**NORMAS BÁSICAS DE ESTILO Y FORMATO**

El texto del trabajo se escribirá preferentemente en español. Se admitirá el idioma inglés, siempre que el trabajo esté avalado por un convenio internacional (Erasmus u otros) o si la Comisión delegada de Trabajos Fin de Grado o la Comisión Académica del Máster, según el caso, informe favorablemente a partir de una solicitud previa del alumno o alumna.

**PROYECTOS DE INGENIERÍA**

Se seguirán las consideraciones indicadas en la norma UNE 157001:2004 en cuanto a requisitos formales de carácter general con qué deben redactarse los proyectos.

Se utilizará la carátula incluida en este anexo.

Serán elementos de obligada aparición los siguientes:

**Resumen.** Entre 300 y 500 palabras como referencia.

**Documento Nº 1. Índice**

**Documento Nº 2. Memoria.** Tiene como misión justificar las soluciones adoptadas, su adecuación a la normativa legal aplicable y, conjuntamente con los planos y el pliego de condiciones, debe describir de forma unívoca el objeto del Proyecto.

**Documento Nº 3. Anexos**

Este documento debe contener los anejos necesarios (según proceda en cada caso) correspondientes a:

* **Documentación de partida.** Este Anexo debe incluir aquellos documentos que se han tenido en cuenta para establecer los requisitos de diseño.
* **Cálculos**. Este Anexo o Anexos tienen como misión justificar las fórmulas aplicadas, las soluciones adoptadas y, conjuntamente con los documentos planos y el pliego de condiciones, debe describir de forma unívoca el objeto del Proyecto.

Debe contener las hipótesis de partida, los criterios y procedimientos de cálculo, así como los resultados finales base del dimensionado o comprobación de los distintos elementos que constituyen el objeto del Proyecto.

* Anexos de aplicación en función del ámbito del Proyecto, son por ejemplo:
  + Seguridad (prevención de incendios, sanidad, radiaciones, pública concurrencia, etc.).
  + Medio ambiente (acústica, residuos, emisiones, etc.).
  + Eficiencia energética.
  + Emplazamiento del proyecto, Geotécnicos, Hidráulicos, Hidrológicos, Pluviométricos, etc.
  + Gestión de residuos.
  + Otros.
* **Estudios con entidad propia.** Este documento debe contener todos aquellos estudios que deban incluirse en el Proyecto por exigencias legales. Debe comprender, entre otros y sin carácter limitativo, los relativos a:
  + Estudio Básico de Seguridad y Salud o Estudio de Seguridad y Salud, según corresponda.
  + Estudio de Impacto Ambiental. Se realizará según la tipología prevista en la legislación vigente que aplique.

Cada anexo debe contener la justificación del cumplimiento de la normativa legal vigente aplicable y, si procede, de las fórmulas aplicadas para el cálculo.

* **Otros documentos que justifiquen y aclaren conceptos expresados en el Proyecto.** Se pueden incluir:
  + Catálogos de los elementos constitutivos del objeto del Proyecto.
  + Listados.
  + Información en soportes lógicos, magnéticos, ópticos o cualquier otro.
  + Maquetas o modelos.
  + Otros documentos que se juzguen necesarios.

**Documento Nº 4. Planos.** Se deberá tener en cuenta lo indicado en las normas referencias en el apartado 8.2 de la norma UNE 157001:2014.

**Documento Nº 5. Pliego de Condiciones.** El pliego de condiciones es uno de los documentos que constituyen el Proyecto y tiene como misión establecer las condiciones técnicas, económicas, administrativas, facultativas y legales para que el objeto del Proyecto pueda materializarse en las condiciones especificadas, evitando posibles interpretaciones diferentes de las deseadas.

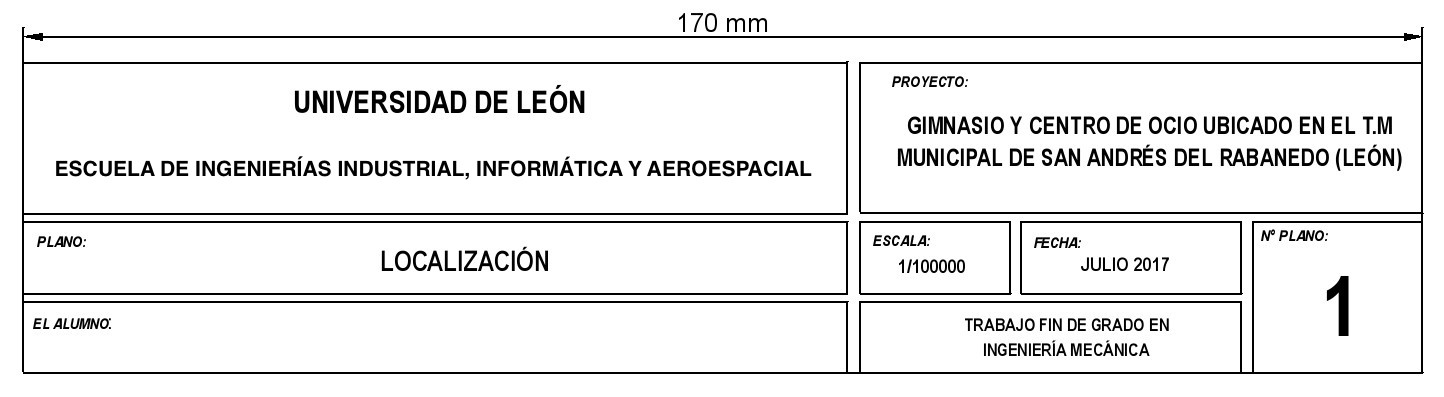
**Documento Nº 6. Mediciones.** Debe contener un listado completo de las partidas de obra que configuran la totalidad del proyecto. Debe servir de base para la realización del Presupuesto.

**Documento Nº 7. Presupuesto.**

MODELO DE CAJETÍN PARA PLANOS

Anchura máxima 170 mm, y altura variable. No habría límites si el plano no se doblase.

Situación en ángulo inferior derecho del área de dibujo del plano, con el mismo grosor que el recuadro que marca la zona efectiva de dibujo.



**ESTUDIOS TÉCNICOS, ORGANIZATIVOS Y ECONÓMICOS, Y TRABAJOS TEÓRICO-EXPERIMENTALES**

Se utilizará la carátula incluida en este anexo. El tamaño de papel será A4 y los márgenes del documento serán 3 cm en la parte superior y a la izquierda y 2.5 cm en la parte inferior y a la derecha.

Se utilizarán encabezados y pies de página. En el pie de página irá el nombre del alumno-autor del trabajo y en el encabezado irá la numeración de las hojas, indicándose el total.

Para la numeración de los capítulos, apartados y anexos se seguirán las recomendaciones de la norma UNE 50132.

Cada capítulo iniciará una página nueva. Los títulos de los capítulos utilizarán una fuente de tamaño 28 puntos en negrita y llevarán la primera letra en mayúscula, mientras que el resto serán minúsculas. El interlineado (si el título ocupa más de una línea) será sencillo. Después del título irá una línea en blanco de tamaño 12 puntos.

Para los títulos de los apartados, se utilizará un tamaño de 14 puntos, letra negrita y mayúscula. Los títulos de los apartados y sub-apartados irán precedidos del número del apartado. Debajo del título de los apartados se dejará una línea en blanco.

Para el cuerpo del texto se utilizará un tamaño de 12 puntos, justificado a izquierda y derecha y con interlineado igual a 1.5 líneas, sin espacio adicional entre párrafos.

Las figuras y tablas se intercalarán en el texto, centradas y con un pie de figura o encabezado de tabla. Las figuras y tablas llevarán una línea antes y otra después, y la forma de nombrarlas en el texto será “figura #.#” o “tabla #.#”, donde el primer número es el del capítulo y el segundo es el número de orden de la figura o de la tabla dentro de ese capítulo. El texto al pie de la figura o en el encabezado de la tabla estará en escrito con un tamaño de 12 puntos, y deberá señalar lo que se representa de una forma clara. Ejemplo:

Figura 4.1. Relación entre … (Fuente: ….)

Tabla 4.1. Tabla con resultados de…(Fuente: ….)

Si el texto requiere la inclusión de ecuaciones, el formato de las mismas es libre. Se numerarán según el formato (#.#) alineado al margen derecho junto a la ecuación y se citarán en el cuerpo del texto como “ecuación #.#”, donde el primer número es el capítulo y el segundo el número de la ecuación. Ejemplo:

… (4.1)

Al final del cuerpo del trabajo debe incluirse una lista de todas las fuentes bibliográficas en las que se basa éste, y debe hacerse referencia a cada uno de los elementos de esta lista en todos los lugares adecuados dentro del texto. A pesar de que la norma UNE 50135 incluye cuestiones relativas al formato de las referencias bibliográficas, se usarán prioritariamente los estilos de referenciación:

* HARVARD (Autor-Fecha)
* IEEE (Numérico)

En todo caso, se podrá usar cualquier otro formato siempre que esté normalizado.

Serán elementos de obligada aparición los siguientes:

**Resumen.** Entre 300 y 500 palabras, en español.

**Abstract.** Entre 300 y 500 palabras, en inglés.

**Índice de contenidos**

**Índice de figuras**

**Índice de cuadros y tablas**

**Glosario de signos, símbolos, unidades, abreviaturas, acrónimos o términos** (si hubiera)

**Cuerpo del trabajo** (recomendación):

* Introducción
* Estado del arte
* Núcleo del trabajo con ilustraciones esenciales y tablas (objetivos, materiales y métodos,…)
* Resultados
* Conclusiones y recomendaciones
* Agradecimientos, si los hubiere

**Lista de referencias bibliográficas**

**Anexos**

****

**Escuela de Ingenierías**

**Industrial, Informática y Aeroespacial**

**GRADO EN INGENIERÍA AEROESPACIAL**

Trabajo de Fin de Grado

IMAGE BASED VISUAL SERVOING PARA UN ROBOT AÉREO

IMAGE BASED VISUAL SERVOING FOR AERIAL ROBOT

Autor: Pablo Rodríguez Robles

Tutor: Hilde Pérez García

(Julio, 2018)

|  |  |
| --- | --- |
| **UNIVERSIDAD DE LEÓN**  **Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial**  **GRADO EN INGENIERÍA AEROESPACIAL**  **Trabajo de Fin de Grado** | |
| **ALUMNO:** Pablo Rodríguez Robles | |
| **TUTOR:** Hilde Pérez García | |
| **TÍTULO:** Image Based Visual Servoing para un Robot Aéreo | |
| **TITLE:** Image Based Visual Servoing for Aerial Robots | |
| **CONVOCATORIA:** Julio, 2018 | |
| **RESUMEN:**  Antes de llevar a cabo cualquier tarea de manipulación, es necesario que el robot empleado adquiera una posición y actitud determinadas. En este trabajo se presenta el diseño e implementación de un controlador cinemático visual para la traslación y giñada de un robot aéreo. Empleando únicamente imágenes como retroalimentación, el controlador propuesto calcula los comandos de velocidad necesarios para alcanzar la posición y actitud deseada respecto a un objetivo plano situado en el suelo. Para ello, el algoritmo computa a partir de la imagen de la cámara del robot un vector de características visuales para los estados actual y deseado. La diferencia entre estos es usada como error por un controlador PID que devuelve los comandos de velocidad que han de ser enviados a los controladores de bajo nivel del robot. El controlador ha sido implementado como un componente ROS, de modo que puede ser integrado en cualquier robot basado en este sistema operativo. Finalmente, el producto ha sido probado y verificado mediante la simulación de un quadrotor. | |
| **ABSTRACT:**  When dealing with object manipulation, it is necessary that the robot adopts a certain pose with respect to the target before the proper manipulation process starts. In this thesis, an Image Based Visual Servoing (IBVS) controller for the translational and yaw kinematics of an aerial robot is designed and implemented. Using only image data, the controller computes the necessary robot's velocities to achieve the desired pose with respect to a planar object laying on the ground. To this end, some visual features are calculated from the current and desired poses and their difference is used as error by a PID controller that outputs the velocity commands sent to the vehicle's low-level controllers. The controller is implemented as a ROS component, so it can be integrated part of a modular robotic system running on this framework. Finally, the system is tested and verified in a simulation of a quadrotor aerial robot. | |
| **Palabras clave:** IBVS, visual servoing, computer vision, flight control, system design | |
| **Firma del alumno:** | **VºBº Tutor/es:** |