

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO-SB-12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	Página	1/339

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): ANDRÉS FELIPE APELLIDOS: PADILLA MANTILLA

NOMBRE(S): JORGE LUIS APELLIDOS: ORTIZ SOLANO

FACULTAD: INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): CARMEN LEONOR APELLIDOS: BARAJAS FORERO

NOMBRE(S): JESUS BETHSAID APELLIDOS: PEDROZA ROJAS

NOMBRE(S): JOHNNY OMAR APELLIDOS: MEDINA DURÁN

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO AUTOMÁTICO PARA LA TOMA DE MUESTRAS EN FUENTES HÍDRICAS SUPERFICIALES MEDIANTE EL USO DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS.

RESUMEN

Este trabajo está orientado al diseño y construcción de un prototipo que adosado a un vehículo aéreo no tripulado permita la toma de muestras de fuentes hídricas superficiales. El aparato propuesto pretende dar solución al problema existente cuando los sitios a muestrear se encuentran ubicados en sitios inhóspitos o de difícil acceso. El prototipo utiliza un sistema electromecánico que funciona de forma autónoma con la ayuda de sensores, bombas, válvulas y demás dispositivos electrónicos y obtiene la ubicación deseada por medio de un sistema de posicionamiento global *GPS*.

Para el diseño se tuvieron en cuenta las normas NTC-ISO 5667-1, 5667-2, 5667-3, 5667-4, 5667-6, sobre el diseño de programas de muestreo, técnicas generales de muestreo y preservación para el manejo de las muestras.

El entorno de desarrollo se diseña utilizando la herramienta de software matemático MATLAB que ofrece un entorno de desarrollo integrado (*IDE*, por sus siglas en inglés), y la herramienta para crear interfaces de usuario (Entorno de Desarrollo de Interfaz Gráfica de Usuario) GUIDE.

Para la alimentación del circuito electrónico de control del prototipo se utilizaron en su diseño baterías de Polímero de Litio (LiPo), que acompañadas de reguladores de voltaje de Corriente Directa (DC) ajustables LM2596 alimentan la tarjeta Arduino mega y los demás actuadores. Todos los dispositivos electrónicos fueron seleccionados teniendo en cuenta su consumo, con el objetivo de tener mayor tiempo de funcionamiento para ejecutar las actividades.

PALABRAS CLAVE:

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 339 PLANOS: ILUSTRACIONES: CD ROOM:

Elaboró		Revisó		Aprobó	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
Fecha	24/10/2014	Fecha	05/12/2014	Fecha	05/12/2014

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO AUTOMÁTICO PARA LA TOMA
DE MUESTRAS EN FUENTES HÍDRICAS SUPERFICIALES MEDIANTE EL USO DE
VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS.

ANDRÉS FELIPE PADILLA MANTILLA

JORGE LUIS ORTIZ SOLANO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2018

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO AUTOMÁTICO PARA LA TOMA
DE MUESTRAS EN FUENTES HÍDRICAS SUPERFICIALES MEDIANTE EL USO DE
VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS.

ANDRÉS FELIPE PADILLA MANTILLA

JORGE LUIS ORTIZ SOLANO

Trabajo de grado modalidad investigación, presentado como requisito para optar el título de:

Ingeniero Electromecánico

Director:

Ph.D. CARMEN LEONOR BARAJAS FORERO

Co-director:

M.Ed. JESUS BETHSAID PEDROZA ROJAS

Co-director:

M. Eng. JOHNNY OMAR MEDINA DURÁN

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2018

**FACULTAD DE INGENIERIAS
ACTA DE SUSTENTACIÓN PROYECTO DE GRADO
MODALIDAD TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

FECHA: 15 de Mayo de 2018 **HORA:** 4:30 P.M
LUGAR: GRUPO FLUTER
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TITULO DEL TRABAJO DE GRADO: "DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN
PROTOTIPO AUTOMÁTICO PARA LA TOMA DE MUESTRAS EN FUENTES
HÍDRICAS SUPERFICIALES MEDIANTE EL USO DE VEHICULOS AÉREOS NO
TRIPULADOS".

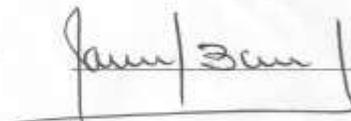
Jurados: Msc JOSE ARMANDO BECERRA VARGAS
Msc. LUIS EMILIO VERA DUARTE
Msc. JUAN CARLOS RAMIREZ BERMUDEZ

Dirigido: Ph.D. CARMEN LEONOR BARAJAS FORERO
Codirector: Msc. JESUS B. PEDROZA ROJAS
Codirector: Msc. JOHNNY OMAR MEDINA DURAN

LAUREADA

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTE	CÓDIGO	CALIFICACIÓN
ANDRES FELIPE PADILLA MANTILLA	1090740	5.0
JORGE LUIS ORTIZ SOLANO	1090778	5.0

FIRMA DE LOS JURADOS:



VOBO. COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR



Magaly G. Avenida Gran Colombia No. 12E-96 Barrio Colsag
Teléfono (057)(7) 5776655 - www.ufps.edu.co
oficinadeprensa@ufps.edu.co San José de Cúcuta - Colombia

Contenido

	pág.
Introducción	22
1. Problema	24
1.1 Título	24
1.2 Planteamiento del Problema	24
1.3 Formulación del Problema	25
1.4 Justificación	25
1.5 Beneficios	26
1.6 Objetivos	27
1.6.1 Objetivo general	27
1.6.2 Objetivos específicos	27
2. Marco Referencial	28
2.1 Antecedentes	28
2.1.1 Vehículos aéreos no tripulados	28
2.1.2 Usos en la agricultura	32
2.1.3 Silvicultura y protección de la naturaleza	35
2.1.4 Monitoreo de animales	38
2.1.5 Monitoreo del agua	39
2.2 Equipos de Muestreo de Fuentes Hídricas	41
2.2.1 Toma de muestra de forma manual	42
2.2.2 Toma de muestra de forma automática	42
2.3 Marco Teórico	43

2.3.1 Vehículos aéreos no tripulados	43
2.3.2 Marco o estructura	44
2.3.3 Dispositivos electromecánicos	44
2.3.4 Software	45
2.3.5 Equipos opcionales	45
2.4 Sistema de Comunicación	46
2.4.1 Comunicación	46
2.4.1.1 Transductor de entrada	47
2.4.1.2 Transmisor	47
2.4.1.3 Canal	48
2.4.1.4 Receptor	49
2.4.1.5 Señal análoga	50
2.4.1.6 Señal digital	51
2.5 Protocolo de Comunicación	54
2.5.1 Protocolo punto a punto (PPP)	54
2.5.2 Comunicación entre redes	55
2.5.3 Protocolos de transmisión de paquetes	56
2.5.4 Protocolo TCP/IP	56
2.5.4.1 Protocolos de comunicación serie entre dispositivos	60
2.5.4.2 Protocolo USB	60
2.5.4.3 Protocolo SPI	61
2.5.4.4 Protocolo UART y USART	63
2.5.4.5 Protocolo I ² C	64

2.6 Buses de Campo	66
2.7 Sistemas de Control	69
2.8 Tipos de Controladores	88
2.8.1 Controlador manual	88
2.8.2 Control automático	89
2.9 Dispositivos Electrónicos	91
2.9.1 Reguladores	91
2.9.2 Clases de reguladores	91
2.9.3 Sistema de posicionamiento global	100
2.9.3.1 Microcontrolador	101
2.9.3.2 Arduino	102
2.9.3.3 Xbee	104
2.9.3.4 Protocolo de comunicación Zigbee	105
2.9.4 MATLAB.	106
2.10 Marco Legal	107
2.10.1 Operación de vehículos aéreos no tripulados	107
2.10.2 Muestreo	108
3. Metodología	109
3.1 Etapas del Diseño	109
3.2 Revisión de Literatura y Normatividad	109
3.2.1 Materiales	110
3.2.1.1 Selección del material	110
3.2.2 Características del tomador de muestras	111

3.2.3 Restricciones en el muestreo	112
3.3 Diseño de Diferentes Modelos Mecánicos Alternativos del Prototipo	113
3.3.1 Criterios de diseño	113
3.3.1.1 Diseño No. 1	114
3.3.1.2 Diseño No. 2	115
3.3.1.3 Diseño No. 3	117
3.4 Selección del Modelo Mecánico	118
3.4.1 Recipiente	119
3.5 Sistema Electrónico	121
3.5.1 Selección de elementos	121
3.5.2 Selección de actuadores	122
3.5.3 Sistema GPS	144
3.5.4 Diseño de circuitos	153
3.5.4.1 Circuito de activación para los actuadores	156
3.5.4.2 Válvula solenoide 12 V	156
3.5.4.3 Válvula solenoide 3.3 V	165
3.5.4.4 Circuito eléctrico para señal de control del servomotor	172
3.5.4.5 Circuito para la alimentación del servomotor	174
3.5.4.6 Circuitos eléctricos para los sensores	179
3.5.4.7 Circuitos de nivel de carga para baterías	181
3.5.4.8 Circuito eléctrico de control de nivel de la batería 7.4 V	182
3.5.4.9 Circuito eléctrico de control de nivel de la batería 11.1 V	185
3.5.4.10 Circuito de emergencia	190

3.5.5 Diseño de PCB.	197
3.6 Diseño de Software	198
3.6.1 Comunicación inalámbrica	200
3.6.2 Configuración	201
3.6.3 Control	208
3.6.3.1 Código sensores y Arduino	222
3.6.3.2 Sensor de nivel capacitivo	222
3.6.3.3 Sensor de distancia ultrasónico	223
3.6.3.4 Sensor detector de agua	224
3.6.3.5 Sensor de temperatura	226
3.6.3.6 Sensor encoder	227
3.6.3.7 Sensor de posición	229
3.6.4 Interfaz gráfica	232
3.6.4.1 La ventana de inicio	233
3.6.4.2 Ventana de diagnóstico	239
3.6.4.3 Ventana de sistema	241
3.6.4.4 Ventana del prototipo	248
4. Diseño Final	249
4.1 Diseño Mecánico del Prototipo	249
4.1.1 Tomador de muestras	249
4.1.2 Estructura del tomador de muestras	262
4.1.2.1 Parte superior	263
4.1.2.2 Parte inferior	263

4.1.2.3 Columnas	263
4.2 Pruebas Preliminares del Muestreador	266
4.3 Prototipo Final	268
4.3.1 Aerodinámica	269
4.4 Selección del VANT	271
5. Pruebas Finales (Resultados)	272
5.1 Delimitación del Lugar	272
5.2 Resultados de las Pruebas	272
6. Conclusiones	276
7. Recomendaciones	278
Referencias Bibliográficas	279
Anexos	302