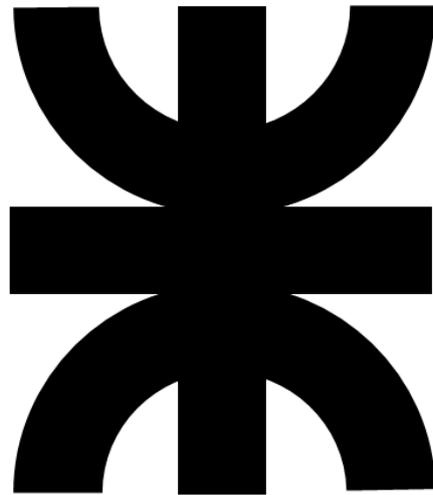


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL



FACULTAD REGIONAL SAN NICOLÁS

PROYECTO FINAL

SERVO CÁMARA DE SEGURIDAD

- **ALUMNO:** FELTES, Marcelo Nicolás
- **LEGAJO:** 09-07382
- **E – MAIL:** feltesmarcelo@gmail.com
- **DOCENTE:** Ing. PUCCINI, Carlos

AÑO 2016

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	8
3.	OBJETIVO	9
4.	PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	11
4.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	11
5.	DESARROLLO.....	13
5.1.	TRATAMIENTO DE IMAGENES: OPENCV	13
5.1.1.	DESCRIPCIÓN.....	13
5.1.2.	DETECCIÓN DE ROSTROS	14
5.1.3.	IMAGEN INTEGRAL.....	20
5.1.4.	CLASIFICACIÓN Y PROCESO DE MODIFICACIÓN ADABOOST....	21
5.1.5.	ALGORITMO ADABOOST.....	22
5.1.6.	ALGORITMO DE APRENDIZAJE DÉBIL.....	24
5.1.7.	CASCADA DE CLASIFICADORES FUERTES	24
5.1.8.	IMPLEMENTACIÓN.....	26
5.1.9.	FUNCIONES OPENCV UTILIZADAS	32
5.2.	LAZOS DE CONTROL	37
5.2.1.	DESCRIPCIÓN.....	37
5.2.2.	LAZO DE CONTROL VERTICAL.....	37
5.2.3.	LAZO DE CONTROL HORIZONTAL	38
5.2.4.	LAZO DE CONTROL PROFUNDIDAD	39
5.3.	DISPOSICIÓN DE LOS SERVOMOTORES.....	40
5.4.	CONFIGURACIÓN DE PUERTO SERIE	41
5.4.1.	DESCRIPCIÓN.....	41
5.4.2.	FUNCIÓN ESCRIBE_ANGULO	43
5.5.	ARDUINO UNO	45
5.5.1.	DESCRIPCIÓN.....	45
5.5.2.	CARACTERÍSTICAS DEL ARDUINO UNO R3.....	45

5.5.3.	INTRODUCCIÓN GENERAL A LA PLACA ARDUINO UNO.....	46
5.5.4.	ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES/ANALÓGICAS.....	47
5.5.5.	CONEXIÓN DE PINES ARDUINO UNO	48
5.5.6.	PROGRAMA DE ARDUINO UNO.....	50
5.6.	SERVO MOTORES.....	52
5.6.1.	DESCRIPCIÓN.....	52
5.6.2.	ELECCIÓN DE SERVO MOTORES	55
5.7.	CIRCUITOS DE ENCENDIDO DE LEDS.....	57
5.7.1.	DESCRIPCIÓN.....	57
5.7.2.	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO	58
5.7.3.	CÁLCULO DE RESISTENCIAS.....	59
5.8.	FUENTE DE ALIMENTACIÓN	61
6.	FUNCIONAMIENTO.....	62
6.1.	DESCRIPCIÓN	62
6.2.	DIAGRAMA DE FLUJO: PROGRAMA DE PC	66
6.3.	DIAGRAMA DE FLUJO: PROGRAMA DE ARDUINO.....	67
6.4.	CÁMARA UTILIZADA	69
6.4.1.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	69
6.5.	PIEZAS MECANIZADAS.....	70
6.5.1.	PIEZAS ARTICULACIÓN SUPERIOR	70
6.5.2.	PIEZAS ARTICULACIÓN MEDIA	70
6.5.3.	PIEZA ARTICULACIÓN BASE	70
7.	RESULTADOS OBTENIDOS	72
7.1.	DESCRIPCIÓN	72
7.2.	BREVE REFLEXIÓN.....	73
8.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	74
9.	IMPACTO AMBIENTAL.....	82
9.1.	DEFINICIÓN.....	82
9.2.	CLASIFICACIÓN	82

9.3.	POSIBLE APLICACIÓN	83
10.	BIBLIOGRAFÍA	86
10.1.	LISTADO DE PROGRAMAS	86
10.2.	LIBROS	88
10.3.	PÁGINAS WEB.....	88
11.	ANEXO.....	89
11.1.	CÓDIGO C COMPLETO	89

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe desarrolla el proyecto final de la carrera Ingeniería Electrónica, el cual corresponde a una cámara de seguridad servo motorizada la cual basa su movimiento en la detección y seguimiento de rostros. Tanto el diseño, el desarrollo y la construcción del mismo demandaron aproximadamente seis meses, que significaron la aplicación de gran parte de conceptos adquiridos en el transcurso de la carrera además de la investigación y posterior asimilación de otros temas, necesarios para llevar adelante dicho proyecto.

La elección del tema surgió debido al deseo de implementar la plataforma de desarrollo “Arduino”, en su modelo “Arduino Uno”, debido a su simplicidad, versatilidad y bajo costo. Si bien el abanico de aplicaciones de dicha plataforma es infinita, lo que se deseaba era realizar el control de servo motores, para luego integrar al mismo, el tema tratamiento de imágenes en tiempo real utilizando la librería “OpenCV” mediante el desarrollador “DEV - C++”. Como consecuencia de la implementación del control de servo motores, surgió la posibilidad de dar animación a un objeto cotidiano, como lo es una lámpara de escritorio, aprovechando de esta manera su estructura ideal para conformar un brazo robótico con varios grados de libertad y así conformar dicho sistema.

El proyecto básicamente consiste en un dispositivo capaz de detectar los rostros presentes en una secuencia de video en tiempo real, obtenida mediante una cámara web que está montada sobre un brazo mecánico accionado por servo motores digitales. La estructura mecánica del robot es la de una lámpara de escritorio cuyas articulaciones han sido reformadas para el montaje de los servo motores.

Una vez detectado el rostro el sistema calcula la distancia en píxeles del mismo respecto al centro de la imagen en las tres dimensiones (vertical, horizontal y de profundidad), y luego, mediante tres lazos de control individuales, calcula los ángulos que accionan los servo motores de manera tal de mover el brazo y realizar el seguimiento del rostro, para que de esta forma el mismo pueda ubicarse en el centro de la captura (o lo más cerca posible de acuerdo a una banda muerta) y a una distancia de profundidad adecuada.

El desarrollo del informe presenta de manera detallada los algoritmos de detección de rostros y tratamiento de imágenes, así como también los algoritmos de seguimiento una vez detectado el patrón correspondiente, los lazos de control y cálculos de sus parámetros, teorías y principios de funcionamiento, especificaciones técnicas y justificación de los componentes utilizados además de las rutinas y códigos fuentes correspondientes. Respecto al software desarrollado se hace hincapié en la

descripción funciones utilizadas de la librería “OpenCV”, la cual constituye la base del funcionamiento del sistema.



Figura 1.1