

# Statement Of Work

Proyecto Integrado: Vehículo RC Anfibio

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 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.

Entre los sistemas que han sido desarrollados actualmente con la misma finalidad, se pueden encontrar diferentes proyectos que incluyen colchón aéreo; el conocido Hovercraft **Añadir bibliografía**. 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).

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, con unas ruedas esféricas omni-direccionales bajo el casco, a fin de reducir la fricción entre el vehículo y el terreno.

## 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.

## 2.1 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 100ms.
- 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 6ms.
- 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 interior<sup>1</sup>.
- D.3. El sistema debe asegurar la estanqueidad de la cavidad secundaria<sup>2</sup>.
- 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 B+.
- C.3. El tiempo de prueba de la Raspberry Pi Model B+ junto con la cámara es limitado (aproximadamente cuatro sesiones de 2h).

Notas:

<sup>1</sup> Compartimento donde se transportan las baterías.

<sup>2</sup> Compartimento donde se transportan los circuitos electrónicos.

### 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. -Intentar devolver componentes.
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 excesiva 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.
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 <sup>3</sup> .

<sup>3</sup>Disminuyendo 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  <sup>4</sup>	Nombre de Prueba	Estado
F.1.	Transmisión inalámbrica de vídeo.	D	Demostración 1	Pdte.
P.1.1.	Retraso máximo en transmisión de vídeo.	A	Análisis 1	Pdte.
F.2.	Recepción de órdenes inalámbricamente.	T	Test 1	Pdte.
P.2.1.	El tiempo de transmisión de las órdenes máximo.	A	Análisis 2	Pdte.
F.3.	Ejecución de órdenes recibidas.	D	Demostración 2	Pdte.
F.4.	Desplazamiento sobre medio sólido-liso.	D	Demostración 3	Pdte.
P.4.1.	Desplazamiento frontal.	D	Demostración 4	Pdte.
P.4.2.	Giro a la izquierda.	D	Demostración 5	Pdte.
P.4.3.	Giro a la derecha.	D	Demostración 6	Pdte.
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	Pdte.
F.9.	Conmutación automática de modo de control.	T, D	Test 5, Demostración 13	Pdte.
D.1.	Flotabilidad.	D	Demostración 14	Pdte.
D.2.	Estanqueidad principal.	D	Demostración 15	Pdte.
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 2	Pdte.
D.5.-D.7.	Estabilidad asegurada por equilibrio de fuerzas y momentos, dinámico.	I, A	Inspección 2, Análisis 3	Pdte.

<sup>4</sup>I, A, D, T: Inspection, Analysis, Demonstration, Test.

#### 4.3 Plan de Pruebas

Nombre de Prueba	Demostración 1
Lugar	ETSI
Objeto de verificación	Cámara y software de vídeo.
Fecha	
Detalles de la prueba	Se pondrá el objeto de verificación en funcionamiento (conjunto cámara-Raspberries) se comprobará que transmita adecuadamente el vídeo.
Realización	No.

Nombre de Prueba	Demostración 2
Lugar	ETSI
Objeto de verificación	Sistema completo.
Fecha	
Detalles de la prueba	Se pondrá el objeto de verificación en funcionamiento y se comprobará que comporte como se le pide mediante comandos.
Realización	No.

Nombre de Prueba	Demostración 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Lugar	ETSI
Objeto de verificación	Sistema completo.
Fechas	3: , 4: , 5: , 6: , 7: , 8: , 9: , 10: .
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.

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 con diferentes inclinaciones de la plancha.
Realización	No.



Nombre de Prueba	Inspección 1
Lugar	Apartamento particular.
Objeto de verificación	Estabilidad estática.
Fecha	
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	No.

Nombre de Prueba	Inspección 2
Lugar	Apartamento particular.
Objeto de verificación	Estabilidad dinámica.
Fecha	
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	

Nombre de Prueba	
Lugar	
Objeto de verificación	
Detalles de la prueba	
Realización	

Nombre de Prueba	
Lugar	
Objeto de verificación	
Detalles de la prueba	
Realización	

Nombre de Prueba	
Lugar	
Objeto de verificación	
Detalles de la prueba	
Realización	

Nombre de Prueba	
Lugar	
Objeto de verificación	
Detalles de la prueba	
Realización	

Nombre de Prueba	
Lugar	
Objeto de verificación	
Detalles de la prueba	
Realización	

## 5. PRESUPUESTO

### 1. Diseño

Elemento	Precio (€)
Estructura de acrílico (material).	7
Plástico termoformable (material).	5
Tiempo de uso de maquinaria (Fablab).	8
Pegamento térmico.	*
<b>Total</b>	<b>20 €</b>

\*Donación

### 2. Electrónica

Elemento	Precio (€)
MPU (Acel. + Brújula)	5
Batería (12V)	10
Regulador (5V)	1'5
2x Motor (+ Hélice + Anclaje)	19'40
2x ESC	9
<b>Total</b>	<b>44,90 €</b>

#### Presupuesto inicial:

Grupo	Presupuesto de Grupo (€)
Diseño	20
Electrónica	44'9
<b>Total</b>	<b>64,90 €</b>