



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA CARRERA DE MECATRÓNICA

Trabajo de Integración Curricular, Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Mecatrónica

“Diseño e implementación de equipo robótico para el control de un mecanismo giratorio destinado a la captura de fotografías y videos con efectos especiales, a fin de mejorar la experiencia de usuario y conseguir nuevas formas de entretenimiento ante la fotografía convencional en la Corporación ARTIL S.A.S.”

Autores: Armas Riofrio Dennis Alejandro
Tigasi Vega Edwin Patricio

Tutor: Ing. Torres Muñoz Guido Rafael

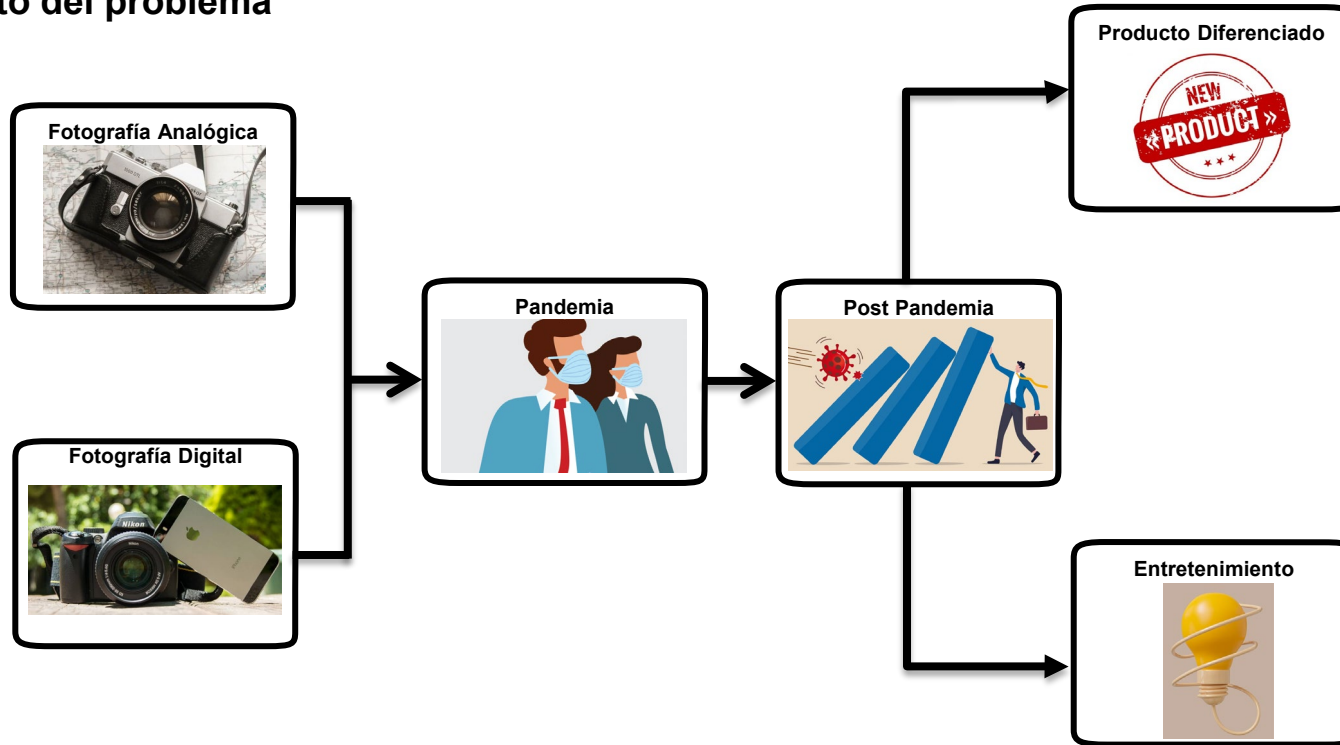
Latacunga, Ecuador
2023

ÍNDICE

- Introducción
- Descripción del proyecto
- Diseño y Construcción
- Pruebas de funcionamiento
- Análisis de resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema



Objetivos

Objetivo General

Diseñar e implementar un equipo robótico para el control de un mecanismo giratorio destinado a la captura de fotografías y videos con efectos especiales, a fin de mejorar la experiencia de usuario y conseguir nuevas formas de entretenimiento ante la fotografía convencional para la Corporación ARTIL S.A.S.

Objetivos

Objetivos Específicos

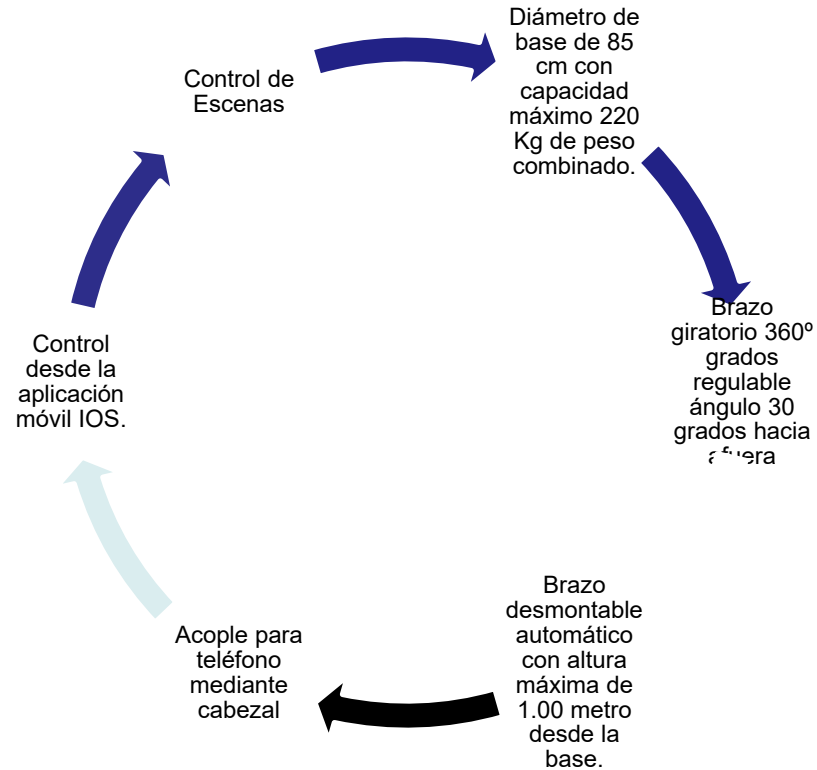
- Establecer parámetros de diseño del sistema
- Diseñar y simular el sistema mecánico.
- Diseñar y dimensionar los sistemas eléctrico y electrónico.
- Diseñar e implementar el sistema de control para los actuadores y diseñar y programar la interfaz de usuario para el control del equipo robótico.
- Integrar sistemas del equipo robótico.
- Realizar pruebas parciales de configuración y funcionalidad de dispositivos, y ejecutar pruebas totales de funcionamiento de la máquina.
- Validar la hipótesis.
- Elaborar manuales de operación y elaborar planos del equipo robótico.

Hipótesis

El diseño e implementación de un equipo robótico para el control de un mecanismo giratorio destinado a la captura de fotografías y videos con efectos especiales logrará una mejora en la calidad de las imágenes y videos, y reducirá el tiempo necesario para procesar y compartir estas imágenes en comparación con los métodos convencionales de fotografía.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

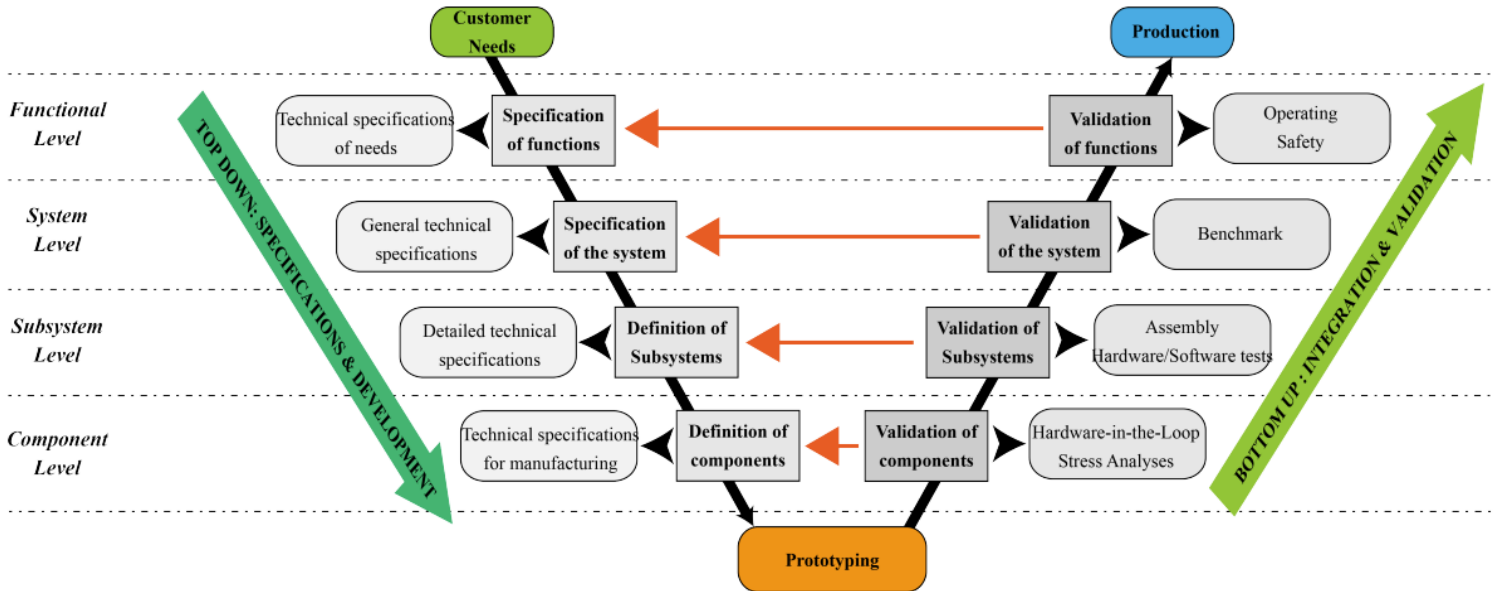
Métricas Técnicas



DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Fundamentación Teórica

Enfoque del modelo para diseñar sistemas mecatrónicos



DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Generación de Conceptos

Caja negra global

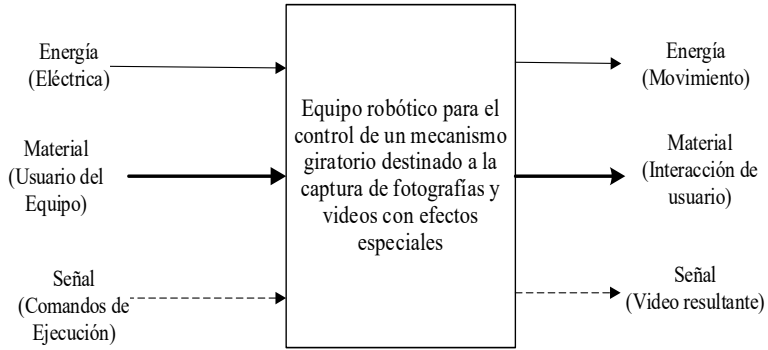
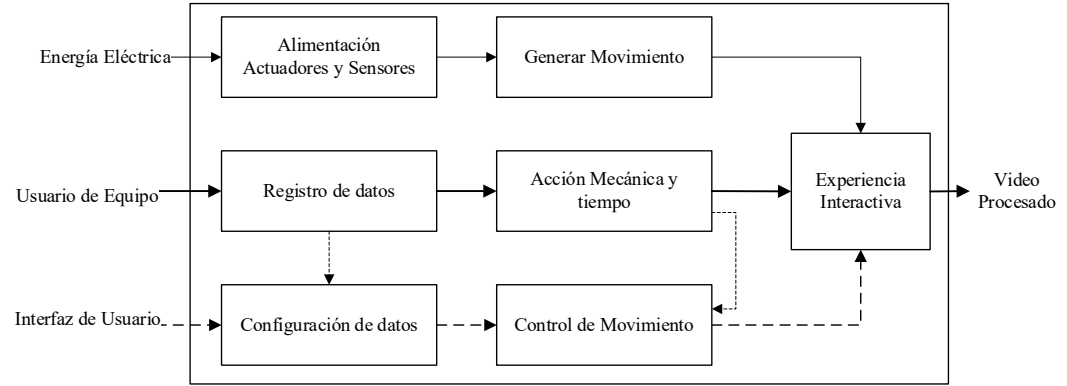
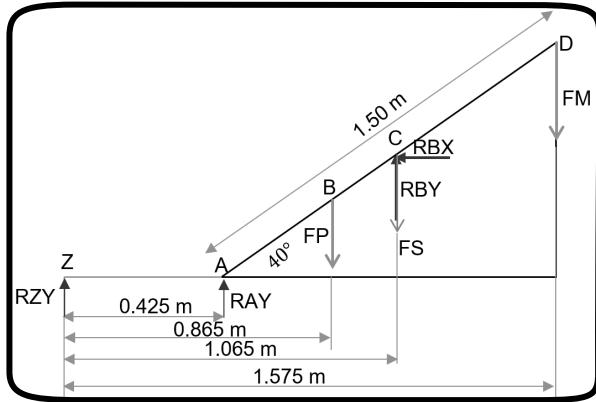


Diagrama de Subfunciones



Selección de motor principal

DCL



Componente	Abreviatura
Slider	FS
Celular	FM
Perfil 25x25x1.5	FP

$$\sum M_z = 0 \text{ (Antihorario)}$$

$$T = 60.97 \text{ [Nm]}$$

Datos de selección:

$$V = 12 \text{ [V]}$$

$$n = 60 \text{ [rpm]}$$

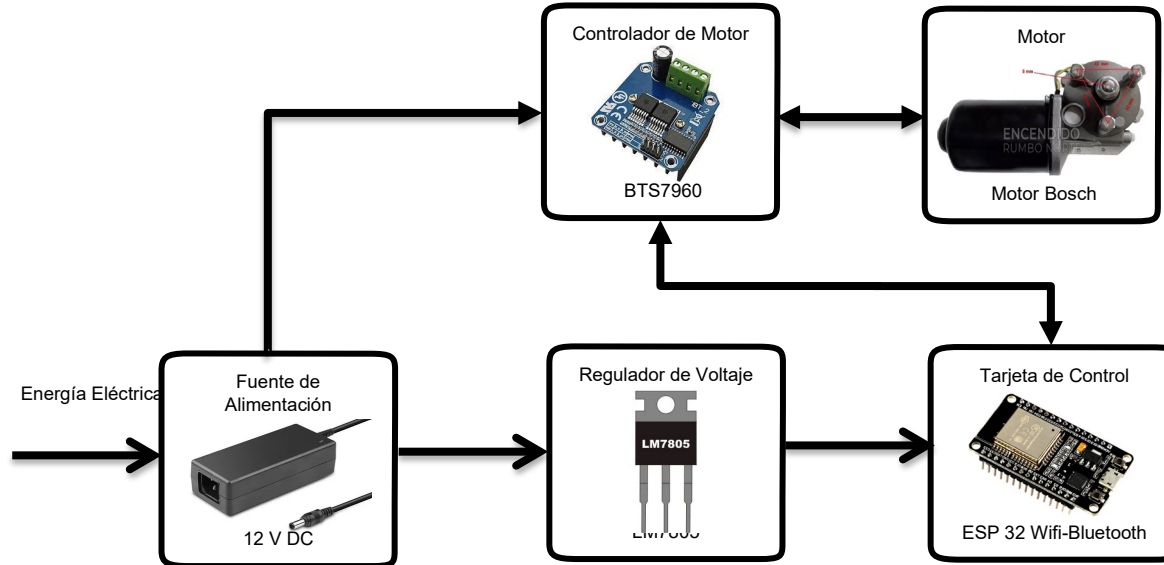
$$T = 60.97 \text{ [Nm]}$$

Motor limpiaparabrisas BOSCH 0986337410

INFORMACIÓN TÉCNICA DEL PRODUCTO

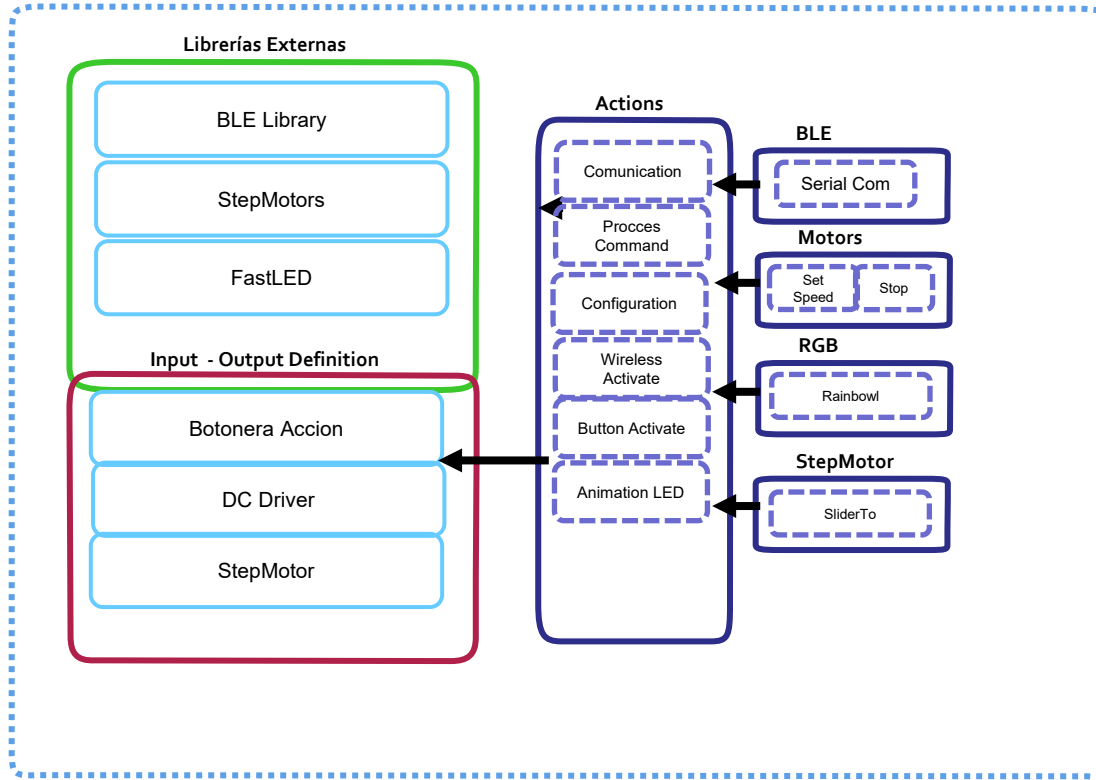
- Lado de montaje delante
- Tensión [V] 12V
- Potencia nominal [W] 73,3 W
- Velocidad 60 [RPM]
- Par Nominal [Nm] 70 Nm
- Tipo de protección (Código IP) IP23
- Sentido de giro Sentido de giro a la izquierda (antihorario)
- Sentido de giro Sentido de giro a la derecha (horario)
- Ean: 4047024780309

Generación de movimiento

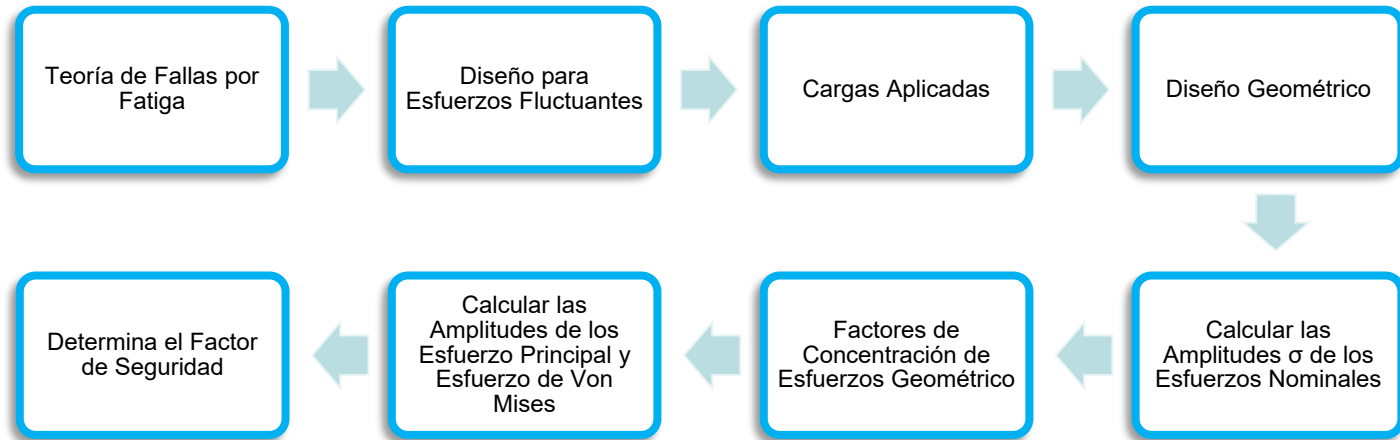


DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

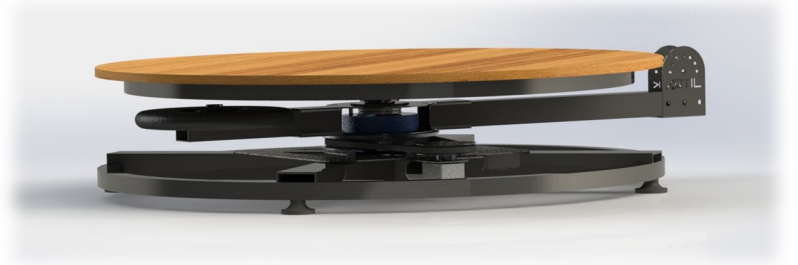
FIRMWARE



1: Diseño Estructural de Fallas por Fatiga

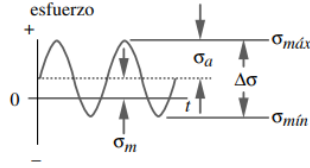


Diseño de Sistema Mecánico



1: Diseño Estructural Eje

Diseño para esfuerzos fluctuantes



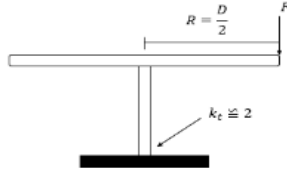
Fuerza máxima, mínima

$$F_{máx} = m_{máx} \cdot g \quad F_{máx} = 2.1582 \cdot 10^3 [N]$$

Fuerza media, alternativa

$$F_m = \frac{F_{máx} + F_{mín}}{2} \quad F_m = 1422.45 [N]$$

Cargas Aplicadas

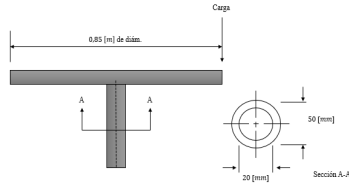


$$F_{mín} = m_{mín} \cdot g \quad F_{mín} = 686.7 [N]$$

$$F_a = \frac{F_{máx} - F_{mín}}{2} \quad F_a = 735.75 [N]$$

Momentos medio, alternativo y máximo

Diseño geométrico



$$M_a = F_a \cdot R \quad M_a = 312.6938 [N \cdot m]$$

$$M_m = F_m \cdot R \quad M_m = 604.5413 [N \cdot m]$$

$$M_{máx} = F_{máx} \cdot R \quad M_{máx} = 917.235 [N \cdot m]$$

1: Diseño Estructural Eje

Esfuerzo de flexión nominales alternativo , medio y máximo

Calcular las Amplitudes σ de los Esfuerzos Nominales



$$I = \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) \quad I = 2.9894 \cdot 10^7 [m^4]$$



$$c = \frac{d_o}{2} \quad c = \frac{0.05[m]}{2} = 0.025[m]$$

$$\sigma_{a_{nom}} = \frac{M_a \cdot c}{I}$$

$$\sigma_{m_{nom}} = \frac{M_m \cdot c}{I}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x_{nom}} = \frac{M_{m\acute{a}x} \cdot c}{I}$$

$$\sigma_{a_{nom}} = 26.1500 [MPa]$$

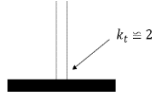
$$\sigma_{m_{nom}} = 50.5567 [MPa]$$

$$\sigma_{m\acute{a}x_{nom}} = 76.7067 [MPa]$$

Factores de Concentración de Esfuerzos Geométrico



F.C.E geométrico k_t



F.C.E fatiga k_{fm} $k_f = 1 + q(k_t - 1)$

Sensibilidad de muesca

$$q = \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{r}}}$$

$$q = 0.2183$$



$$k_f = 1.2183$$



$$k_f |\sigma_{m\acute{a}x}| < s_y \quad \therefore \quad k_{fm} = k_f$$

$$93.4549 [MPa] \ll 655 [MPa]$$

1: Diseño Estructural Eje

Esfuerzo local alternativo, medio

$$\sigma_a = k_f \cdot \sigma_{a_{nom}} \quad \sigma_a = 31.8585 [MPa]$$

$$\sigma_m = k_{fm} \cdot \sigma_{m_{nom}} \quad \sigma_m = 61.5932 [MPa]$$

Esfuerzo de Von Mises

$$\sigma'_a = \sqrt{\sigma_{x_a}^2 - \sigma_{y_a}^2 - \sigma_{x_a} \sigma_{y_a} + 3\tau_{xy_a}^2} \quad \sigma'_a = 31.8585 [MPa]$$

$$\sigma'_m = \sqrt{\sigma_{x_m}^2 - \sigma_{y_m}^2 - \sigma_{x_m} \sigma_{y_m} + 3\tau_{xy_m}^2} \quad \sigma'_m = 61.5932 [MPa]$$

Calcular las Amplitudes de los Esfuerzo Principal y Esfuerzo de Von Mises

1: Diseño Estructural Eje

Determina el Factor de Seguridad

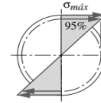
$$N = \frac{S_e \cdot S_{ut}}{\sigma_a \cdot S_{ut} + \sigma_m \cdot S_e} \Rightarrow \text{Límite de Resistencia a la Fatiga Corregido}$$

$$S_e = C_{carga} \cdot C_{tamaño} \cdot C_{sup} \cdot C_{temp} \cdot C_{conf} \cdot S_e'$$

$$S_e = 727.3316 [MPa]$$

Factor de tamaño

$$C_{tamaño} = 1.189 d_{eqv}^{-0.097} \quad C_{tamaño} = 1.5899$$



Factor de carga

$$C_{carga} = flexión = 1$$

$$\Rightarrow N = \frac{S_e \cdot S_{ut}}{\sigma_a \cdot S_{ut} + \sigma_m \cdot S_e} \quad N = 10$$

Factor superficial

$$si C_{sup} > 1.0 \quad \therefore = 1$$

Factor de confiabilidad

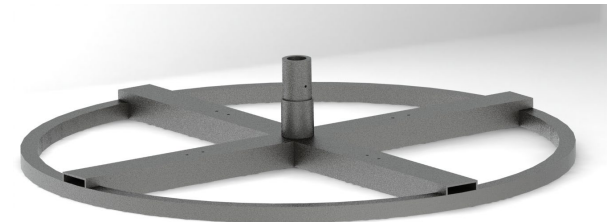
$$C_{conf} = 0.897$$

Factor de temperatura

$$T \leq 450^\circ C \quad \therefore C_{temp} = 1$$

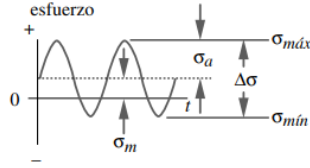
Límite de resistencia a la fatiga sin corregir

$$S_e' = 0.5 \cdot S_u \quad S_e' = 510 [MPa]$$

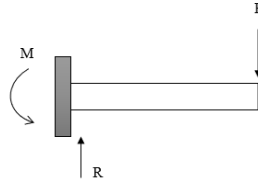


2: Diseño Estructural Perfil Rectangular

Diseño para esfuerzos fluctuantes



Cargas Aplicadas



$$F_{m\acute{a}x} = m_{m\acute{a}x} \cdot g \quad F_{m\acute{a}x} = 2.1582 \cdot 10^3 [N]$$

$$F_{m\grave{i}n} = m_{m\grave{i}n} \cdot g \quad F_{m\grave{i}n} = 686.7 [N]$$

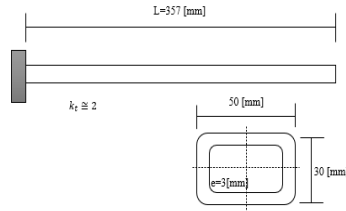


Fuerza media, alternativa

$$F_m = \frac{F_{m\acute{a}x} + F_{m\grave{i}n}}{2} \quad F_m = 1422.45 [N]$$

$$F_a = \frac{F_{m\acute{a}x} - F_{m\grave{i}n}}{2} \quad F_a = 735.75 [N]$$

Diseño geométrico



Momentos medio, alternativo y máximo

$$M_a = F_a \cdot L \quad M_a = 262.6628 [N \cdot m]$$

$$M_m = F_m \cdot L \quad M_m = 507.8147 [N \cdot m]$$

$$M_{m\acute{a}x} = F_{m\acute{a}x} \cdot L \quad M_{m\acute{a}x} = 770.4774 [N \cdot m]$$

2: Diseño Estructural Perfil Rectangular

Esfuerzo de flexión nominales alternativo , medio y máximo

Calcular las Amplitudes σ de los Esfuerzos Nominales



$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} - \frac{(b-2e) \cdot (h-2e)^3}{12} \quad I = 6.1812 \cdot 10^{-8} [m^4]$$



$$c = \frac{h}{2}$$

$$c = \frac{0.03[m]}{2} = 0.015[m]$$

$$\sigma_{a_{nom}} = \frac{M_a \cdot c}{I}$$

$$\sigma_{m_{nom}} = \frac{M_m \cdot c}{I}$$

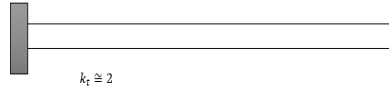
$$\sigma_{máx_{nom}} = \frac{M_{máx} \cdot c}{I}$$

$$\sigma_{a_{nom}} = 63.7407 [MPa] \quad \sigma_{m_{nom}} = 123.2321 [MPa] \quad \sigma_{máx_{nom}} = 186.9728 [MPa]$$

Factores de Concentración de Esfuerzos Geométrico



F.C.E geométrico k_t



Sensibilidad de muesca



F.C.E fatiga k_{fm} $k_f = 1 + q(k_t - 1)$



$$q = \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{r}}}$$



$$k_f = 1.0943$$



$$k_f |\sigma_{máx}| < s_y \quad \therefore k_{fm} = k_f$$

$$204.6043 [MPa] < 393 [MPa]$$

$$q = 0.0943$$

2: Diseño Estructural Perfil Rectangular

Esfuerzo local alternativo, medio



$$\sigma_a = k_f \cdot \sigma_{a_{nom}} \quad \sigma_a = 69.7514 [MPa]$$

$$\sigma_m = k_{fm} \cdot \sigma_{m_{nom}} \quad \sigma_m = 134.8529 [MPa]$$

Calcular las Amplitudes de los Esfuerzo Principal y Esfuerzo de Von Mises

Esfuerzo de Von Mises



$$\sigma'_a = \sqrt{\sigma_{x_a}^2 - \sigma_{y_a}^2 - \sigma_{x_a} \sigma_{y_a} + 3\tau_{xy_a}^2} \quad \sigma'_a = 69.7514 [MPa]$$

$$\sigma'_m = \sqrt{\sigma_{x_m}^2 - \sigma_{y_m}^2 - \sigma_{x_m} \sigma_{y_m} + 3\tau_{xy_m}^2} \quad \sigma'_m = 134.8529 [MPa]$$

2: Diseño Estructural Perfil Rectangular

Determina el Factor de Seguridad

$$N = \frac{S_e \cdot S_{ut}}{\sigma_a \cdot S_{ut} + \sigma_m \cdot S_e} \Rightarrow \text{Límite de Resistencia a la Fatiga Corregido}$$

$$S_e = C_{carga} \cdot C_{tamaño} \cdot C_{sup} \cdot C_{temp} \cdot C_{conf} \cdot S_e'$$

$$S_e = 390.0673 [MPa]$$

Factor de tamaño

$$C_{tamaño} = 1.189 d_{eqv}^{-0.097} \quad C_{tamaño} = 1.6634$$

Factor de carga

$$C_{carga} = flexión = 1$$

Factor superficial

$$si C_{sup} > 1.0 \quad \therefore = 1$$

Factor de confiabilidad

$$C_{conf} = 0.897$$

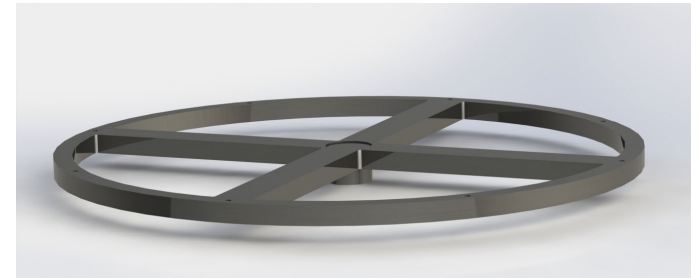
Factor de temperatura

$$T \leq 450^\circ C \quad \therefore C_{temp} = 1$$

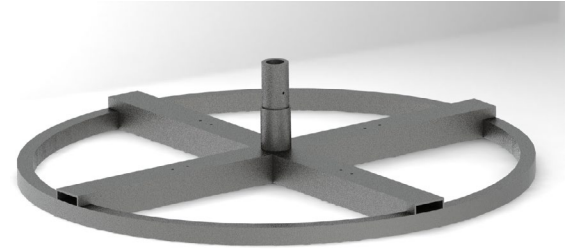
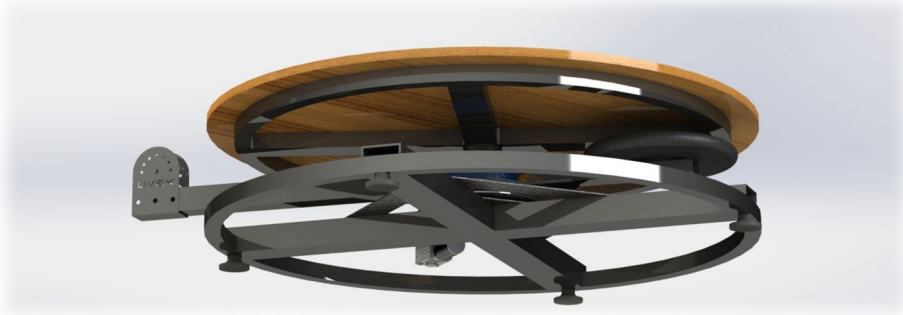
Límite de resistencia a la fatiga sin corregir

$$S_e' = 0.5 \cdot S_u \quad S_e' = 234.5 [MPa]$$

$$\Rightarrow N = \frac{S_e \cdot S_{ut}}{\sigma_a \cdot S_{ut} + \sigma_m \cdot S_e} \quad N = 2.1433$$



1: Diseño Estructural

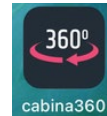


PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Aplicación

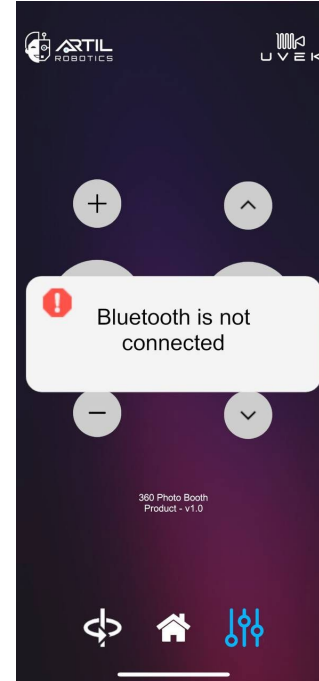
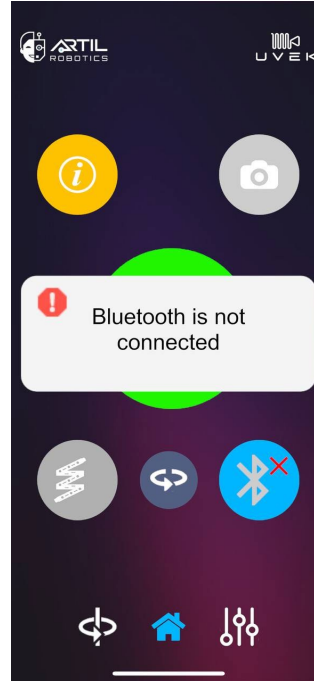
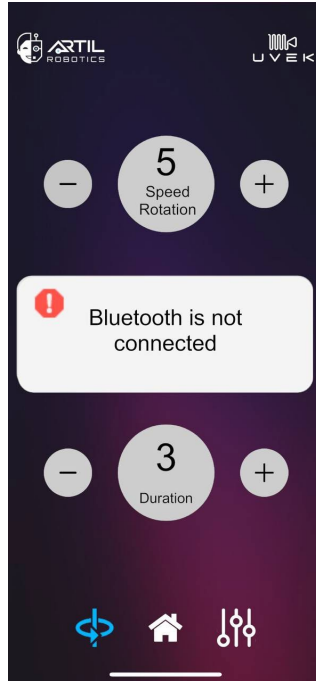


Nota: Aplicación desarrollada para dispositivos IOS



PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

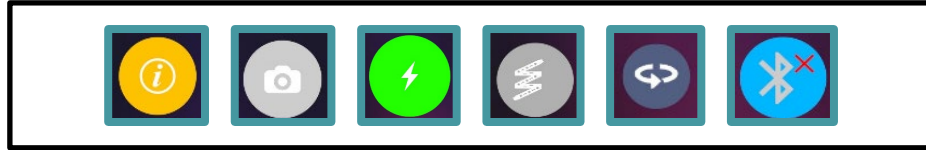
Validación Conexión Bluetooth



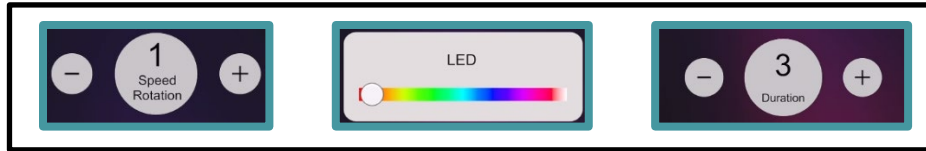
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Funcionalidad De Botones

Escena Central



Escena Configuración

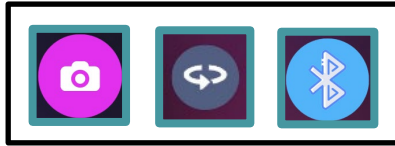


Escena Configuración Slider

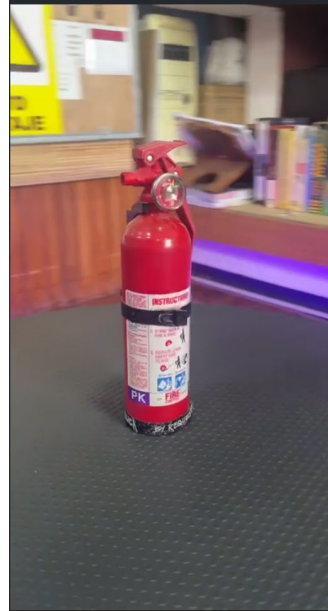


PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Modo Manual



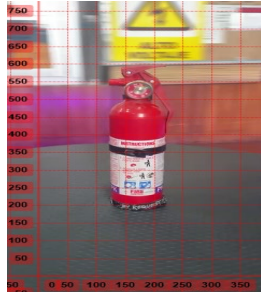
Modo Automático



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Mecanismo Giratorio

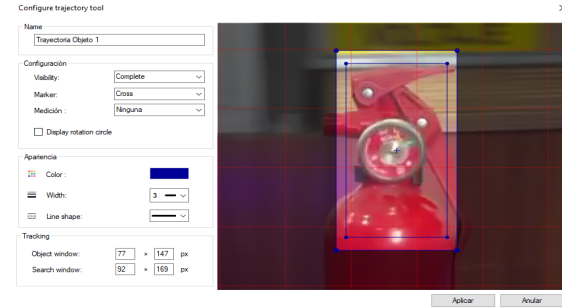
Configuración De Sistema De Coordenadas



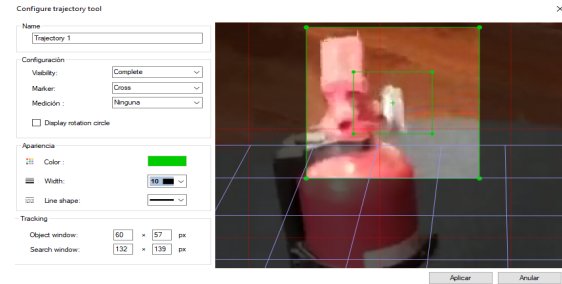
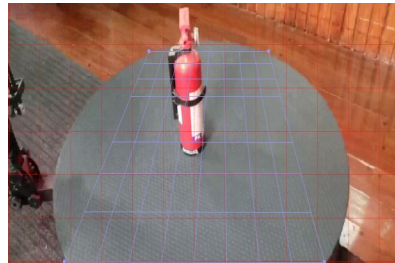
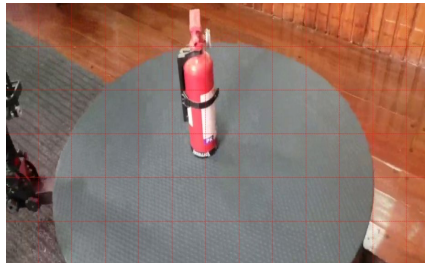
Plano de referencia para perspectiva



Parámetros De Trayectoria.



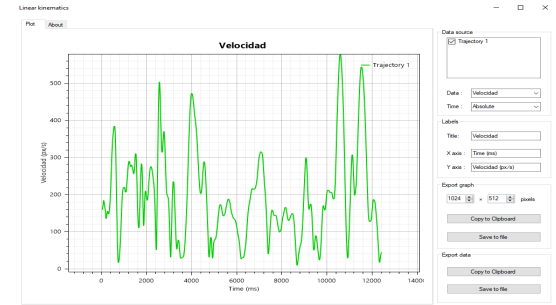
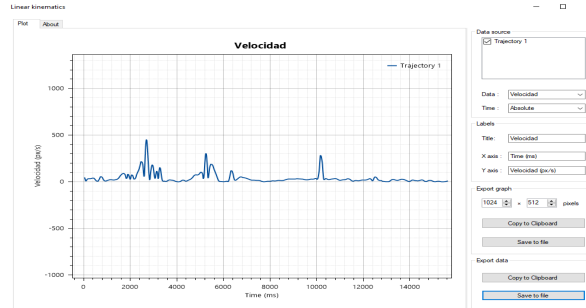
Método tradicional



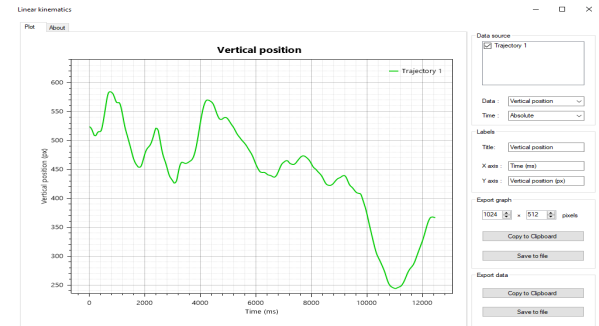
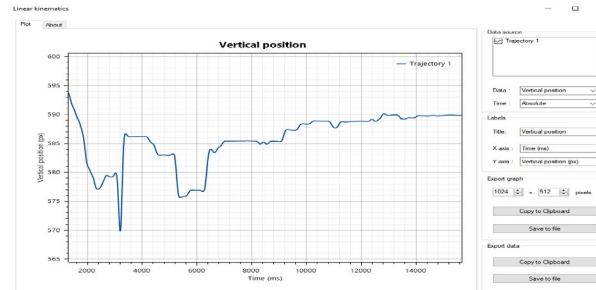
Mecanismo Giratorio

Método tradicional

Datos De Velocidad.



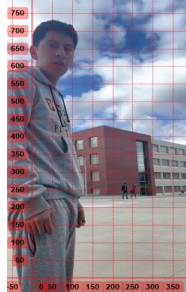
Datos De Posición



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Mecanismo Giratorio

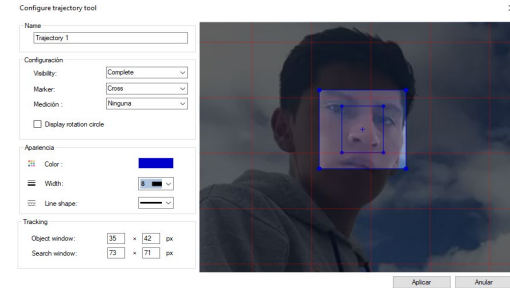
Configuración De Sistema De Coordenadas



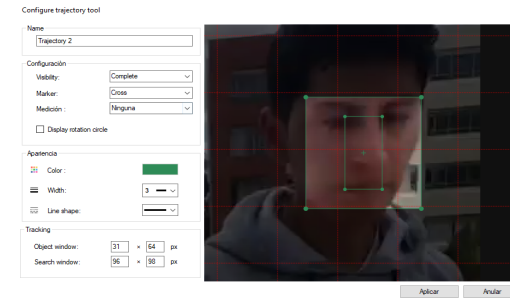
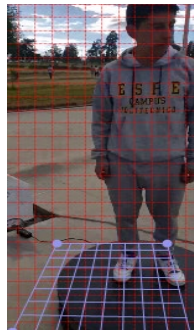
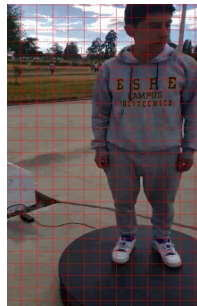
Plano de referencia para perspectiva



Parámetros De Trayectoria.



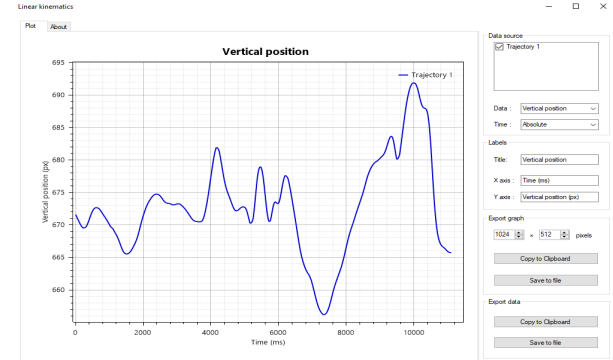
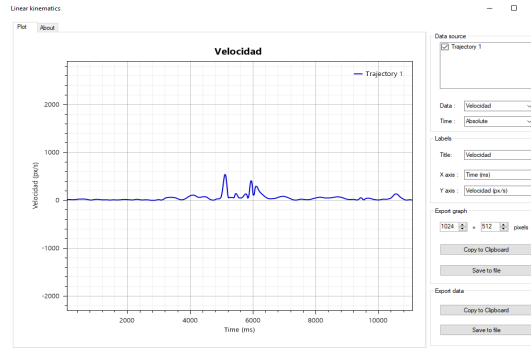
Método tradicional



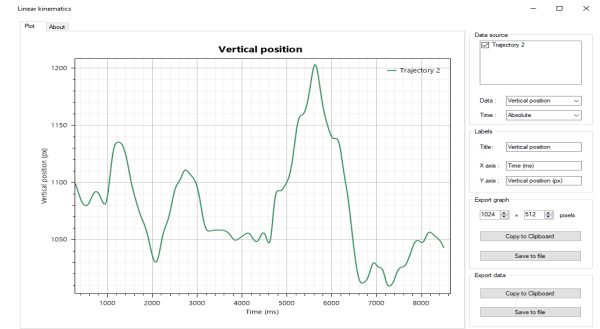
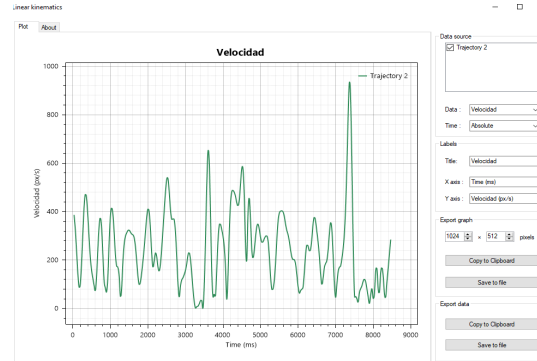
Mecanismo Giratorio

Método tradicional

Datos De Velocidad.



Datos De Posición



CONCLUSIONES

El equipo robótico para el control de un mecanismo giratorio destinado a la captura de fotografías y videos introduce novedosas formas de entretenimiento para los usuarios en comparación con las prácticas tradicionales de fotografía, a través del análisis de experimentos se evidencia que el equipo otorga mayor calidad de imagen y un tiempo de procesamiento de video menor debido a la facilidad de almacenamiento directo en la galería del dispositivo.

La concepción el equipo robótico se guía en la metodología en V, implicando las necesidades o requerimientos del cliente, a partir de esta fase, se introducen las métricas técnicas dando paso a las etapas de diseño en arquitectura, componentes, algoritmos de control y conexión. Permitiendo emplear motores de corriente continua de alimentación de 12 [V], estableciendo velocidades de 70 [RPM] en el motor principal y 200 [RPM] en el motor de desplazamiento de Slider.

El diseño mecánico final del equipo robótico integra la geometría y operatividad de los diferentes sistemas, estableciendo dimensiones, formas y componentes. Estos parámetros posibilitaron generar los modelos de tridimensionales, que fueron empleados para verificar su correcto rendimiento. Posterior a esta etapa, se realizó la correcta elección del proceso para manufacturación y construcción en función de las pruebas de diseño, Resultando en la integración exitosa del equipo robótico giratorio.

CONCLUSIONES

La interfaz gráfica de usuario diseñada para el equipo robótico se creó mediante a un diseño de fácil comprensión y llamativo, En esta interfaz se presenta las diferentes ventanas de escenas que facilitan la navegación y brindan al usuario la capacidad de: control de velocidad de motor, desplazamiento manual o automático de Slider, desplazamiento giratorio manual o automático del brazo principal, integración de cámara del dispositivo y control de luces LED RGB, Dando como resultado final la creación de múltiples efectos especiales y posibilidades recreativas.

La obtención de una alta calidad de imagen del equipo robótico giratorio se alcanza mediante el análisis del proceso de seguimiento de trayectoria basado en pixeles. Esta aproximación involucra la velocidad derivada de los fotogramas por segundo que brinda la capacidad de integración de la cámara del dispositivo móvil IOS, brindando resultados destacados en comparación fotografía convencional.

RECOMENDACIONES

Para garantizar la experiencia de calidad final se recomienda tener una ubicación estratégica, donde se coloca la cámara en un lugar que ofrezca una vista panorámica completa y que capture la esencia del entorno que desees fotografiar en 360 grados.

En un ambiente interno se tiene en cuenta una iluminación adecuada para asegurar una iluminación uniforme y de buena calidad en todas las direcciones evitando fuentes de luz intensas o sombras pronunciadas que puedan distorsionar la imagen.

En lugares externos se presenta un relieve pronunciado del suelo, entonces se debe asegurar que el equipo robótico se encuentra nivelado por medio de sus niveladores integrados al igual que la cámara para evitar que las imágenes resultantes sean distorsionadas.

Es importante tener en cuenta que la utilización del equipo robótico debe ser supervisada o manipulada por el encargado final a manera de evitar el uso inadecuado de usuarios sin experiencia.

Es esencial considerar durante la manipulación de los grados de libertad del Slider el procedimiento adecuado de desmontaje del sistema, con el objetivo de prevenir un funcionamiento inapropiado del equipo.

GRACIAS
POR SU
ATENCIÓN

