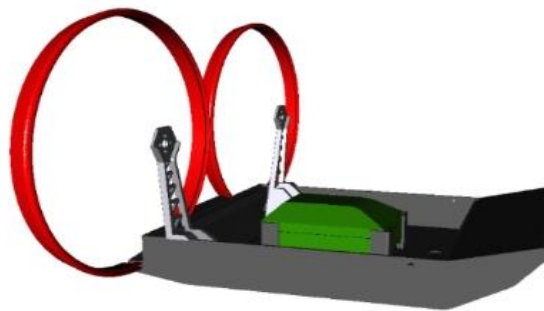




Proyecto Integrado

Statement Of Work



Nombre del Proyecto: Phoebe

Nombre completo: AmPhibian Vehicle

Página del Proyecto: <https://github.com/MikeMakes/Phoebe>

Número de Grupo: 8

Fecha del Informe: 19 de junio, 2017

Fecha de Entrega: 20 de junio, 2017

Índice

Integrantes del Grupo	3
1. Introducción	4
2. Alcance	5
2.1 Memoria	5
2.2 Requisitos	6
2.3 WBS	8
2.4 Descripción de Subsistemas	8
3. Análisis de riesgo	10
4. Criterios de Aceptación	12
4.2 Matriz de Verificación	12
4.3 Plan de Pruebas	13
5. PROGRAMAS	21
5.1 ADHOC.....	21
5.2 STREAMING	21
5.3 TCP.....	21
5.4 ONE STEP BUILD	21
5.5 GAMEPAD.....	22
5.6 MAIN	22
5.7 MAINPI	22
5.8 INIALL.....	22
5.9 CONTROL	23
6. PRESUPUESTO REAL	24
6.1. Diseño.....	24
6.2. Electrónica.....	24
6.3 Presupuesto inicial:	24
7. BIBLIOGRAFÍA	25

Integrantes del Grupo

Bryan Kevin Cóndor Romero

Pelayo Gutiérrez Jiménez

Álvaro Morales Márquez

Javier Ponce Chulani

José Manuel Salvador Vázquez

Juan Sandubete López

3º GIERM

1. Introducción

El proyecto persigue desarrollar un vehículo radio-control anfibia multipropósito con retransmisión de vídeo en directo, a fin de expandir los conocimientos aplicados actualmente a UAVs (como son la electrónica de potencia, la ingeniería de control, la informática y otras) a otra clase de vehículos no tripulados poco estudiados hasta la fecha y proponerlo como solución a diferentes problemas.

Entre los sistemas que han sido desarrollados actualmente con la misma finalidad, se pueden encontrar diferentes proyectos que incluyen colchón aéreo; el conocido Hovercraft^{[1][2]}. Aunque esto tiene claras ventajas sobre la fricción del vehículo con el terreno, supone incluir otro motor dedicado exclusivamente a generar dicho colchón de suspensión, que además de encarecer el precio del sistema, da lugar a una dependencia crucial entre la alimentación de dicho motor (y su correcto funcionamiento) y la integridad del sistema (que podría sumergirse en caso de no funcionar adecuadamente la suspensión aérea); por no contar con el hecho de que aumentaría considerablemente el consumo energético del vehículo, reduciendo la autonomía máxima alcanzable.

Como alternativa a la anterior opción, más cara y menos segura, se propone en el documento presente un vehículo anfibia en el que el colchón aéreo se sustituye por una barcaza estanca, para asegurar la flotabilidad del sistema. Una de las principales ventajas del diseño radica en la versatilidad del mismo; pues dicha superficie puede deslizarse sin problemas por gran variedad de superficies, excluyendo, únicamente, superficies demasiado abrasivas como terrenos pedregosos.

Muchos son los posibles usos que se le pueden dar a este vehículo no tripulado. Algunas de las aplicaciones propuestas son:

- Supervisión de infraestructuras marítimas de difícil acceso o cuyo acceso conlleve peligro para las personas encargadas de su mantenimiento. Por ejemplo, supervisión del estado de la estructura inferior de un muelle o bien, la supervisión de cualquier tipo de estructuras situadas en zonas de aguas contaminadas^[3].
- Vigilancia teleguiada de entornos nevados, pues la barcaza permite, primero, permanecer en estado de reposo durante más tiempo que un UAV tradicional, conservando energía, y segundo, la carencia de ruedas lo hace ideal para desplazarse por nieve.
- Visualización a distancia de zonas afectadas por inundaciones, preservando la seguridad del teleoperador. La naturaleza de la barcaza, permite que ésta se desplace, indistintamente, sobre terreno sólido, charcos o zonas inundadas. Además, la lluvia y el viento no son factores tan críticos como pudieran serlo para los UAV tradicionales.

2. Alcance

El sistema, como vehículo anfibia manejado por radio-control, debe ser capaz de desplazarse tanto por agua como por terreno sólido, pudiendo hacer la transición, al menos, de tierra al agua descendiendo una rampa de inclinación reducida. Además, transmitirá video por telemetría a una estación de monitorización y control; que dispone de un monitor donde se puede observar la visión proporcionada por el vehículo y envía las órdenes de control mediante comandos, a través de un Gamepad.

2.1 Memoria

El desarrollo del proyecto ha sido satisfactorio, no obstante, no pudieron alcanzarse todos los objetivos planteados.

La problemática comenzó la compra de los componentes. Al ser componentes caros, de aeromodelismo la mayoría de ellos, se optó por pedirlos de China y Taiwán, que los ofrecían a precios menores, aunque con mayor tardanza en la entrega.

Como consecuencia, en las dos primeras sesiones prácticas, sólo se pudo trabajar en el código que se pretendía emplear (Ad-hoc, TCP, streaming) y en la elaboración del circuito para la detección de agua; a la vez que se iba desarrollando la barcaza mediante diseño 3D.

Parte de los componentes llegaron, concretamente, los motores y las hélices; pero los controladores fueron pedidos incompatibles con los motores brushless empleados (pues eran para motores brushed); por lo que hubo que descambiarlos y se tardó más en recibir los nuevos controladores.

Para la cuarta sesión práctica ya se tenían tanto los controladores como los motores (además de parte de la estructura elaborada). Se pudieron probar los motores y controladores satisfactoriamente, aunque ya ahí se vio que no era fácil utilizar el protocolo de comunicación que emplean los controladores mediante la Raspberry.

En una de las sesiones prácticas que se hicieron adicionales (en un domicilio particular), se consideró que ya se podía probar el sistema completo, pues ya habían sido probados todos los subsistemas individualmente. Así pues, mientras se estaba procediendo con la calibración del segundo controlador, hubo un fallo y en lugar de calibrarse, el controlador lo detectó como una activación. El fallo provocó una sobreintensidad que atravesó al controlador y lo quemó a tres días de la presentación final.

Como medida, se optó por emplear controladores de segunda mano, pero con mayor capacidad de control de corriente (pasando de los 10A a los 20A).

No obstante, los nuevos controladores no permitían la comunicación para los niveles de tensión maneja la Raspberry (3.4V respecto a los 5V necesarios). Por tanto, se pensó en diseñar una interfaz de comunicación entre la misma y los controladores.

Ésta se diseñó mediante dos transistores BJT en conexión Darlington, con una alimentación de 5V. Aunque por falta de tiempo (día previo a la presentación), se tuvo que optar, finalmente, por emplear como adaptador un Arduino en lugar de fabricar la placa de interfaz.

En los días siguientes a la presentación, se ha estado trabajando en la adaptación de la barcaza al medio acuoso. Con el fin de impermeabilizar la barcaza, se ha usado una resina de poliéster capaz de impregnar las piezas impresas en 3D. De este modo, se sellan las juntas y se consigue una mejor unión entre las diferentes secciones.

Además de la resina, para adquirir mayor robustez en toda la barcaza aplicamos una capa de fibra de vidrio en el casco, consiguiendo así una capa más de protección ante el rozamiento con el suelo.

Sin embargo, la fibra de vidrio ha creado burbujas en la capa de resina (imposibles de purgar en la práctica) por las que el agua puede fluir y alcanzar las capas más externas de la impresión 3D. Esto provoca unas pequeñas fugas en el casco que a largo plazo inundan la barcaza.

Por tanto, para el día de entrega de los resultados, se han tenido que abandonar los requisitos asociados a la desenvoltura del sistema en agua. Aunque algunos de las pruebas han podido ser realizadas (ver matriz de verificación), ninguna de las relacionadas al agua ha podido cumplirse satisfactoriamente.

No obstante, se ha conseguido (como se ve más fácilmente en la matriz de verificación) alcanzar objetivos que también fueron motivos de duda, como si iba a ser posible desplazar la barcaza por el suelo, únicamente con propulsión aérea; sobrepasándolos con creces.

También se ha conseguido realizar un streaming con una latencia muy baja y el control a distancia ha sido, también, superado. Aunque queda pendiente la aplicación de un control que sea de verdad útil para las aplicaciones que se describen en la introducción.

Por último, a pesar de que no ha sido probado, la potencia de la propulsión parece ser capaz de cumplir con los requisitos de transición de agua a tierra; quedando únicamente pendiente la estabilidad del control ya nombrada.

Los cambios realizados han sido, principalmente, el uso de una cámara USB en lugar de la CamPi, pues ésta parece que falló por alguna descarga electrostática, la adquisición de unos controladores más potentes de los que se compraron al principio y el empleo, temporal, de un Arduino como interfaz entre la Raspberry y los controladores.

Resumidamente, se ha conseguido que el sistema se desplace, que gire, que transmita vídeo en directo, que sea controlado a distancia (todo ello, dentro de los márgenes de tiempo deseado), que el sistema sea estable estática y dinámicamente en terreno sólido y que el sistema flote, siempre y cuando no se cargue con peso. Por otra parte, no se ha conseguido que el sistema se desplace por agua, ni, por tanto, se ha podido comprobar si era estable en dicho medio. Tampoco se ha conseguido realizar el control deseado del vehículo.

Puesto que el grupo pretende seguir con el trabajo adelante, creemos que alcanzaremos e incluso superaremos los objetivos planteados en este documento.

2.2 Requisitos

- F.1. El sistema debe ser capaz de transmitir vídeo inalámbricamente a la estación de control.
 - P.1.1. El tiempo de retraso entre lo captado por la cámara en un determinado instante y el instante en el que es reproducido en el monitor de control no debe superar los 500ms.
- F.2. El sistema debe ser capaz de recibir órdenes inalámbricamente.
 - P.2.1. El tiempo de transmisión de las órdenes no debería ser superior a 50ms.
- F.3. El sistema debe ser capaz de ejecutar las acciones asociadas a las órdenes recibidas.
- F.4. El sistema debe ser capaz de desplazarse sobre el medio sólido liso.

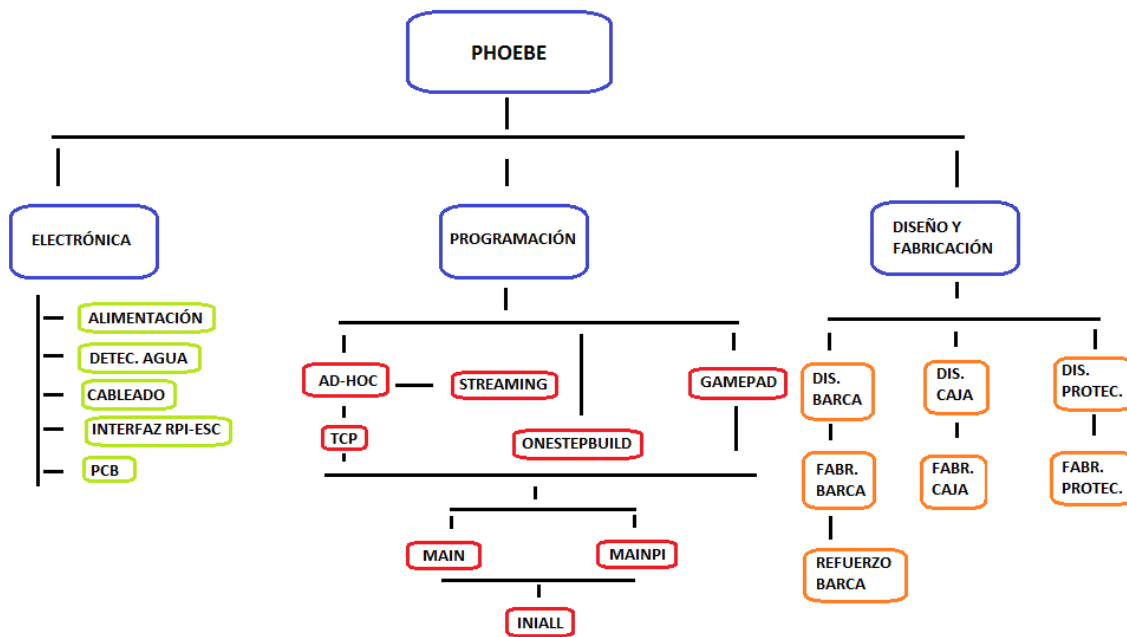
- P.4.1. El sistema debe ser capaz de desplazarse hacia adelante.
- P.4.2. El sistema debe ser capaz de girar hacia la izquierda.
- P.4.3. El sistema debe ser capaz de girar hacia la derecha.
- F.5. El sistema debe ser capaz de desplazarse sobre el medio acuoso.
- P.5.1. El sistema debe ser capaz de desplazarse hacia adelante.
- P.5.2. El sistema debe ser capaz de girar hacia la izquierda.
- P.5.3. El sistema debe ser capaz de girar hacia la derecha.
- F.6. El sistema debe ser capaz de realizar la transición del medio sólido liso al medio acuoso.
- P.6.1. La transición debe realizarse correctamente con una inclinación de, al menos, 15°.
- F.7. El sistema podría ser capaz de realizar la transición del medio acuoso al medio sólido liso.
- P.7.1. La transición podría realizarse correctamente con una inclinación de, al menos, 10°.
- F.8. El sistema debe ser capaz de detectar si se encuentra en medio acuoso o sólido.
- F.9. El sistema debe ser capaz de conmutar del modo de control para medio acuoso al modo de control para medio sólido.
- D.1. El sistema debe ser capaz de flotar en el agua.
- D.2. El sistema debe asegurar la estanqueidad de la cavidad principal interior¹.
- D.3. El sistema debe asegurar la estanqueidad de la cavidad secundaria².
- D.4. El sistema debe ser estable (equilibrado) en estado de reposo sobre el agua.
- D.5. El sistema debe ser estable (equilibrado) en movimiento sobre el agua.
- D.6. El sistema debe ser estable (equilibrado) en estado de reposo sobre terreno sólido liso.
- D.7. El sistema debe ser estable (equilibrado) en movimiento sobre terreno sólido liso.
- C.1. Presupuesto máximo del proyecto: 70€.
- C.2. El proyecto debe dar uso de una Raspberry Pi Model 3B.
- C.3. El tiempo de prueba de la Raspberry Pi Model B+ junto con la cámara es limitado (aproximadamente cuatro sesiones de 2h).

Notas:

¹ Compartimento donde se transportan las baterías.

² Compartimento donde se transportan los circuitos electrónicos.

2.3 WBS



2.4 Descripción de Subsistemas

Electrónica:

- Alimentación: Sistemas de potencia del vehículo. Baterías, reguladores y controladores.
- Detección de agua: Sistema de detección de agua.
- Cableado: Cables de especificaciones adecuadas para cada subsistema.
- Interfaz Raspberry Pi – Controlador: Adaptación de la señal de la Raspberry a los valores exigidos por los controladores.
- PCB: Placa de conexionado para Raspberry, sensores, reguladores y controladores.

Programación:

- Ad-Hoc: Conexión nodal entre ordenador y Raspberry.
- Streaming: Transmisión de vídeo en directo.
- TCP: Conexión fiable entre ordenador y Raspberry sobre Ad-hoc.
- One Step Build: Instalación automática de todos los programas, ficheros y librerías necesarias para el funcionamiento del sistema al completo, en un solo click.
- Gamepad: Librería para la comunicación entre el ordenador y el gamepad (mando de control).
- Main: Programa a ejecutar en el ordenador para orquestar el monitoreamiento.
- Mainpi: Programa a ejecutar por la Raspberry para manejar todos los otros subsistemas asociados a ella.
- IniAll: Programa que detecta, automáticamente, el terminal en el que se está corriendo y ejecuta los subprogramas necesarios para el funcionamiento del sistema completo.

Diseño y Fabricación:

- Diseño x: Diseño de la estructura determinada mediante la herramienta de software libre FreeCAD.
- Fabricación Barca: Impresión 3D de las piezas que la componen.
- Fabricación Caja: Está por determinar el modo de fabricación.
- Fabricación Protecciones: Cortado láser de las protecciones que rodean a las hélices.
- Refuerzo Barca: Aplicación de resina y fibra de vidrio para impermeabilizar y dotar de resistencia a la estructura impresa.

3. Análisis de riesgo

RIESGO	SEVERIDAD	PROBABILIDAD	MEDIDA
Cortocircuito por inundación o salpicadura de agua en los motores.	Alta	Media	-Duplicar compra de motores. -Hacer pruebas con un sistema de suspensión externo al vehículo para evitar su hundimiento. -Colocar, estratégicamente, material para la succión de agua.
Incompatibilidad de componentes adquiridos.	Alta	Baja	-Investigar profundamente los componentes antes de su compra. -Dejar margen de presupuesto para errores. -Comprar componentes únicamente a tiendas que permitan su devolución.
Cortocircuito por inundación o salpicadura de agua en electrónica de control.	Alta	Media	-Diseñar el compartimento herméticamente y someterlo a prueba previa colocación de electrónica. -Colocar, estratégicamente, material para la succión de agua.
Sobreintensidad en los controladores	Alta	Alta	-Emplear fusibles que eviten la destrucción de los controladores. -Comprar controladores que manejen intensidades superiores a las exigidas por los motores.
Sobreintensidad en los motores.	Media	Media	-Revisión exhaustiva, por diferentes personas, del código a implementar, acotando fuertemente los valores máximos de pwm.
Inundación o salpicadura de la cámara de adquisición de video.	Media	Alta	-Colocar funda de aislamiento al periférico. -Situvar la cámara en un lugar elevado de la estructura.
Rotura de la cámara por cargas electroestáticas.	Media	Media	-Manejar la cámara con cuidado. -Dejar margen en el presupuesto para la compra de una cámara web, al menos, de mala calidad.
Lesión (corte o contusión) debida a las hélices.	Alta	Media	-Una persona supervisará y sostendrá el vehículo con guantes de trabajo para cada prueba. -Protocolo de seguridad: no se arranca el motor hasta que todos estén preparados para la prueba.
Fugas de agua dentro de la barcaza durante las pruebas de estanqueidad.	Baja	Alta	-Grabar todo el proceso para identificar la localización de la fisura. Añadir material en la zona afectada.

Inundación del compartimento de la batería (casco del vehículo).	Alta	Baja	-Comprobar estanqueidad del compartimento previamente a cada prueba. -Colocar funda de aislamiento para la batería.
Insuficiencia de propulsión para desplazarse en medio acuoso.	Media	Baja	-Estimar fuerzas viscosas y fuerzas de propulsión previa compra de sistema de impulso. -Si falla una vez comprado, aumentar la superficie del vehículo, disminuyendo el área frontal sumergida ³ .

³Disminuyendo así las fuerzas viscosas que se oponen al desplazamiento.

4. Criterios de Aceptación

4.2 Matriz de Verificación

Requisito	Nombre del Requisito	Verificación I A D T ⁴	Nombre de Prueba	Estado
F.1.	Transmisión inalámbrica de vídeo.	D	Demostración 1	Ok
P.1.1.	Retraso máximo en transmisión de vídeo.	A	Análisis 1	Ok
F.2.	Recepción de órdenes inalámbricamente.	T	Test 1	Ok
P.2.1.	El tiempo de transmisión de las órdenes máximo.	A	Análisis 2	Ok
F.3.	Ejecución de órdenes recibidas.	D	Demostración 2	Mejorar
F.4.	Desplazamiento sobre medio sólido-liso.	D	Demostración 3	Ok
P.4.1.	Desplazamiento frontal.	D	Demostración 4	Ok
P.4.2.	Giro a la izquierda.	D	Demostración 5	Ok
P.4.3.	Giro a la derecha.	D	Demostración 6	Ok
F.5.	Desplazamiento sobre medio acuoso.	D	Demostración 7	Pdte.
P.5.1.	Desplazamiento frontal.	D	Demostración 8	Pdte.
P.5.2.	Giro a la izquierda.	D	Demostración 9	Pdte.
P.5.3.	Giro a la derecha.	D	Demostración 10	Pdte.
F.6.	Transición del medio sólido liso al medio acuoso.	D	Demostración 11	Pdte.
P.6.1.	Inclinación mínima.	T	Test 2	Pdte.
F.7.	Transición del medio acuoso al medio sólido liso.	D	Demostración 12	Pdte.
P.7.1.	Inclinación mínima.	T	Test 3	Pdte.
F.8.	Detección automática del medio.	T	Test 4	Ok
F.9.	Conmutación automática de modo de control.	T, D	Test 5, Demostración 13	Pdte.
D.1.	Flotabilidad.	D	Demostración 14	Mejorar
D.2.	Estanqueidad principal.	D	Demostración 15	Mejorar
D.3.	Estanqueidad secundaria.	D	Demostración 16	Pdte.
D.4.-D.6.	Estabilidad asegurada por equilibrio de fuerzas y momentos, estático.	I, A	Inspección 1, Análisis 3	No completa.
D.5.-D.7.	Estabilidad asegurada por equilibrio de fuerzas y momentos, dinámico.	I, A	Inspección 2, Análisis 4	No completa.

⁴I, A, D, T: Inspección, Análisis, Demostración, Test.

4.3 Plan de Pruebas

Nombre de Prueba	Demostración 1
Lugar	ETSI
Objeto de verificación	Cámara y software de vídeo.
Fecha	1-06-2017
Detalles de la prueba	Se pondrá el objeto de verificación en funcionamiento (conjunto cámara-Raspberry) se comprobará que transmita adecuadamente el vídeo.
Realización	Sí.
Comentarios	El Streaming funciona adecuadamente empleando ffmpeg en transmisión directa; no obstante, se experimenta una latencia notable (>1s) cuando se ejecuta el lado del cliente por primera vez. Ésto parece solucionarse al reiniciar el lado del cliente. Quizás esté relacionado con la estructura del búfer.

Nombre de Prueba	Demostración 2
Lugar	ETSI
Objeto de verificación	Sistema completo.
Fecha	1-06-2017
Detalles de la prueba	Se pondrá el objeto de verificación en funcionamiento y se comprobará que comporte como se le pide mediante comandos.
Realización	Sí.
Comentarios	El control empleado en las pruebas era demasiado rudimentario, por tanto, la dinámica exponencial de los motores hizo casi imposible el control de los mismos. Un controlador logarítmico ha sido desarrollado, aunque aún no se ha probado.

Nombre de Prueba	Demostración 3, 4, 5, 6
Lugar	Domicilio particular
Objeto de verificación	Sistema completo.
Fechas	3, 4, 5, 6: 5-06-2017.
Detalles de la prueba	Se pondrá el objeto de verificación en funcionamiento y se comprobará que cumpla adecuadamente los requisitos asociados.
Realización	Sí.
Comentarios	No se pudo observar todo el potencial del vehículo pues las pruebas se realizaron en un entorno limitado de espacio.

Nombre de Prueba	Demostración 7, 8, 9, 10
Lugar	Domicilio Particular
Objeto de verificación	Sistema completo.
Fechas	7, 8, 9, 10: 18-06-2017.
Detalles de la prueba	Se pondrá el objeto de verificación en funcionamiento y se comprobará que cumpla adecuadamente los requisitos asociados. Las pruebas 7, 8, 9, 10 se realizarán colocando hilos de seguridad, a modo de arnés, al vehículo; a fin de reducir el riesgo de hundimiento.
Realización	No.
Comentarios	Estas demostraciones dependen de D.1, D.2 y D.3, las cuales aún no han sido probadas satisfactoriamente. Las demostraciones quedan a la espera de la solución de los problemas de estanqueidad.

Nombre de Prueba	Demostración 11
Lugar	ETSI
Objeto de verificación	Sistema completo.
Fechas	
Detalles de la prueba	Se empleará una pequeña piscina hinchable, proporcionada por FabLab de arquitectura, junto con una plancha, de cualquier material liso, haciendo experimentos de descenso con diferentes inclinaciones de la plancha.
Realización	No.
Comentarios	Deben solucionarse los problemas de D.1, D.2 y D.3 previamente.

Nombre de Prueba	Demostración 12
Lugar	ETSI
Objeto de verificación	Sistema completo.
Detalles de la prueba	Se empleará una pequeña piscina hinchable, proporcionada por FabLab de arquitectura, junto con una plancha, de cualquier material liso, haciendo experimentos de ascenso con diferentes inclinaciones de la plancha.
Realización	No.
Comentarios	Deben solucionarse los problemas de D.1, D.2 y D.3 previamente.

Nombre de Prueba	Demostración 13
Lugar	Fablab
Objeto de verificación	Código de detección de agua y conmutación de control
Detalles de la prueba	<p>Se colocará el vehículo en el medio sólido y se monitoreará el modo de control activado en el mismo.</p> <p>Con el sistema aún encendido, se llevará éste al medio acuoso y se monitoreará el modo de control activado.</p> <p>Para el monitoreamiento del modo de control, de manera sencilla, pueden asociarse unos leds que lo indiquen.</p>
Realización	No.
Comentarios	Aún no se ha podido comprobar debido a la fuga de agua. Del mismo modo, falta desarrollar el control para el medio acuoso y el código asociado a la conmutación automática del modo de control.

Nombre de Prueba	Demostración 14
Lugar	Domicilio particular.
Objeto de verificación	Barcaza
Fecha	18-06-2017
Detalles de la prueba	Se colocará la barcaza en un recipiente lo suficientemente grande con agua. Se irá incrementando paulatinamente el peso sobre la misma hasta que llegue al límite antes de inundarse. Se anotará el peso máximo.
Realización	Sí.
Comentarios	La barcaza flotó adecuadamente sin peso colocado sobre la misma. No obstante, al colocársele un peso de, aproximadamente, 400g, una de las paredes, afectada por un choque, cedió parcialmente, dando lugar a una fuga de agua.

Nombre de Prueba	Demostración 15
Lugar	Domicilio particular
Objeto de verificación	Barcaza
Fecha	
Detalles de la prueba	Se probará que la barcaza es estanca colocándola de diferentes formas en el agua (base hacia arriba, base de lado, etc.). Se comprobará que no haya agua en el interior tras cada posición, repitiéndolas para diferentes pesos.
Realización	No.
Comentarios	Aún falta solucionar la fuga de agua.

Nombre de Prueba	Demostración 16
Lugar	Domicilio particular
Objeto de verificación	Caja interior de la barcaza
Detalles de la prueba	Se volverá a realizar la demostración 15 pero con objeto de verificación distinto.
Realización	No.
Comentarios	Se están pensando diferentes materiales para la elaboración de la caja, ya que la impresión 3D ha parecido no ser una buena opción para evitar fugas, o no, al menos, mediante el método empleado.

Nombre de Prueba	Inspección 1
Lugar	Apartamento particular.
Objeto de verificación	Sistema completo
Fecha	18-06-2017
Detalles de la prueba	Se le pondrán varios hilos al vehículo, por seguridad, del que penderá en caso de no funcionar adecuadamente. El vehículo se colocará sobre el medio acuoso y se comprobará que sea estable sin perturbaciones. Luego se hará lo mismo en medio sólido liso.
Realizado	Sí.
Comentarios	Aunque se han realizado estas inspecciones, sólo ha sido satisfactoria la relacionada al medio sólido liso. En el medio acuoso falla debido a una fuga de agua ya localizada.

Nombre de Prueba	Inspección 2
Lugar	Apartamento particular.
Objeto de verificación	Estabilidad dinámica.
Fecha	5-06-2017
Detalles de la prueba	Se le pondrán varios hilos al vehículo, por seguridad, del que penderá en caso de no funcionar adecuadamente. El vehículo se colocará sobre medio acuoso y se comprobará que sea estable al desplazarse a mitad de su velocidad máxima. Luego se hará lo mismo en medio sólido liso.
Realización	No completamente.
Comentarios	La estabilidad dinámica del vehículo en medio sólido liso es muy buena. En el medio acuoso no se ha podido comprobar debido a la fuga de agua.

Nombre de Prueba	Test 1
Lugar	Domicilio particular.
Objeto de verificación	Recepción de órdenes
Fecha	16-05-2017
Detalles de la prueba	Se comprobará la conexión establecida entre el centro de monitoreamiento (un ordenador personal) y la Raspberry haciendo ping tras ejecutar el código de la conexión TCP. Luego se comprobará la recepción adecuada del valor de los comandos (gatillo izquierdo o gatillo derecho) introducidos mediante el Gamepad.
Realización	Sí.
Comentarios	Hubo que hacer varias modificaciones en el código de conexión TCP para que el receptor, Raspberry, tomara por separado los valores del gatillo y la identificación del gatillo (Right o Left).

Nombre de Prueba	Test 2
Lugar	Fablab
Objeto de verificación	Inclinación mínima sólido-acuoso
Fecha	
Detalles de la prueba	Se medirá qué inclinación mínima puede soportar el vehículo, durante una transición de bajada, de manera satisfactoria.
Realización	No.
Comentarios	Aún no se ha podido comprobar debido a la fuga de agua.

Nombre de Prueba	Test 3
Lugar	Fablab
Objeto de verificación	Inclinación mínima acuoso-sólido
Fecha	
Detalles de la prueba	Se medirá qué inclinación mínima puede superar el vehículo, durante una transición de subida, de manera satisfactoria.
Realización	No.
Comentarios	Aún no se ha podido comprobar debido a la fuga de agua.

Nombre de Prueba	Test 4
Lugar	ETSI
Objeto de verificación	Detección automática de agua
Fecha	16-05-2017
Detalles de la prueba	Se utilizará el circuito de detección de agua desarrollado, de manera simplificada, empleando un recipiente, que contendrá agua, donde se introducirán las partes sensibles del mismo.
Realización	Sí.
Comentarios	El test se realizó primero empleando la entrada analógica de un Arduino a fin de comprobar que se diera, efectivamente, un cambio de tensión al introducir las partes sensibles en el agua. Luego se contrastó, satisfactoriamente, con la Raspberry.

Nombre de Prueba	Test 5
Lugar	Domicilio particular
Objeto de verificación	Conmutación del modo de control
Fecha	
Detalles de la prueba	Con la Raspberry conectada a un monitor, se comprobará del modo de control activado en la misma. Luego se mojarán los sensores de detección de agua y se comprobará el modo de control activado.
Realización	No.
Comentarios	Aún no se ha podido comprobar debido a la fuga de agua. Del mismo modo, falta desarrollar el control para el medio acuoso y el código asociado a la conmutación automática del modo de control.

Nombre de Prueba	Análisis 1
Lugar	Domicilio particular
Objeto de verificación	Transmisión de vídeo
Detalles de la prueba	Se comprueba que la retransmisión de vídeo sea menor a los 500ms. Para ello, se graba con una tercera cámara, simultáneamente, a un patrón de movimiento (como una mano moviéndose) y al vídeo retransmitido. Luego sólo hay que comprobar en la grabación de la tercera cámara el desfase entre una acción y otra.
Realización	Sí.
Comentarios	Se realizó tal y como indicaba la prueba sin ningún contratiempo.

Nombre de Prueba	Análisis 2
Lugar	Domicilio particular
Objeto de verificación	Transmisión de comandos
Detalles de la prueba	Se comprobará la latencia de transmisión de comandos mediante un ping (que devuelve un valor aproximado de la misma) entre ambas partes.
Realización	Sí.
Comentarios	La latencia está entorno a los 35ms, inferior al límite establecido de 50ms.

Nombre de Prueba	Análisis 3
Lugar	Domicilio particular
Objeto de verificación	Sistema completo
Detalles de la prueba	Se determina el centro de gravedad de la barcaza. Éste debe estar situado en una zona lo más centrada en la base como sea posible, pudiendo modificarse mediante la distribución adecuada de los pesos. Para ello, se coloca la barcaza en el borde, recto, de una superficie, como una mesa, perpendicular a dicho borde. Se va empujando hasta que ésta bascula. A esa recta, pertenecerá el centro de gravedad. Se repite el proceso con la barcaza en paralelo al borde y se obtiene el centro.
Realización	Sí.
Comentarios	Aunque la estabilidad estática está asegurada, la batería se ha colocado en la parte frontal para asegurar la estabilidad dinámica del sistema.

Nombre de Prueba	Análisis 4
Lugar	Domicilio particular
Objeto de verificación	Sistema completo
Detalles de la prueba	<p>Se comprueba el torque generado por los motores empleando un peso (de cocina) y una estructura simple de madera elaborada para la prueba.</p> <p>Se estima la fuerza de empuje de Arquímedes que se opone al torque de los motores.</p> <p>Se comprueba que no se alcancen unos valores inadecuados para asegurar la integridad del sistema.</p>
Realización	No.
Comentarios	No estamos muy convencidos de la metodología de esta prueba, pues el análisis, para ser útil, debería ser más complejo.

5. PROGRAMAS

La sección se organiza en base al orden establecido en el WBS.

5.1 ADHOC

-ahon.sh

Script en bash que configura la conexión AdHoc de forma automática y testea la conexión tanto en la Raspberry como en el portátil (GNU/Linux). También crea un backup de la configuración inalámbrica actual.

-ahoff.sh

Script en bash que restaura la configuración original del sistema y comprueba que funcione bien.

-interfaces.adhoc*

Archivos de configuración para la conexión AdHoc de la Raspberry y un sistema GNU/Linux.

5.2 STREAMING

-ffmpeg

Programa que sirve para grabar vídeo, codificarlo y procesarlo. Permite incluso el uso de más de mil filtros diferentes. Aquí se usa simplemente para enviar el vídeo tomado de la cámara web, codificarlo en formato mp4 mediante la librería h264 y enviarlo mediante UDP a la dirección escrita en el comando (dirección IP destino mediante Ad-Hoc).

-ffplay

Permite detectar el vídeo transmitido pasándole la dirección IP y el puerto desde el cual se emite el vídeo.

5.3 TCP

-tcp.py

Librería en python (realmente es un método) utilizada para configurar la conexión tcp tanto en el servidor como en el cliente. También se encarga de añadir caracteres de control en los mensajes enviados de recibirlos correctamente.

-server_example.py

Ejemplo de cómo utilizar tcp.py en el lado del servidor. Un servidor simple que re-envía al cliente una cadena de caracteres.

-client_example.py

Ejemplo de cómo utilizar tcp.py en el lado del cliente. Envía una cadena al servidor y espera una posible respuesta.

5.4 ONE STEP BUILD

-one-step_build.sh

Script en bash que comprueba que comprueba si todas las dependencias están instaladas e instala las que no estén

5.5 GAMEPAD

-gamepad.py

Librería en python para obtener una entrada desde un mando de consola. Utiliza a su vez la librería de python ev-dev basada en programación dirigida por eventos. Esta librería es ejecutable, mostrando un pequeño ejemplo de cómo puede ser utilizada.

-ps3map.py

Mapea los botones de un mando Dualshock 3 de forma que el código sea más entendible para los humanos.

5.6 MAIN

-main.py

Este script se ejecuta en la Raspberry, y es un test para comprobar que la conexión TCP entre portátil y Raspberry es correcta y que la Raspberry recibe correctamente el valor mandado por el portátil.

La Raspberry crea una conexión TCP, con ella como servidor y espera a que el portátil se conecte. Una vez conectado, la Raspberry primero recibe el gatillo que ha cambiado su valor (RIGHT o LEFT), y luego el valor del gatillo que ha cambiado. Para tener la certeza de que se ha realizado correctamente, se imprime por pantalla el gatillo que ha cambiado, así como su valor.

5.7 MAINPI

-mainpi.py

Es un script que se ejecuta en la Raspberry. Recibe del portátil por conexión TCP el gatillo que ha cambiado de valor, así como el valor del mismo. La conexión TCP la inicia la Raspberry con esta como servidor, y espera a que se conecte el portátil. Para controlar los variadores, es necesario utilizar una señal PWM, por lo que el valor del gatillo se transforma en un valor apto para el PWM. Esto se realiza con la función "map" definida en el script. Inicialmente, el PWM es el mínimo para que los motores estén parados. Luego, cuando recibe información del portátil, cambia el valor del PWM del motor derecho si se ha enviado el valor del gatillo derecho, y del motor izquierdo si se ha enviado el valor del gatillo izquierdo. Estos valores se cambian con la función "map" para pasarlos a PWM y se asigna ese valor de PWM al motor correspondiente. En caso de que cualquier cosa falle (establecimiento de conexión, recepción de datos, lectura de datos) el script dejará de ejecutarse, poniendo el valor de los PWM al mínimo.

Se ha utilizado la librería "tcp" para la conexión TCP, y la librería "pwm" para el funcionamiento del PWM de la Raspberry.

5.8 INIALL

-iniall.sh

Este script es uno global que permitiría poner en funcionamiento la cámara por ffmpeg y el script mainpi.py, que se encarga de controlar los motores según el mando conectado en el portátil. Se contempla la posibilidad de dos modelos diferentes de Raspberry Pi, porque son los modelos con los que se han trabajado. Si el Ad-hoc está encendido, enciende primero la cámara y muestra el vídeo en el ordenador, y luego ejecuta mainpi.py. Si por el contrario está apagado, primero lo enciende y luego hace lo mismo de antes.

5.9 CONTROL

-control1.ino

El control se ha desarrollado en lenguaje de Arduino por los inconvenientes comentados en la memoria. En él, se hace una lectura analógica del PWM emitido por la Raspberry, que emite dos señales de PWM (una para cada motor), se hace una conversión para pasar de 1024 valores a 256, mediante la función map, y se transmite la señal al controlador de velocidad mediante las funciones de la librería servo.h, que permiten la comunicación con un protocolo medianamente estándar: SimonK (muy utilizado en controladores de velocidad).

Recalcar que ésta es una solución **temporal**, por ello no se ha incluido en el WBS.

6. PRESUPUESTO REAL

6.1. Diseño

Elemento	Precio (€)
Estructura impresa.	7
Plástico termoformable (material).	3
Tiempo de uso de maquinaria (Fablab).	6
Total	16 €

6.2. Electrónica

Elemento	Precio (€)
MPU (Acel. + Brújula)	3'20
Batería (12V)	9'80
Regulador (5V)	1'5
4x Motor (+ Hélice + Anclaje)	19'40
2x ESC10A + 2x ESC20A	9+16
Total	58,90 €

6.3 Presupuesto inicial:

Grupo	Presupuesto de Grupo (€)
Diseño	16
Electrónica	58'9
Total	74,90 €

7. BIBLIOGRAFÍA

[1] Hovercraft: <https://es.wikipedia.org/wiki/Aerodeslizador>

[2] Handmade RC Hovercraft: <http://www.instructables.com/id/How-to-make-a-RC-Hovercraft/>

[3] Aguas contaminadas de India:
http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/07/140702_salud_ganges_riesgo_nadar_gtg