robot.





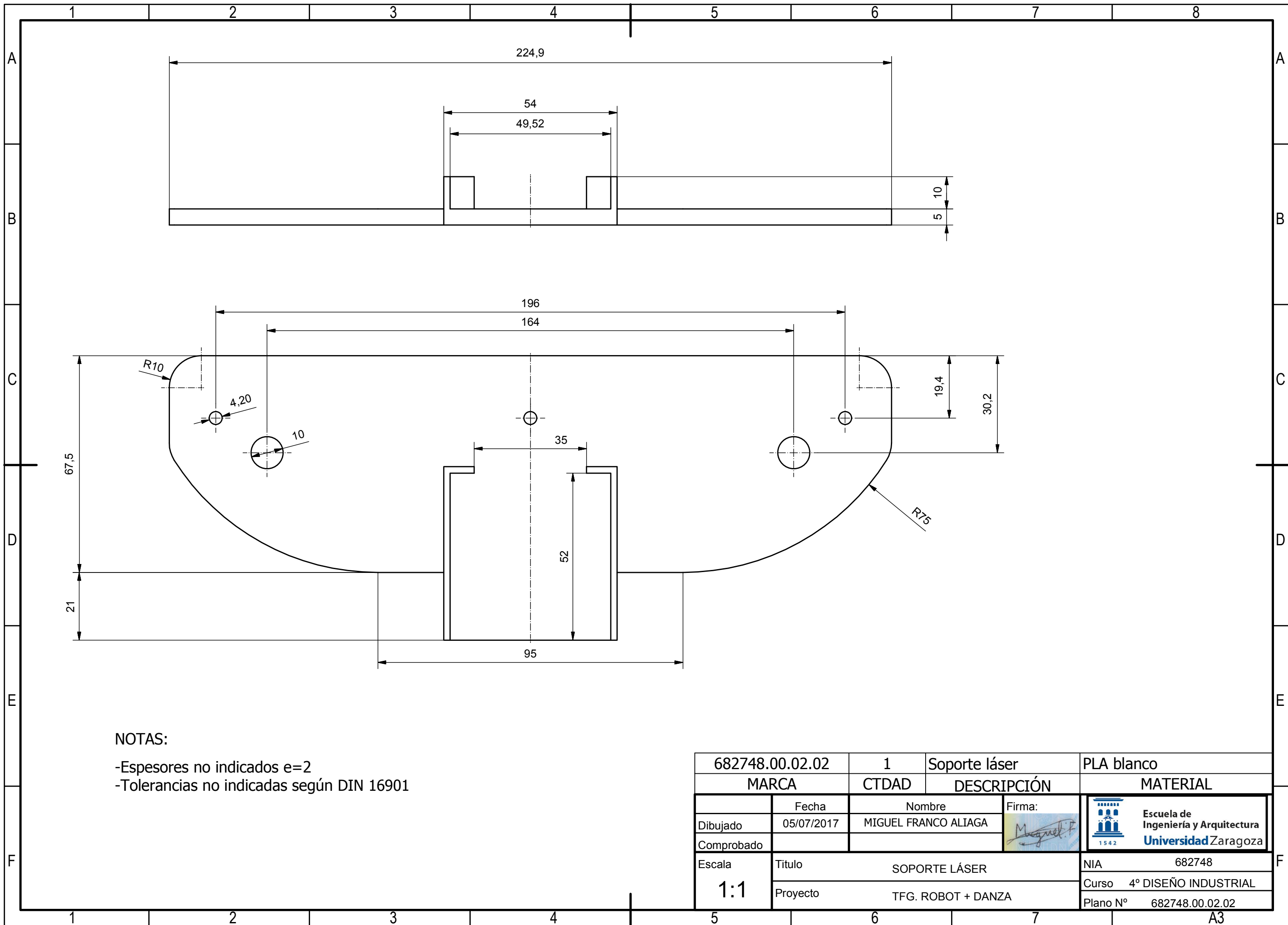
682748.00.12	1	Batería	
682748.00.11	1	Programación	
682748.00.10	1	Leds ojo-corazón	
682748.00.09	1	Soporte cabeza	PLAblanco
682748.00.08	1	Soporte led trasero	PLA blanco
682748.00.07	1	Soporte led-ojo	PLA blanco
682748.00.06	2	Soportes led laterales	PLA blanco
682748.00.05	1	Leds boca	
682748.00.04	1	Conjunto cuerpo	
682748.00.03	1	Conjunto cabeza	
682748.00.02	1	Conjunto láser	
682748.00.01	1	Turtlebot 2 kobukii	

MARCA	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	05/07/2017	MIGUEL FRANCO ALIAGA	
Comprobado			
Escala	Titulo	NIA	
1:5	WALLI	682748	
	Proyecto	Curso	
	TFG. ROBOT + DANZA	4º DISEÑO INDUSTRIAL	
		Plano Nº	
		682748.00	







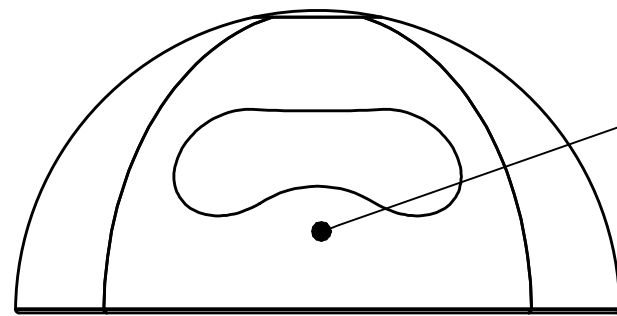
682748.00.02.02	1	Soporte láser	PLA blanco
682748.00.02.01	1	Láser	
MARCA	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
Dibujado	Fecha 05/07/2017	Nombre MIGUEL FRANCO ALIAGA	Firma: 
Comprobado			 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Escala 1:1	Titulo CONJUNTO LÁSER		NIA 682748
	Proyecto TFG. ROBOT + DANZA		Curso 4º DISEÑO INDUSTRIAL
			Plano Nº 682748.00.02



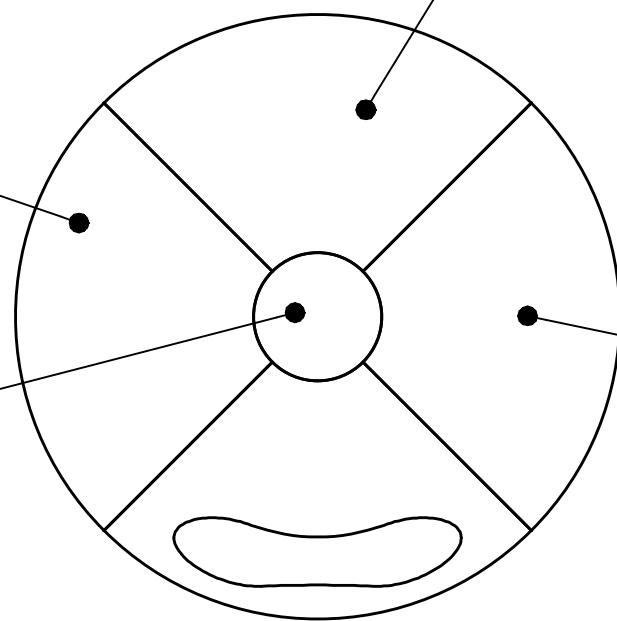
NOTAS:

- Espesores no indicados e=2
- Tolerancias no indicadas según DIN 16901

682748.00.02.02		1	Soporte láser	PLA blanco
MARCA		CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	05/07/2017	MIGUEL FRANCO ALIAGA		
Comprobado				
Escala	Titulo	SOPORTE LÁSER		NIA 682748
1:1	Proyecto	TFG. ROBOT + DANZA		Curso 4º DISEÑO INDUSTRIAL
				Plano Nº 682748.00.02.02



682748.00.03.01



682748.00.03.03

682748.00.03.04

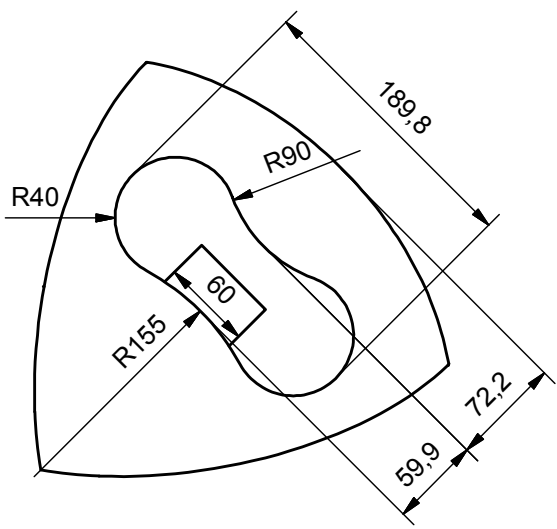
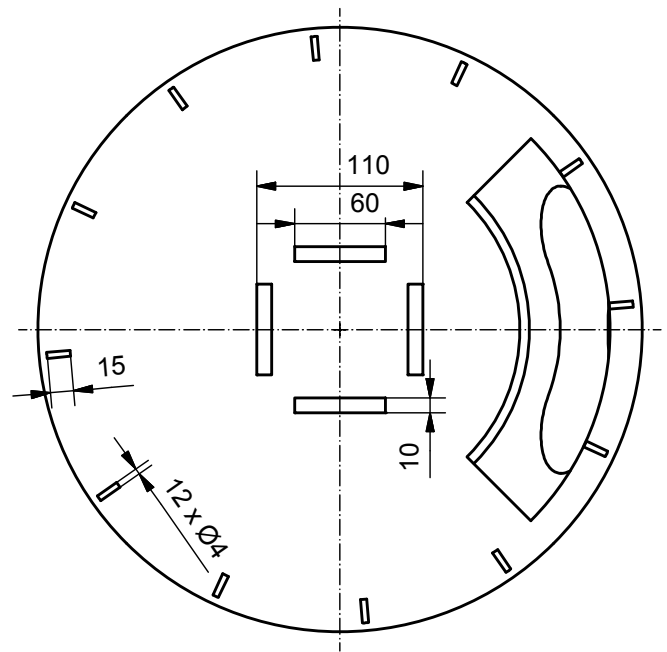
682748.00.03.02

682748.00.03.05

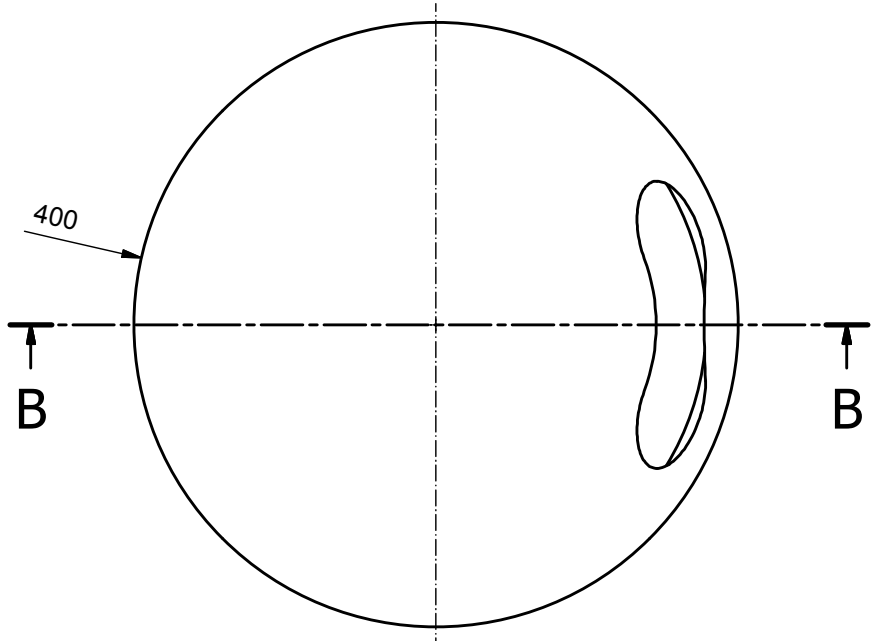
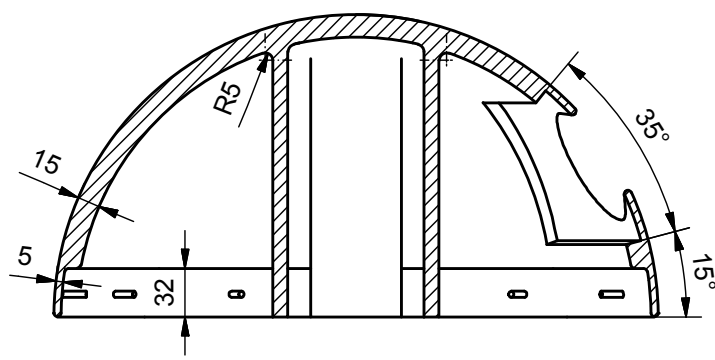
682748.00.03.05	1	Tapa cabeza	PLA blanco
682748.00.03.04	1	Cabeza dcha.	PLA blanco
682748.00.03.03	1	Cabeza trasera	PLA blanco
682748.00.03.02	1	Cabeza izq.	PLA blanco
682748.00.03.01	1	Conjunto cabeza-ojos	

MARCA	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	05/07/2017	MIGUEL FRANCO ALIAGA	
Comprobado			
Escala	Titulo	CONJUNTO CABEZA	
1:5	Proyecto	TFG. ROBOT + DANZA	
	NIA	682748	
	Curso	4º DISEÑO INDUSTRIAL	
	Plano Nº	682748.00.03	





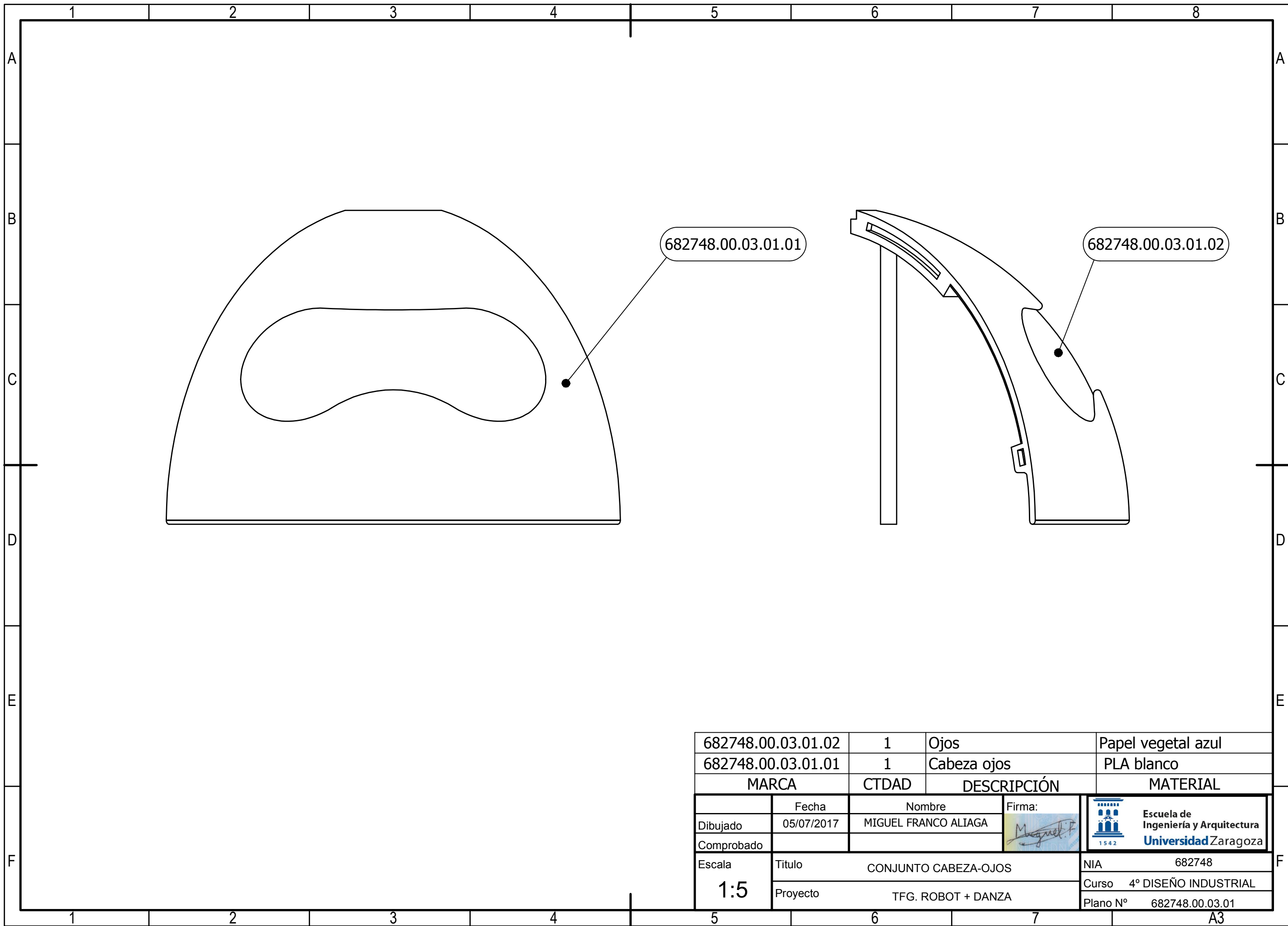
CORTE B-B

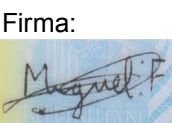



NOTAS:

- Redondeos no indicados: R2,5
- Tolerancias no indicadas según DIN 16901
- En este plano se pueden observar las medidas de la cabeza entera, lo que iba a ver el público durante el festival.

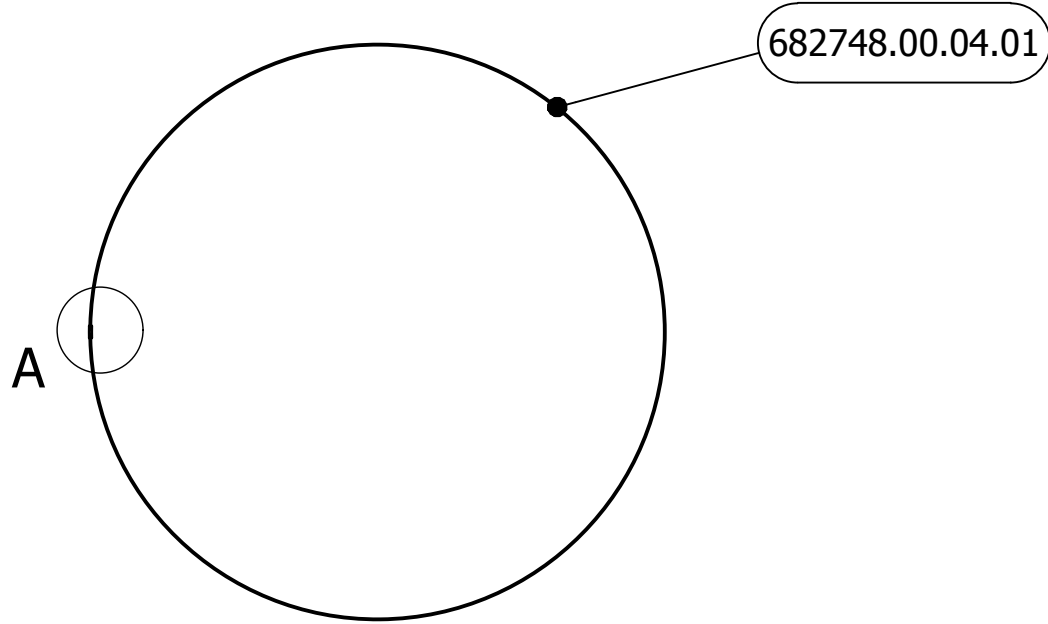
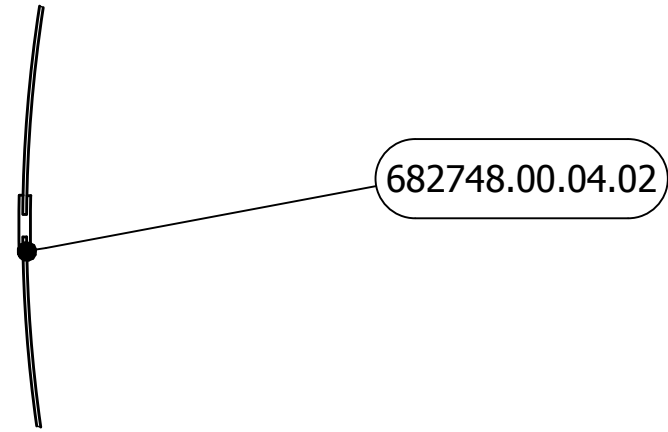
682748.00.03.00	1	Cabeza completa	PLA blanco y masilla
MARCA	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
Dibujado	Fecha 05/07/2017	Nombre MIGUEL FRANCO ALIAGA	Firma:
Comprobado			
Escala 1:5	Titulo CABEZA COMPLETA	NIA 682748	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
	Proyecto TFG. ROBOT + DANZA	Curso 4º DISEÑO INDUSTRIAL	
		Plano Nº 682748.00.03.00	



682748.00.03.01.02	1	Ojos	Papel vegetal azul
682748.00.03.01.01	1	Cabeza ojos	PLA blanco
MARCA	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	05/07/2017	MIGUEL FRANCO ALIAGA	
Comprobado			
Escala	Titulo	NIA	
1:5	CONJUNTO CABEZA-OJOS	682748	
	Proyecto	Curso	
	TFG. ROBOT + DANZA	4º DISEÑO INDUSTRIAL	
		Plano Nº	
		682748.00.03.01	

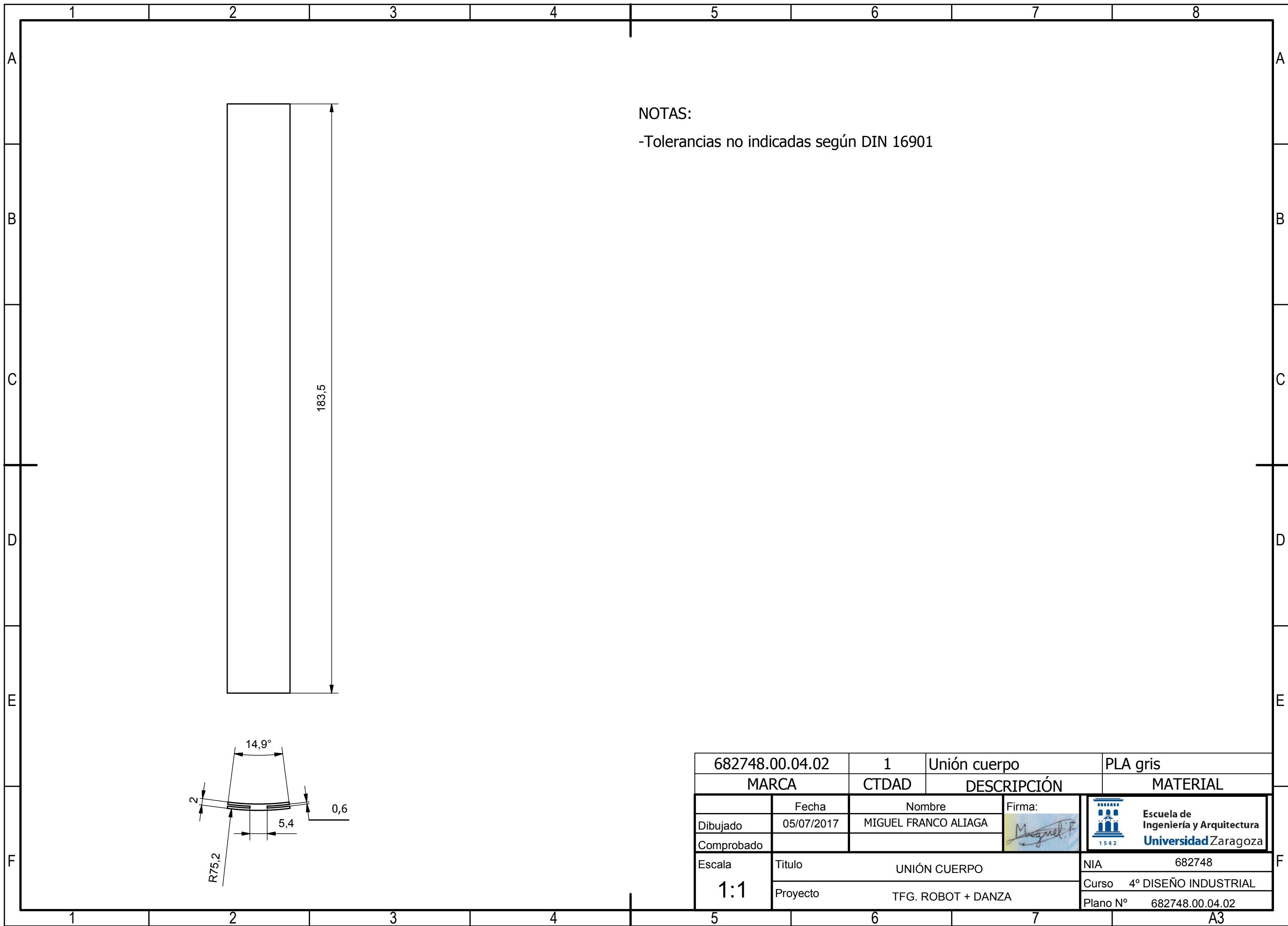


DETALLE A (1 : 1)





682748.00.04.02	2	Unión cuerpo	PLA gris
682748.00.04.01	1	Cuerpo	Metacrilato transparente
MARCA	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	05/07/2017	MIGUEL FRANCO ALIAGA	
Comprobado			
Escala	Titulo	NIA	
1:5	CONJUNTO CUERPO	682748	
	Proyecto	Curso	
	TFG. ROBOT + DANZA	4º DISEÑO INDUSTRIAL	
		Plano Nº	
		682748.00.04	

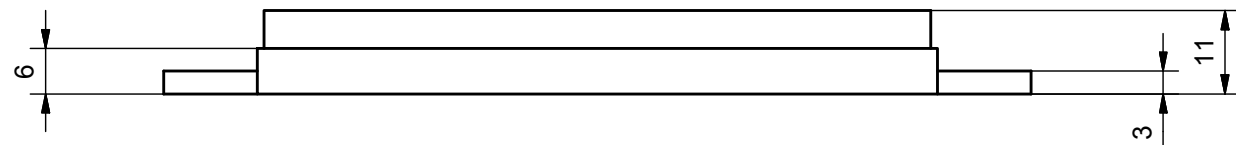




NOTAS:

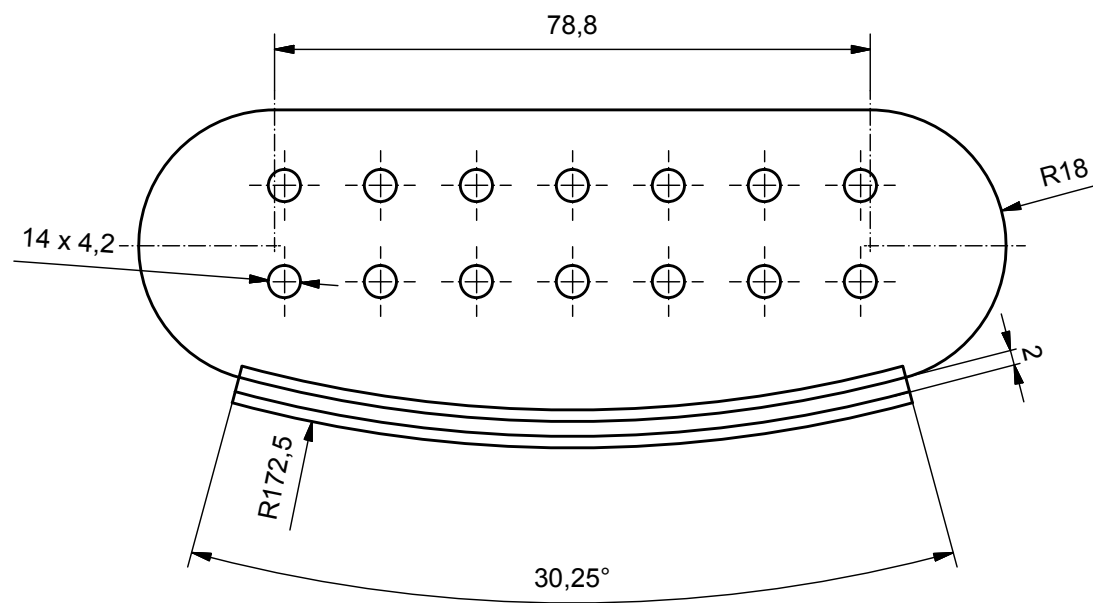
-Tolerancias no indicadas según DIN 16901


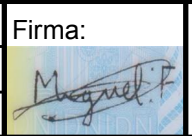
682748.00.04.02		1	Unión cuerpo	PLA gris
MARCA		CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
Dibujado	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	05/07/2017	MIGUEL FRANCO ALIAGA		
Escala	Titulo	UNIÓN CUERPO		NIA 682748
1:1	Proyecto	TFG. ROBOT + DANZA		Curso 4º DISEÑO INDUSTRIAL
				Plano N° 682748.00.04.02

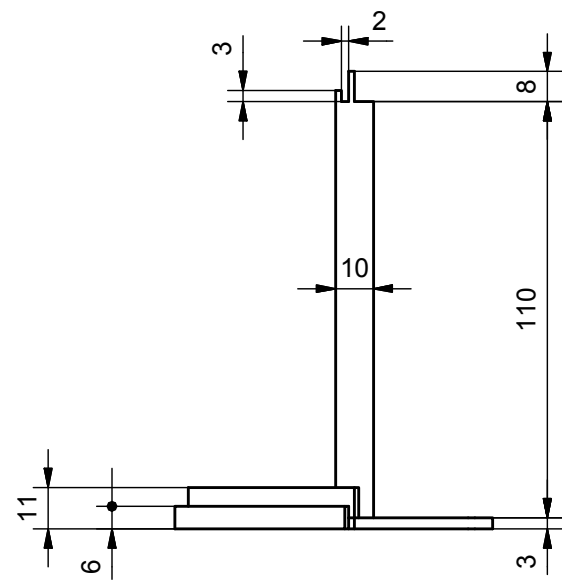


NOTAS:

- Espesores no indicados: 1,5mm
- Tolerancias no indicadas según DIN 16901

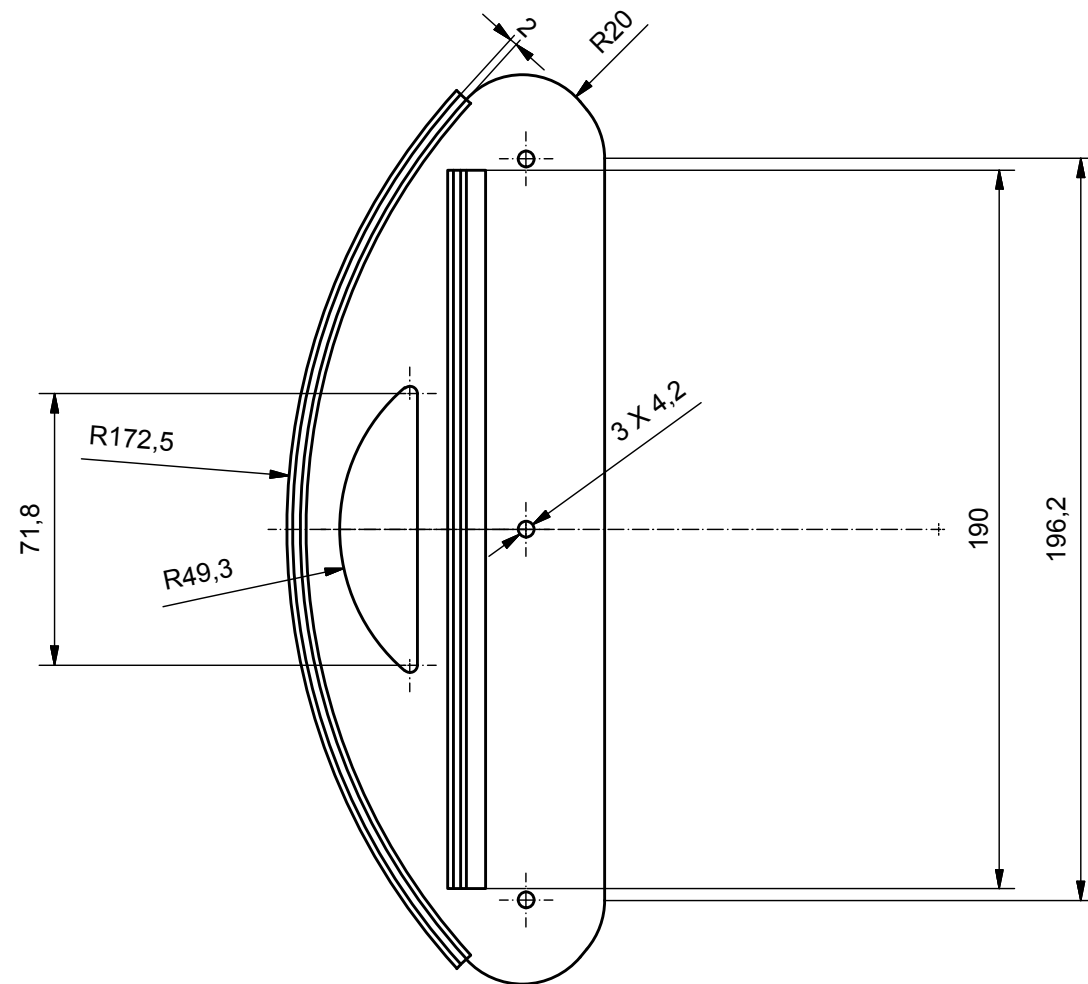




682748.00.06		1	Soportes led laterales	PLA blanco
MARCA		CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
Dibujado	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	05/07/2017	MIGUEL FRANCO ALIAGA		
Escala	Titulo	SOPORTES LED LATERALES		NIA 682748
1:1	Proyecto	TFG. ROBOT + DANZA		Curso 4º DISEÑO INDUSTRIAL
				Plano Nº 682748.00.06

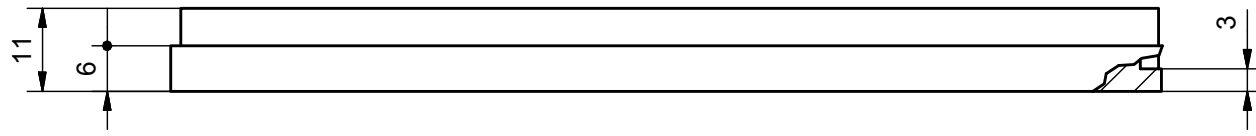


NOTAS:

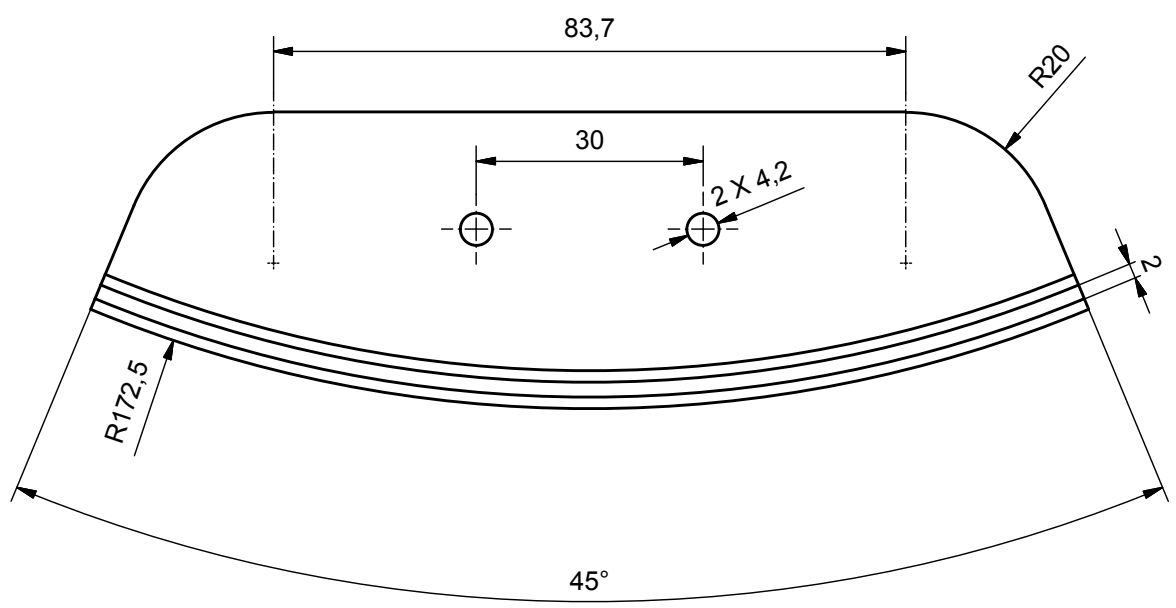
- Espesores no indicados: 1,5mm
- Redondeos no indicados: R2
- Tolerancias no indicadas según DIN 16901





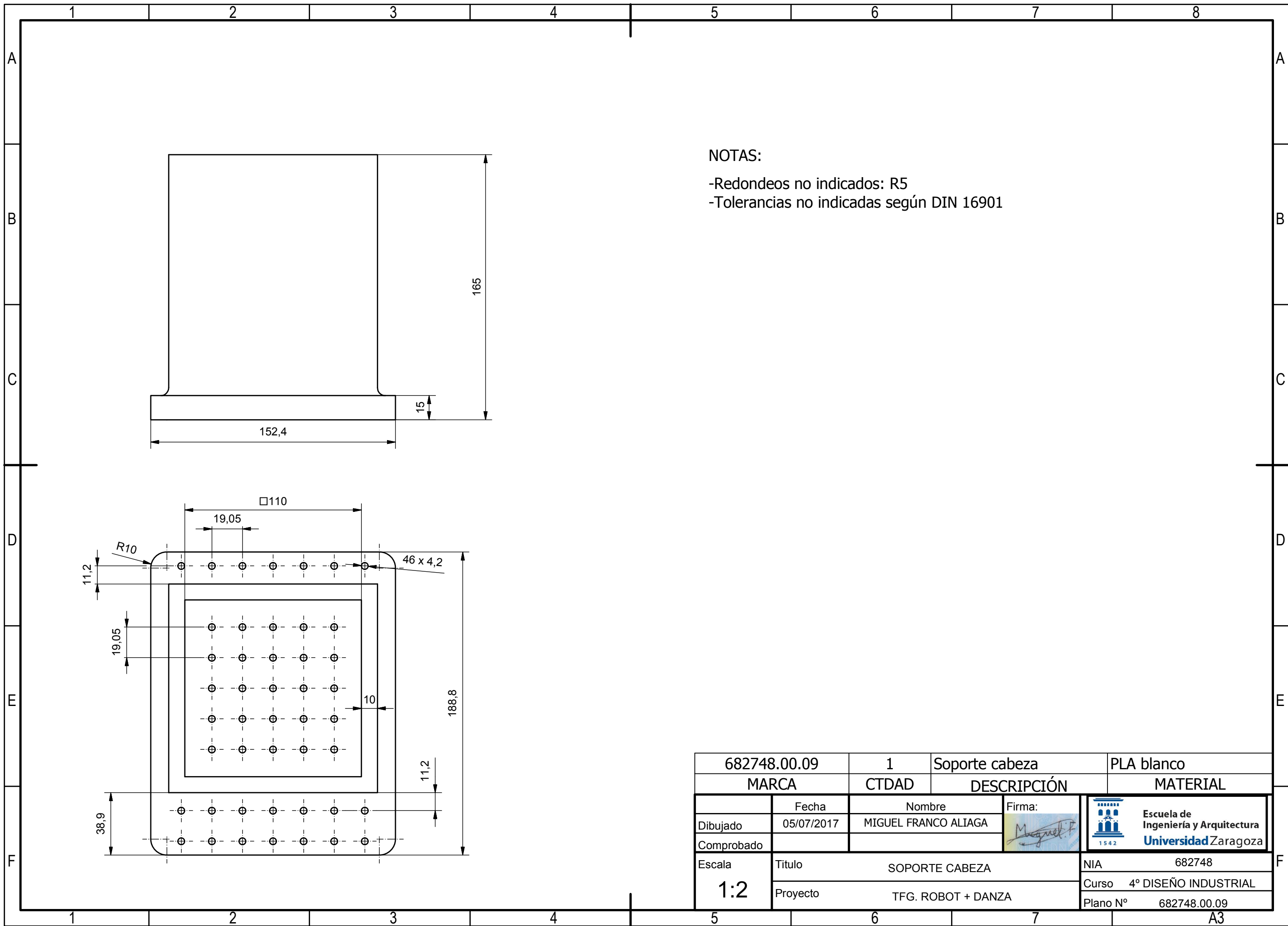
682748.00.07	1	Soporte led-ojo	PLA blanco
MARCA	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
Dibujado	Fecha 05/07/2017	Nombre MIGUEL FRANCO ALIAGA	Firma: 
Comprobado			 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Escala 1:2	Titulo SOPORTE LED-OJO	NIA 682748	F
	Proyecto TFG. ROBOT + DANZA	Curso 4º DISEÑO INDUSTRIAL	
		Plano Nº 682748.00.07	



NOTAS:
 -Espesores no indicados: 1,5mm
 -Tolerancias no indicadas según DIN 16901



682748.00.08	1	Soporte led trasero	PLA blanco
MARCA	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
Dibujado	Fecha 05/07/2017	Nombre MIGUEL FRANCO ALIAGA	Firma: 
Comprobado			 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Escala 1:1	Titulo SOPORTE LED TRASERO	NIA 682748	F
	Proyecto TFG. ROBOT + DANZA	Curso 4º DISEÑO INDUSTRIAL	
		Plano Nº 682748.00.08	



NOTAS:
 -Redondeos no indicados: R5
 -Tolerancias no indicadas según DIN 16901

682748.00.09	1	Soporte cabeza	PLA blanco
MARCA	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
Dibujado	Fecha	Nombre	Firma:
Comprobado	05/07/2017	MIGUEL FRANCO ALIAGA	
Escala	Titulo	SOPORTE CABEZA	
1:2	Proyecto	TFG. ROBOT + DANZA	
	NIA	682748	
	Curso	4º DISEÑO INDUSTRIAL	
	Plano Nº	682748.00.09	



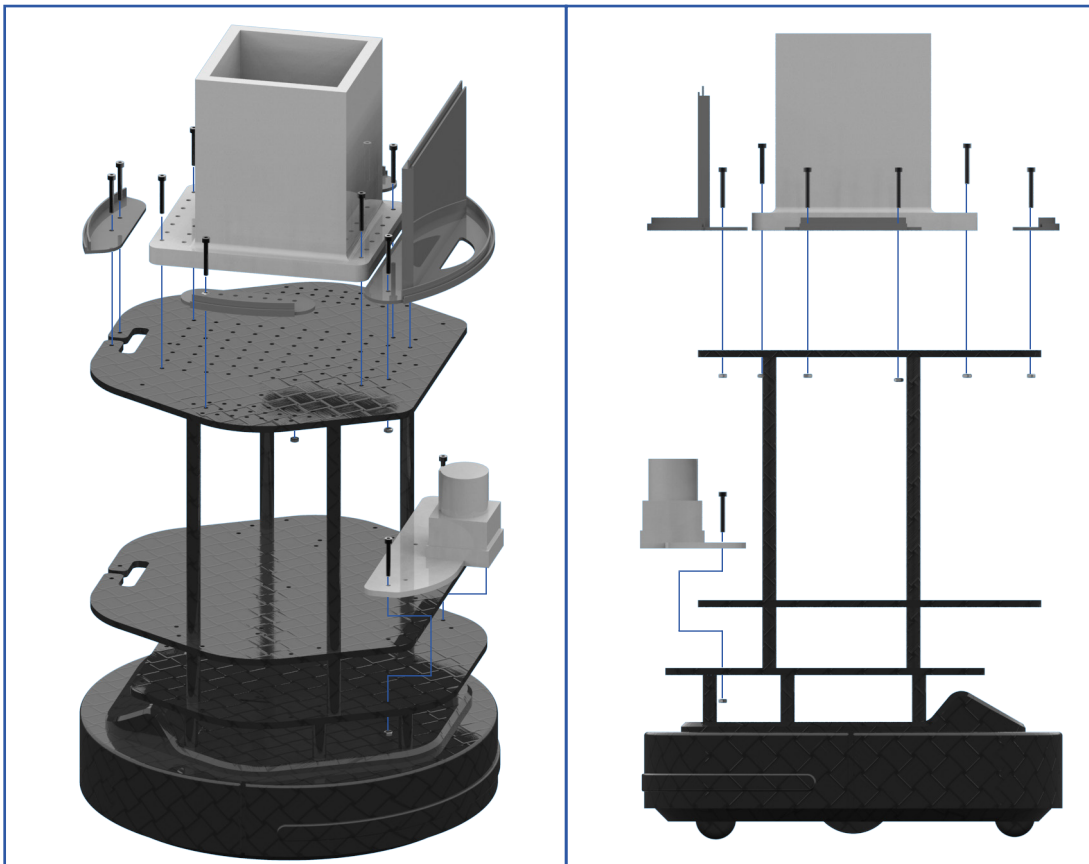


Fig. 8-9. Vistas de como se realiza el montaje de las piezas que sirven de soporte. Éstas tienen unos orificios que se adaptan a los de la plataforma del Turtlebot. Se fijan mediante unos tornillos y tuercas.

El siguiente paso es la unión de todas las piezas que componen la cabeza (**Fig. 10.**).

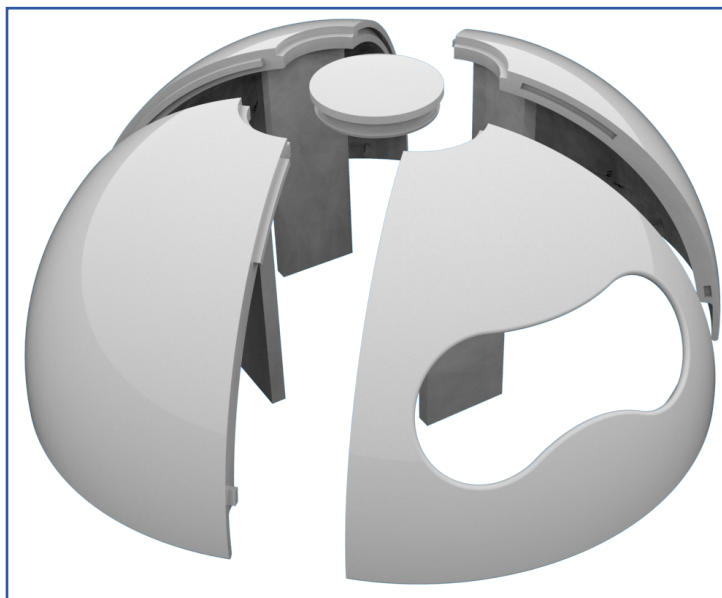


Fig. 10. Vista explosionada de las piezas de la cabeza.

A continuación, habrá que colocar el cuerpo (**Fig. 11-12.**). Para ello, se ajustará la lámina de metacrilato a la parte inferior de la cabeza, para después introducir las dos piezas de “Unión cuerpo” (**páginas 23-24.**).

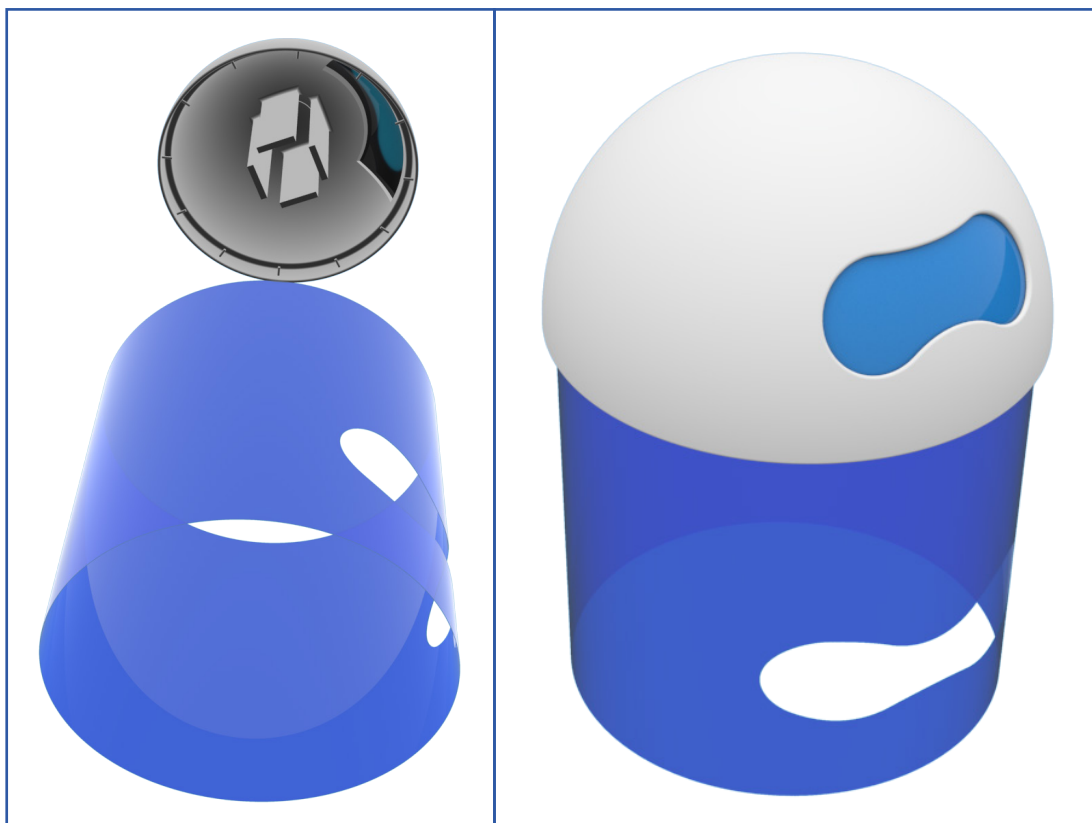


Fig. 11-12. En la imagen de la izquierda, se puede apreciar las partes de la zona inferior de la cabeza donde se va a ajustar el cuerpo. Mientras que en la derecha se ve la cabeza y el cuerpo ya fijadas.

El último paso sería colocar este conjunto (cabeza-cuerpo) en el robot (**Fig. 13.**). Para ello se deberán introducir las “patas” de la cabeza en el soporte de la cabeza. Una vez realizado esta tarea, el robot ya estará terminado (**Fig. 14-16.**).

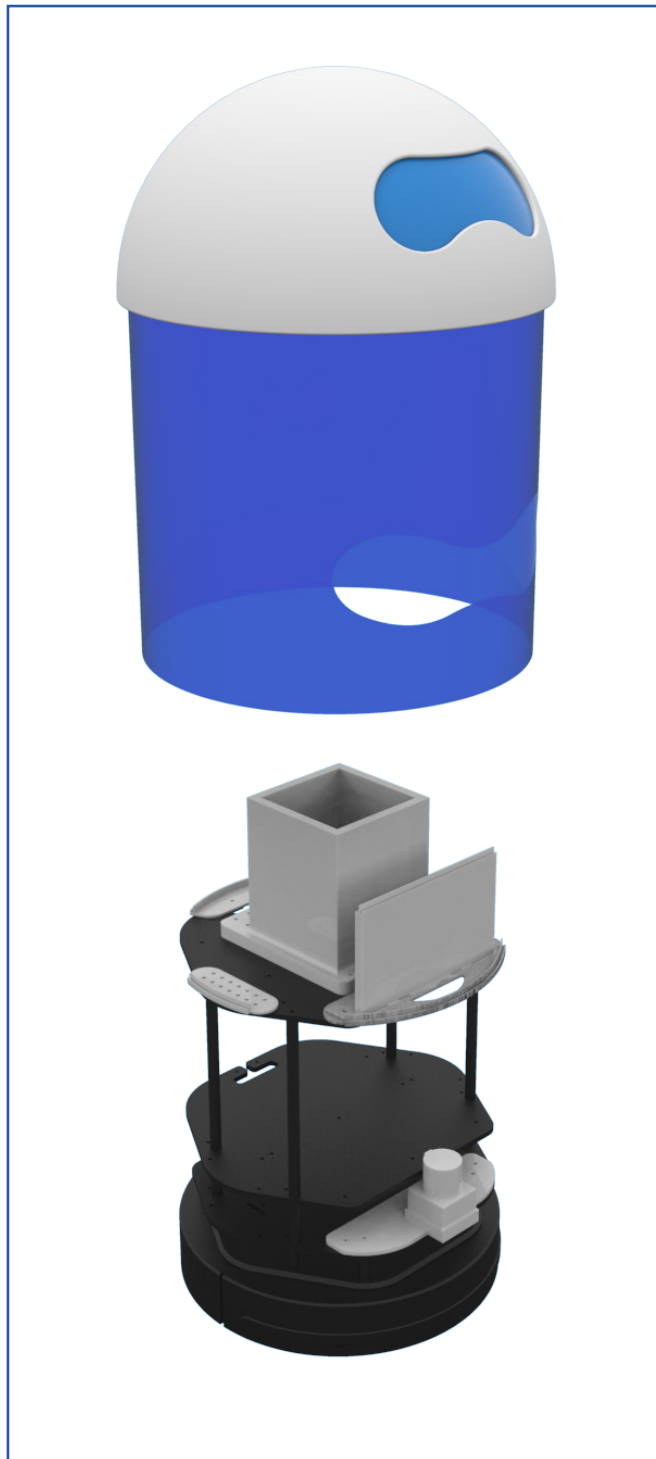


Fig. 13. Último paso para terminar de construir el robot. Para ello, se deberá cubrir el Turtlebot con el conjunto que forman el cuerpo y la cabeza. Este movimiento se debe hacer perpendicular al suelo, y centrado con el robot. Después se deberá comprobar que la estructura del Turtlebot y la carcasa están alineadas y que ésta última no se puede mover.



Fig. 14. Vista en perspectiva del modelo 3D del Turtlebot con su carcasa puesta.

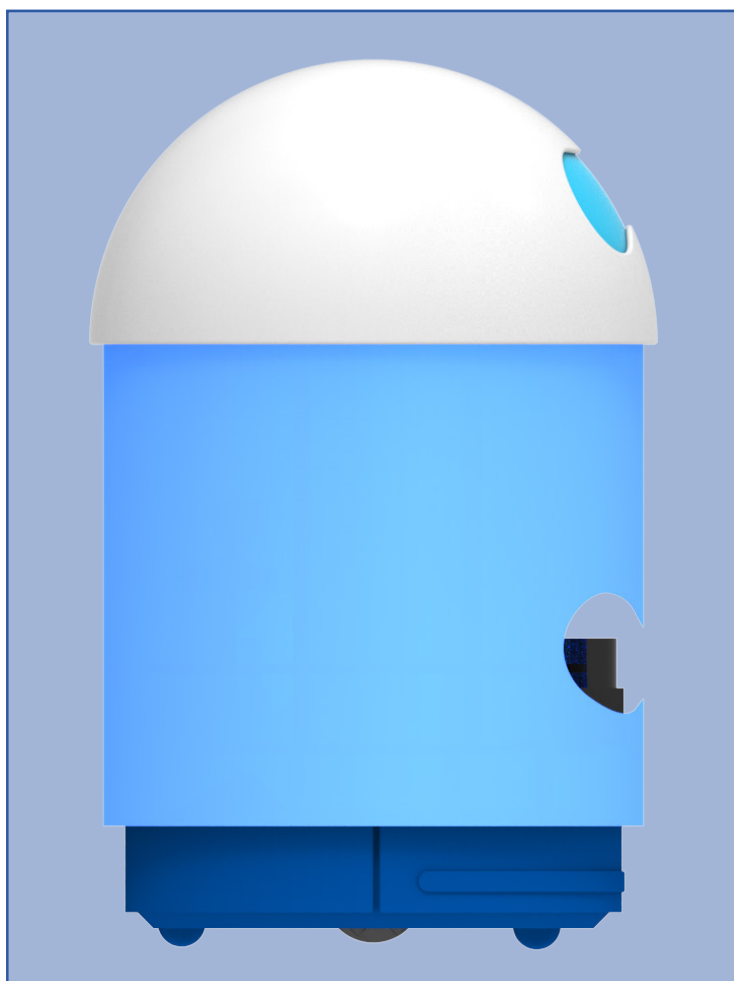


Fig. 15. Vista de perfil del robot. Como se puede observar, el agujero del cuerpo no interfiere en la visión del láser, por lo que va a poder detectar las barreras correctamente y, por lo tanto, situarse en su mapa.

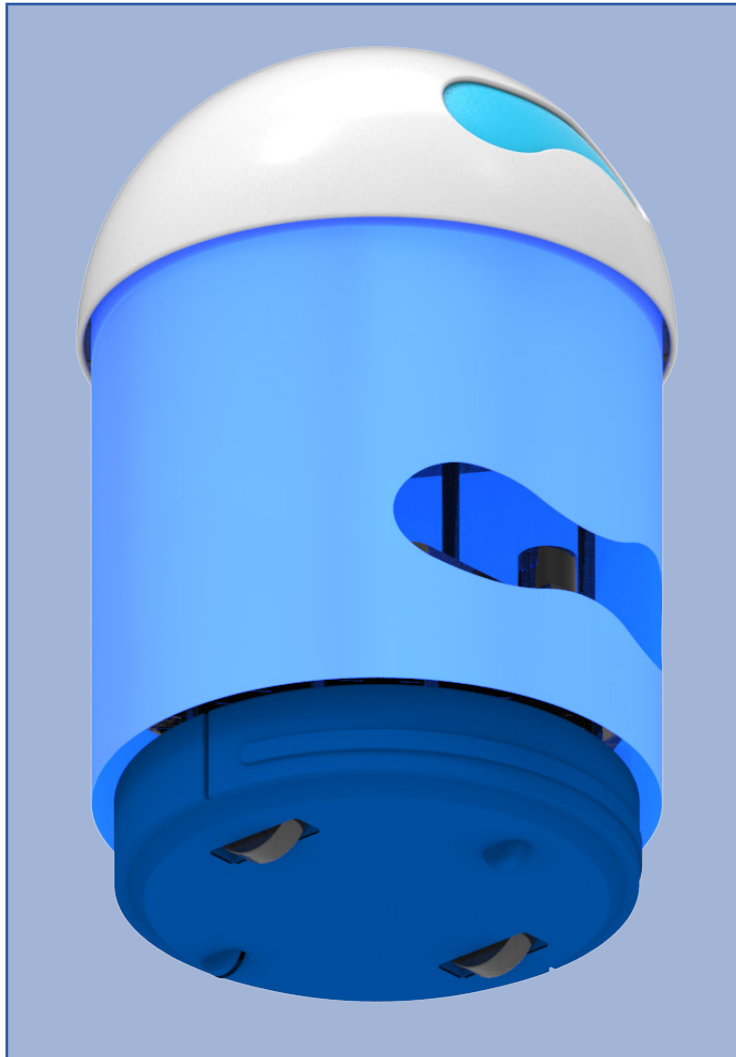


Fig. 16. Vista del robot desde la parte de abajo.

BIBLIOGRAFÍA:

Introducción:

https://en.wikipedia.org/wiki/3D_printing#Printing

Fig. 1:

¹<https://www.geeknetic.es/Noticia/5900/Bq-Witbox-una-impresora-3D-fabricada-en-Espana.html>

Documentación de partida:

http://download.ros.org/downloads/turtlebot/tb2_hardware_docs.tar.gz