

# Tarea 1: Requerimientos

Show de luces con drones

Integrantes: Patricio Astorga  
Oriel Arias  
Felipe Lillo  
Danilo Moreira  
Joaquin Ortega

Profesor: José Gonzales

Fecha de realización: 11 de octubre de 2021

Fecha de entrega: 11 de octubre de 2021

Santiago, Chile

## Índice de Contenidos

1. Descripción general del proyecto	1
2. Estado actual del sistema propuesto	1
3. Requerimientos del negocio	2
4. Casos de uso	2
5. Requerimientos de usuario	6
6. Requerimientos del sistema	10
7. Diagrama de solución	12
8. Plan de pruebas unitarias	12
9. Plan de pruebas globales	13

## Índice de Figuras

1. Diagrama de solución . . . . .	12
-----------------------------------	----

## 1. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en implementar una serie de drones luminosos que son controlados para crear espectáculos de luces en el cielo.

El sistema a implementar debe considerar un módulo de comunicación para navegar el show desde una base terrestre y generar comunicación entre drones con el fin de optimizar el recurso de conexión entre base terrestre y los distintos nodos aéreos que se pueden formar. Cada dron a utilizar se debe alimentar con una batería capaz de generar un show luminoso que permita cumplir las expectativas de los clientes. A nivel terrestre, se debe tener tanto la posición como inclinación de drones a tiempo real, para poder comandar un buen show y evitar colisiones entre las naves.

## 2. Estado actual del sistema propuesto

Durante los últimos años, los drones o vehículos aéreos no tripulados han presentado un aumento progresivo en su uso desde tareas comerciales, tal deliveries, hasta en misiones militares de alta dificultad y el avance en sistemas de comunicaciones, tanto en hardware como en distintos protocolos, han permitido desarrollar el comportamiento colectivo de estos, conociéndolos como enjambres de drones.

El uso de estos para entretención, tales como shows de luces han ido en crecimiento, el hecho de moldear y crear una coreografía a placer a superado en con creces la emoción que entregan unos buenos juegos de artificio. En la actualidad, variadas empresas se dedican a realizar dichos shows y presentan topologías bastante similares para llevarlos a cabo.

A manera general se puede identificar ciertas características comunes de los shows prestados por las empresas: Intel, Skymagic, UMILES Entertainment, Drone Light Show Company, Dronisos.

- Duración máxima de show 10 minutos
- La visibilidad del show es cercana al kilometro
- La cantidad de drones utilizados como base van desde los 100 - 200 drones
- Los drones utilizados no pesan mas de 1 kilo

En cuanto a la aplicación de tecnologías, cada empresa es bastante hermética, pero la comunicación es en base a wifi y el uso de software especializado para simular y navegar al enjambre es clave en el desarrollo.

Estos shows se han implementado en grandes eventos tales como celebraciones de año nuevo, finales de fútbol, recientemente en las olimpiadas de Tokyo, etc. y la dificultad en estos va en la cantidad de drones a utilizar y la respectiva logística para evitar colisiones de estos.

Lo mas nuevo que se ha identificado en la materia corresponde a shows que utilizan drones en conjunto con pirotecnia.

En cuanto a valores, estos parten desde los USD\$18.000 .

### 3. Requerimientos del negocio

Las ventajas que diferenciarán este proyecto de soluciones existentes radican principalmente en los siguientes dos ámbitos:

- *Made in Chile*: El valor del producto nacional por sobre el importado, trae numerosas ventajas, en el sentido que colabora con el área de la investigación nacional y da la oportunidad a pequeñas empresas en la colaboración del proyecto.
- Precio: El proyecto pretende optimizar los costos de producción y obtención del material, lo que se traduce en un mejor precio a nivel industria.

Sin perjuicio de lo anterior, es necesaria la preocupación por variables en las que evidentemente un proyecto de esta índole está en desventaja por sobre los productos internacionales existentes; esto es:

- Cantidad de drones: cada dron extra conlleva un aumento en los costos
- Calidad de los drones: Es necesario hallar drones que cumplan con el óptimo precio-calidad, en este caso, drones que sean estables, seguros y de alta durabilidad. Si es necesario, investigar sobre drones de fabricación propia.
- Distancia de visibilidad: Las luces LED deben ser suficientemente luminosas, visibles en 360 grados y de bajo consumo.
- Complejidad en imágenes: Altamente ligado con el número de drones, ya que de este número depende la resolución de las imágenes.
- Duración del show: Es indispensable que las baterías duren por lo menos dos veces para lo que está pensada la duración del show.

### 4. Casos de uso

#### Controlador de show

- Descripción: Controlador monitorea las variables críticas y da aviso/toma decisiones en caso de contingencia.
- Actores o usuarios: Controlador de show (experto(s) en prevención de riesgos y/o electrónica)
- Prioridad: Alta
- Condiciones previas: Trabajo durante el show y las horas previas a este, debe contar con un panel de control/monitoreo que informe sobre el estado de los drones
- Flujo de eventos:

N°	Acción agente	Acción sistema
1	Previo y durante el show analiza la factibilidad de este según las condiciones ambientales	Sensar temperatura, humedad y viento alertando condiciones desfavorables.
2	Da inicio al espectáculo una vez listo el montaje necesario	Dada la instrucción, emprender el vuelo de los drones acorde a la programación establecida
3	Monitorea constantemente el correcto estado de batería, altura, y estabilidad de los drones.	Sensa la info. respectiva e imprime en pantalla actualizando cada 1 segundo o menos.
4	En caso de contingencia, actúa inmediatamente acorde al protocolo, suspendiendo el show en caso de ser necesario	Priorizar la decisión del panel de control por sobre la programación inicial.

## Diseñador de imágenes para el show

- Descripción :Encargado de generar las imágenes que serán mostradas al público.
- Actores o usuarios: Diseñador
- Prioridad: Media baja
- Condiciones previas: Trabajo a honorarios, no a contrata, Horario establecido, debe contar con interfaz de diseño 3d
- Flujo de eventos:

N°	Acción agente	Acción sistema
1	A partir de una solicitud, procede a diseñar las figuras pedidas mediante alguna interfaz 3D	Representar en la pantalla y en tiempo real la figura diseñada, tal como cualquier software de diseño
2	Generar la nube de puntos legible por el sistema de drones a partir de cada diseño y verificar por la correcta visualización en la resolución impresa.	Transformar un diseño 3D en nube de puntos según una resolución especificada mediante la discretización por muestreo de la forma original.

## Controlador de imágenes

- Descripción: Durante el show, da inicio a la presentación de las figuras en el aire según las pautas definidas para cada show en particular
- Actores o usuarios: Controlador de imágenes
- Prioridad: media baja

- Condiciones previas: Trabajo en ensayos, planificaciones e in situ. debe contar con una interfaz que provea el fácil acceso a las nubes de puntos que se desean mostrar
- Flujo de eventos:

N°	Acción agente	Acción sistema
1	Escoge un diseño para mostrar	Carga el modelo
2	Inicia la proyección	Envía la información correspondiente a cada dron
3	Cierra la proyección para abrir otra	Vuelve al estado por defecto (apagado o encendido)

## Equipo de mantención

- Descripción: Antes y Después de cada show el equipo de mantención debe velar por el funcionamiento del hardware en condiciones óptimas con fin de evitar accidentes y fallas.
- Actores o usuarios: Técnicos de mantención, ingenieros de mantención (técnicos del área de electrónica e ingenieros en ejecución del área)
- Prioridad: Alta
- Condiciones previas: Trabajo a contrata, capacitación inicial al entrar a la empresa
- Flujo de eventos:

N°	Acción agente	Acción sistema
1	Revisar el estado físico de un dron	Responder ante las mediciones y testeos realizados
2	Reparar en caso de estado defectuoso leve	N/A
3	Descartar y/o enviar a reparación de fábrica en caso de estado defectuoso grave	N/A

## Dirección ejecutiva

- Descripción: Encargados de mantener a flote el proyecto económicamente, comprar insumos necesarios, generar relaciones con los clientes y supervisar al resto de los cargos.
- Actores o usuarios: Director Ejecutivo (CEO), Gerente General, Representante legal. (Ing. Civil industrial, comercial o similares).
- Prioridad: Alta
- Condiciones previas: Trabajo directo con el núcleo central de la empresa, se deben manejar temas legales y controlar todos los datos económicos.

- Flujo de eventos:

N°	Acción agente	Acción sistema
1	Compra de material y optimización de costos	Indicar el menor costo del total de cotizaciones.
2	Supervisar y colaborar en el desarrollo y configuración del sistema principal	N/A
3	Programar y agendar espectáculos	Guardar información, avisar en caso de choques de horario con compromisos ya hechos.
4	Autorizar solicitudes económicas del área de desarrollo o de mantención	Informar en el instante una solicitud (correo electrónico, mensajería instantánea)

## Dirección de tecnología

- Descripción: Encargados de las actualizaciones de los sistemas y constantes mejoras, optimizaciones y testeos una vez el sistema funciona
- Actores o usuarios: Director de tecnología (CTO), desarrolladores e investigadores.
- Prioridad: Alta
- Condiciones previas: Trabajo con horario fijo + disponibilidad en caso de contingencia. Manejo de lenguajes de programación compilados e interpretativos. Conocimientos en telecomunicaciones e internet de las cosas
- Flujo de eventos: Usuario: Obtención e instalación del software en el sistema, Sistema: Añade nuevas funcionalidades.

N°	Acción agente	Acción sistema.
1	Comunicar cada dron al panel de control y entre ellos	Incorpora y procesa la información, y responde correctamente ante una conexión exitosa.
2	Generar comunicación desde la nube de puntos a los drones (interpretabilidad del diseño)	Incorpora al sistema la característica desarrollada, y muestra las imágenes o secuencias de imágenes correctamente.
3	Testear funcionamiento después de cada actualización y resolver conflictos	Ejecuta las funciones según lo implementado.

## Espectadores

- Descripción: Cantidades masivas o medias de personas que miran las luces
- Actor o usuario: Espectadores

- Prioridad: baja
- Condiciones previas: Estado de salud acorde a lo recomendado para shows de esta índole (contraindicaciones para epilepsia, ftofobia, etc.)
- Flujo de eventos:

N°	Acción agente	Acción sistema
1	Observa la secuencia de imágenes	Procesa las señales de las animaciones generadas en nube de puntos
2		Asocia 1 punto por dron, enciende y apaga las luces de estos según corresponde y muestra correctamente las imágenes en el enjambre

## Cientes

- Descripción: Entidad que paga por el show.
- Actores o usuarios: Cliente. (Municipalidades, Centros de eventos, etc.)
- Prioridad: media baja
- Condiciones previas: Aceptar los acuerdos propuestos por la dirección ejecutiva. El show se presenta en el horario establecido.
- Flujo de eventos:

N°	Acción agente	Acción sistema
1	Solicita una cotización	Informa sobre distintos costos y sugerencias para eventos según las diferentes características deseadas
2	Hace una reserva y firma acuerdos	Procesa la solicitud y actualiza los itinerarios.

## 5. Requerimientos de usuario

- ID RU0001
  - **Nombre:** Mostrar información y estadísticas de estado
  - **Descripción:** El usuario controlador debe ser capaz de visualizar la información captada por los sensores y cámaras de los drones y mostrada a través de una interfaz del sistema desde el puesto de control establecido
  - **Prioridad:** Crítica
  - **Estabilidad:** Intransable



- **Estado:** No cumple
  - **T. Usuario Asociado:** Usuario controlador
  - **Caso de Prueba:**
- **ID RU0002**
    - **Nombre:** Informar fallas y contingencias
    - **Descripción:** El usuario controlador debe recibir alertas **y mensajes** por parte del sistema que le indiquen que un parámetro está fuera de los rangos normales establecidos previamente
    - **Prioridad:** Crítica
    - **Estabilidad:** Intransable
    - **Estado:** No cumple
    - **T. Usuario Asociado:** Usuario controlador
    - **Caso de Prueba:**
- **ID RS0001**
    - **Nombre:** **Diseñar “coreografías”**
    - **Descripción:** Funcionalidad que permite al usuario diseñador crear la “coreografía” del enjambre de drones a través de una interfaz
    - **Prioridad:** Crítica
    - **Estabilidad:** Intransable
    - **Estado:** No cumple
    - **T. Usuario Asociado:** Usuario diseñador
    - **Caso de Prueba:**
- **ID RU0004**
    - **Nombre:** **Responder ante mediciones de hardware**
    - **Descripción:** El usuario mantenedor debe poder realizar testeos de calidad de hardware en los drones luego de cada show.
    - **Prioridad:** Crítica
    - **Estabilidad:** Intransable
    - **Estado:** No cumple
    - **T. Usuario Asociado:** Usuario mantenedor
    - **Caso de Prueba:**
- **ID RS0002**
    - **Nombre:** Accesar director de tecnología con privilegios
    - **Descripción:** **Funcionalidad que permite al usuario director de tecnología ingresar con privilegios para realizar modificaciones de software**

- **Prioridad:** Crítica
  - **Estabilidad:** Intransable
  - **Estado:** No cumple
  - **T. Usuario Asociado:** Usuario director de tecnología
  - **Caso de Prueba:**
- **ID RS0003**
    - **Nombre:** Actualizar sistema
    - **Descripción:** Funcionalidad que permite al usuario director de tecnología aplicar actualizaciones de los sistemas y constantes mejoras, optimizaciones y testeos.
    - **Prioridad:** Crítica
    - **Estabilidad:** Intransable
    - **Estado:** No cumple
    - **T. Usuario Asociado:** Usuario director de tecnología
    - **Caso de Prueba:**
- **ID RU0005**
    - **Nombre:** Exhibir coreografía creada por diseñador
    - **Descripción:** El sistema debe poder cumplir, a través de los drones desplegados, la coreografía creada por el usuario diseñador a petición del usuario cliente.
    - **Prioridad:** Crítica
    - **Estabilidad:** Intransable
    - **Estado:** No cumple
    - **T. Usuario Asociado:** Usuario diseñador, Usuario espectador, Usuario cliente
    - **Caso de Prueba:**
- **ID RU0006**
    - **Nombre:** Visible
    - **Descripción:** El sistema debe ser visible a (...) metros de distancia.
    - **Prioridad:** Crítica
    - **Estabilidad:** Intransable
    - **Estado:** No cumple
    - **T. Usuario Asociado:** Usuario espectador
    - **Caso de Prueba:**
- **ID RU0007**
    - **Nombre:** Registrar reserva
    - **Descripción:** El sistema deberá poder registrar la información del usuario cliente para su contacto, así como su solicitud de servicio y especificaciones

- **Prioridad:** Crítica
- **Estabilidad:** Intransable
- **Estado:** No cumple
- **T. Usuario Asociado:** Usuario cliente
- **Caso de Prueba:**

## 6. Requerimientos del sistema

<b>Requerimiento #1</b>	<b>Funcionamiento sensores de posición (odometría)</b>
Descripción	Sensores deben entregar correctamente la posición en x,y,z en conjunto de inclinación del UAV en tiempo real.
Prioridad	Alta
Input	Posición de drones e inclinación, datos analógicos
Operaciones	Digitaliza posición e inclinación para ser enviada a estación base
Output	Posición e inclinación digitalizada

<b>Requerimiento #2</b>	<b>Módulo de comunicación dron-to-base</b>
Descripción	Módulo de comunicación segura desde dron hacia estación base con máximo de delay 20ms
Prioridad	Alta
Input	Datos digitalizados a enviar/Instrucciones de estación base
Operaciones	A través de banda de comunicación establecida wifi, enviar y recibir datos
Output	Datos digitalizados de manejo de drones

<b>Requerimiento #3</b>	<b>Módulo de comunicación dron-to-dron</b>
Descripción	Módulo de comunicación segura desde dron hacia otro dron con máximo de delay 20ms
Prioridad	Alta
Input	Datos digitalizados a enviar para navegación de UAV
Operaciones	A través de banda de comunicación establecida wifi, enviar datos y recibir instrucciones
Output	Datos de navegación UAV

<b>Requerimiento #4</b>	<b>Modulo de comunicación estación base to dron</b>
Descripción	Módulo de comunicación segura desde estación base hacia drones con máximo de delay 20ms
Prioridad	Alta
Input	-Instrucciones digitalizadas de movimiento de drones dada programación del show -Datos digitalizados de estado de drones
Operaciones	A través de banda de comunicación establecida wifi enviar y recibir datos
Output	Instrucciones hacia dron

<b>Requerimiento #5</b>	<b>Modulo Central</b>
Descripción	Cerebro en estación base encargado de recopilar toda la información por comunicación y sensores
Prioridad	Alta
Input	Información de sensores digitalizada
Operaciones	A través de software manejar que todo el sistema funcione correctamente y alertar comportamientos erráticos no esperados en drones
Output	Instrucciones hacia modulo de navegación y comunicación

<b>Requerimiento #6</b>	<b>Sistema de motores UAV</b>
Descripción	Sistema capaz de elevar UAV y sus componentes para maniobrar
Prioridad	Alta
Input	Instrucciones digitalizadas de aceleración de motores
Operaciones	maneja motores de uav
Output	Navegación de UAV

<b>Requerimiento #7</b>	<b>Chasis</b>
Descripción	Esqueleto que da estructura y soporte a los elementos que componen a un UAV, con un total de máximo de 2 kilos con todas las componentes
Prioridad	Alta
Input	-
Operaciones	Mantiene las componentes de UAV en su respectiva posición
Output	-

<b>Requerimiento #8</b>	<b>Sistema de manejo de LEDs</b>
Descripción	Sistema de manejo de luces desde estación base para el show.
Prioridad	Alta
Input	Instrucciones análogas de funcionamiento de las luces
Operaciones	Digitaliza instrucciones del manejo de luces para ser enviadas a UAVs
Output	Instrucciones digitalizadas de los juegos de luces

Requerimiento #9	Batería
Descripción	Sistema de batería de carga duradera por los minutos del show además una banda por imprevistos de 10 minutos
Prioridad	Alta
Input	-
Operaciones	Alimentar eléctricamente al dron en su totalidad, incluyendo motores, circuitería y luces
Output	-

## 7. Diagrama de solución

En la figura 1 se muestra un resumen de los módulos que componen el sistema de los drones.

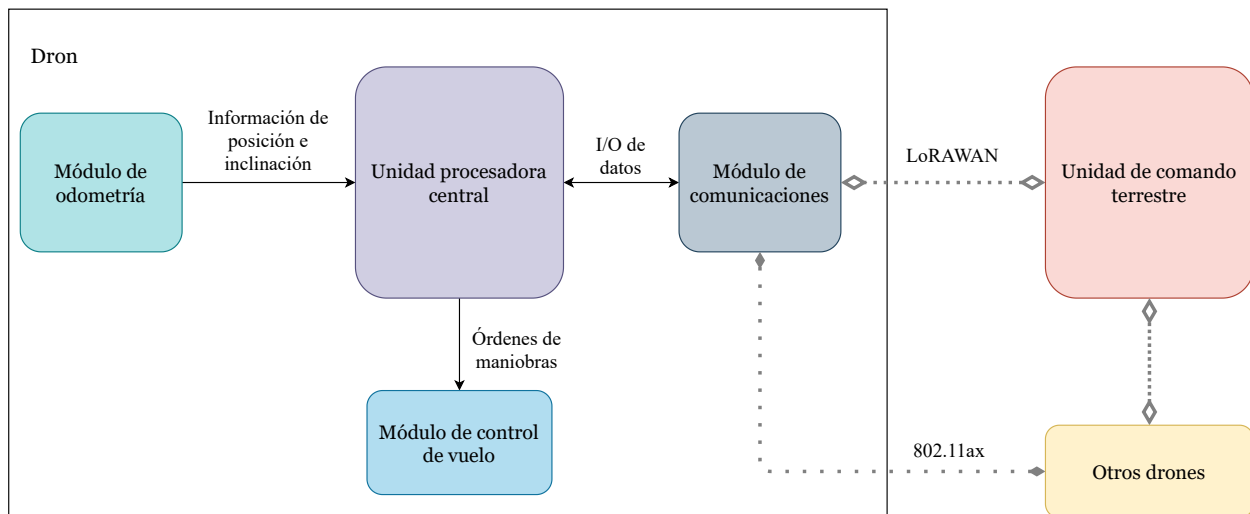


Figura 1: Diagrama de solución

## 8. Plan de pruebas unitarias

### ■ Comunicaciones:

Verificar las distancias máximas alcanzadas para una comunicación efectiva entre los distintos módulos de comunicación requeridos, verificar la calidad de estas (packet loss) y variaciones que pueden sufrir estas según el clima. Los casos a verificar corresponden a la comunicación:

- Estación base a dron
- Dron a estación base
- Dron a Dron

Para esto, se considera un sniffer de tráfico y contabilizar los paquetes que son llegados a la parte receptora. La posición de los sensores se cambia de manera manual según la situación a probar

- Sistema de navegación:  
Probar el funcionamiento de los motores a utilizar, buscando que funcionen correctamente por el tiempo estipulado y que mantengan una velocidad estable para la performance del show. Estos se prueban mediante una batería externa y se debe verificar la temperatura de estos con tal de no generar problemas con las demás componentes que interactúa.
- LED:  
Probar el funcionamiento de cada una de las luces LEDs a utilizar, verificando la visibilidad de estas a una distancia mínima de 500mt en ciudad. Estas se prueban de manera análoga, lo mas simple posible.
- Controlador de LEDs:  
Verificar el funcionamiento del software controlador de luces, sometiendo una malla de luces manejada por el software a estrés, generando patrones en un plano desde tierra.
- Odometria:  
Se realiza una prueba para verificar que los sensores utilizados entreguen de manera correcta la posición en ejes X, Y y Z, además de la inclinación que se maneja.
- Chasis:  
Se realiza una prueba para verificar que el chasis consigue montar todos los componentes en el para el correcto montaje final y que el peso del montaje no supere los 9 kilos.
- Batería:  
Se realizan una serie de pruebas para verificar la capacidad de la batería. Se consigue estudiar el consumo en los siguientes casos:
  - Alimentación de solo motores
  - Alimentando motores mas circuitería utilizada para el proceso de comunicación.

## 9. Plan de pruebas globales

- Funcionamiento de Dron comandado  
Recursos: Todos considerando 1 dron en la red  
Instrucciones: Se activan las comunicaciones dron-estación base y viceversa. Se configura el controlador de luces para una luz según patrones aleatorios que probar y luego se configura el sistema de navegación encargado de comandar el dron para generar figuras aleatorias como las aristas de alguna figura geométrica o a libre elección del controlador.
- Funcionamiento de enjambre de drones comandados  
Recursos: Todos considerando 3 o más drones en la red  
Instrucciones: Se activan las comunicaciones dron-dron, dron-estación base y viceversa. Se configura el controlador de luces para la cantidad de luces necesarias según patrones aleatorios para testear y luego se configura el sistema de navegación encargado de comandar los drones para generar figuras aleatorias como las aristas de alguna figura geométrica o a libre elección del controlador.