

# Robot telecontrolado aplicado en la mitigación de incendios para la estación de bomberos La Victoria N° 08

## Telecontrolled robot applied in fire mitigation for La Victoria fire station No. 08

Ing. Arturo A. Morzan Soto<sup>1</sup>, Ing. Bruno G. Zerga Tapia<sup>2</sup>, Dr. Ing. Ricardo J. Palomares Orihuela<sup>3</sup>  
[arturomorzan@gmail.com](mailto:arturomorzan@gmail.com), [bgzt.11@gmail.com](mailto:bgzt.11@gmail.com), [rpalomares@ieee.org](mailto:rpalomares@ieee.org)

### RESUMEN

La presente investigación corresponde a la aplicación de un Robot telecontrolado en la mitigación de incendios para la estación de bomberos La Victoria N° 08, el cual detecta zonas de alta temperatura utilizando imágenes térmicas.

**Palabras claves:** Telecontrolado, cámara térmica, robot.

### ABSTRACT

This research corresponds to the application of a remote-controlled Robot in fire mitigation for the La Victoria No. 08 fire station, which detects high temperature areas using thermal imaging.

**Key words:** Remote control, thermal camera, robot.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú - CGBVP desarrolla acciones que permitan controlar incendios, cuenta con 175 compañías en todo el país. En la figura 1 se observa que durante el 2018 ocurrieron 13729 incendios.

**ESTADISTICA DE EMERGENCIAS ATENDIDAS A NIVEL NACIONAL  
TIPO DE EMERGENCIA - 2018**

| TIPO DE EMERGENCIA     | ENE  | FEB  | MAR   | ABR  | MAY  | JUN  | JUL   | AGO   | SEP   | OCT   | NOV  | DIC   | TOTAL  |
|------------------------|------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|
| Incendios              | 1272 | 1017 | 1070  | 846  | 882  | 845  | 1000  | 1208  | 1483  | 1282  | 1143 | 1511  | 13729  |
| Fuga de gas licuado    | 547  | 476  | 543   | 549  | 488  | 479  | 481   | 517   | 501   | 570   | 540  | 584   | 6255   |
| Emergencias medicas    | 5004 | 4681 | 5448  | 5150 | 5534 | 5264 | 6121  | 6004  | 5527  | 5438  | 4877 | 5527  | 64273  |
| Rescatos               | 395  | 351  | 429   | 358  | 325  | 435  | 396   | 382   | 374   | 354   | 321  | 411   | 4545   |
| Derrame de productos   | 3    | 7    | 5     | 9    | 6    | 6    | 12    | 21    | 14    | 8     | 8    | 21    | 120    |
| Corta circuito         | 248  | 213  | 241   | 241  | 243  | 225  | 244   | 233   | 233   | 209   | 196  | 256   | 2782   |
| Servicios especiales   | 543  | 486  | 556   | 718  | 735  | 898  | 910   | 858   | 749   | 780   | 754  | 810   | 8375   |
| Accidentes vehiculares | 1257 | 1189 | 1347  | 1312 | 1306 | 1307 | 1377  | 1535  | 1435  | 1348  | 1280 | 1517  | 16229  |
| Falsa alarma           | 287  | 282  | 284   | 276  | 255  | 233  | 244   | 280   | 291   | 277   | 238  | 253   | 3210   |
| Otros                  | 232  | 225  | 241   | 171  | 143  | 325  | 190   | 177   | 167   | 204   | 220  | 194   | 2489   |
| TOTAL                  | 9798 | 8907 | 10162 | 9728 | 9898 | 9817 | 11038 | 11025 | 10784 | 10470 | 9277 | 11094 | 121998 |

Figura 1. Cantidad de emergencias atendidas a nivel nacional  
Fuente: [http://www.bomberosperu.gob.pe/po\\_muestra\\_esta.asp](http://www.bomberosperu.gob.pe/po_muestra_esta.asp)

## 2. DISEÑO DEL ROBOT

### 2.1 Diseño mecánico

Se utilizó un sub-sistema motriz tipo oruga, con mayor capacidad de contacto con la superficie. Además, permite alcanzar un radio de giro nulo. Se consideró amortiguadores independientes en cada eje.

En la figura 2 se muestra la estructura mecánica del robot diseñado.



Figura 2. Estructura mecánica del robot

Fuente: Elaboración propia

### 2.2 Diseño Eléctrico

Se presenta en la tabla 1 los componentes del robot diseñado, sin considerar el emisor de señal y la cámara.

Tabla 1.1 Componentes del robot diseñado.

|                                    | <b>Voltaje (V)</b> | <b>Amperaje (A)</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------|
| <b>Motor y controlador</b>         | 12                 | 285                 | 2               |
| <b>Modulo Receptor</b>             | 6                  | 0.4                 | 1               |
| <b>Motor de paso y controlador</b> | 12                 | 6                   | 2               |

Fuente: Elaboración propia

Se determinó el consumo de corriente, lo que se muestra en la tabla 2.

Tabla 22. Consumo de Corriente total.

|                                    | <b>Corriente de Arranque (A)</b> | <b>Corriente Nominal (Ah)</b> |
|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| <b>Motor y controlador</b>         | 570                              | 52                            |
| <b>Modulo Receptor</b>             | 0.5                              | 0.5                           |
| <b>Motor de paso y controlador</b> | 12                               | 12                            |
| Total                              | 582.5                            | 64.5                          |

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 se muestra el esquema eléctrico del robot diseñado.

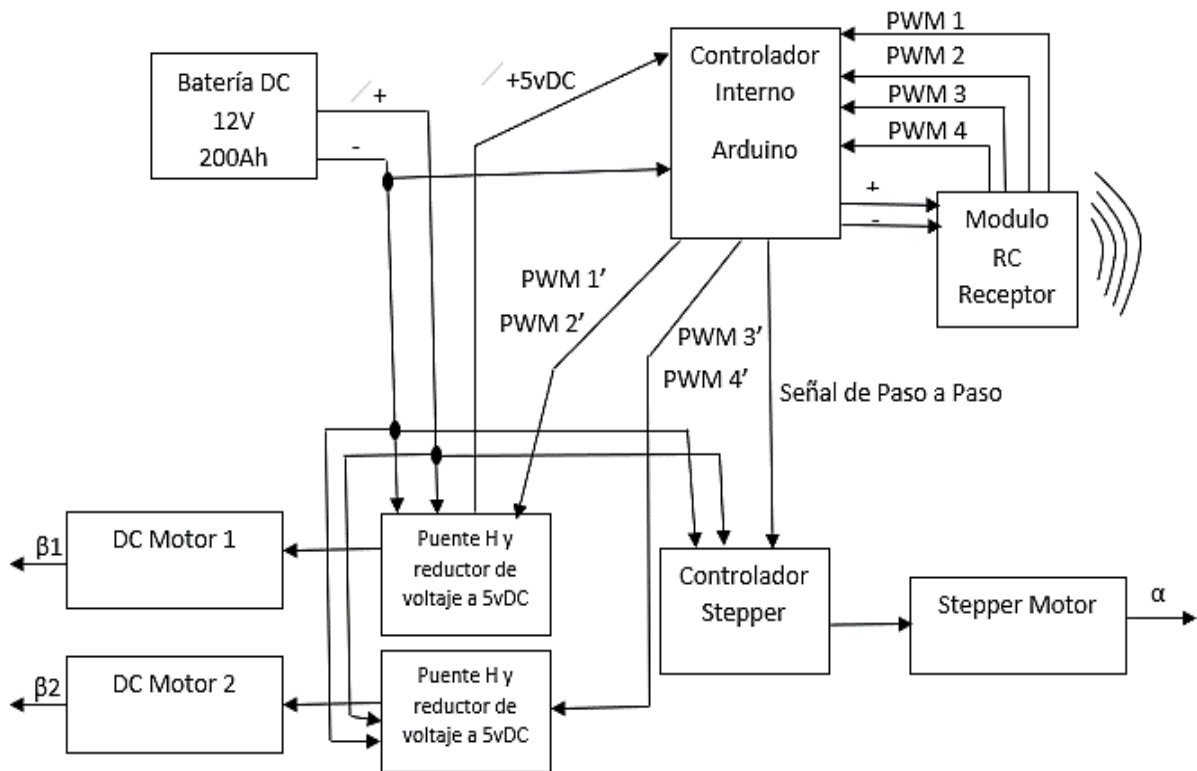


Figura 3. Esquema eléctrico del robot

Fuente: Elaboración propia

### 2.3 Diseño Electrónico

La figura 4 muestra la placa PCB diseñada con el software Proteus, que recibe la señal digital y controla el robot utilizando la plataforma Arduino

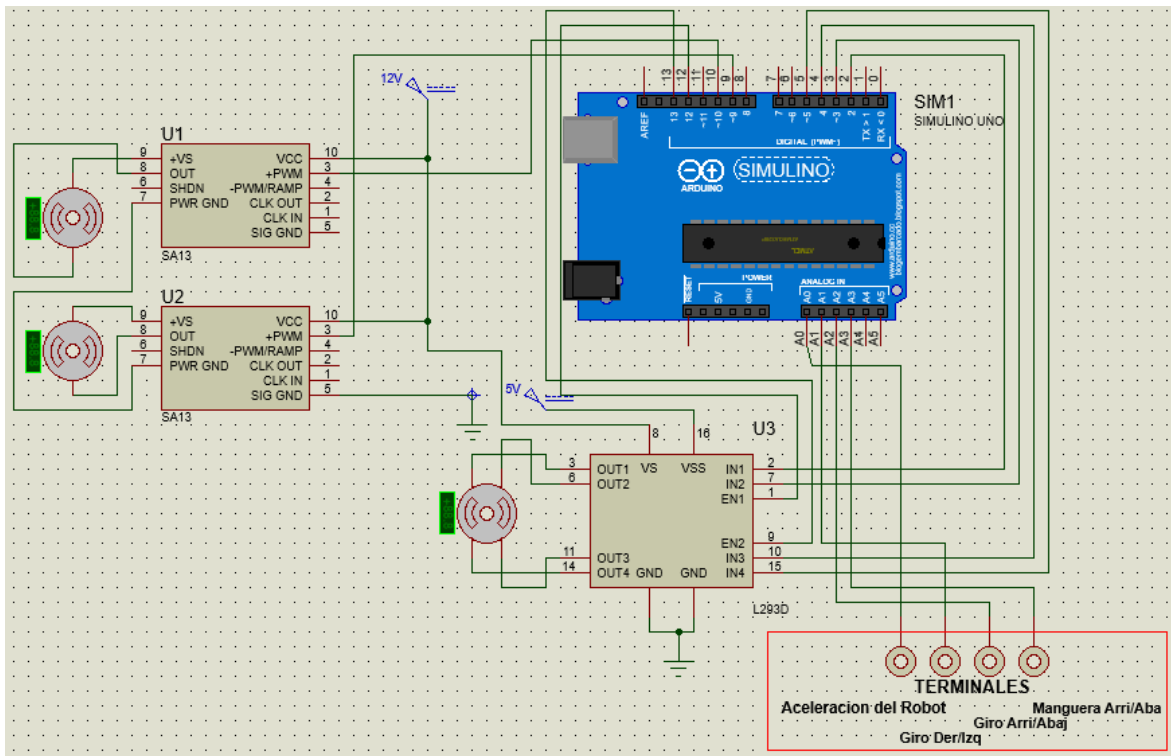


Figura 4. Circuito electrónico del Robot

Fuente: Elaboración propia

## 2.4 Diseño Informático

Se utilizó tecnología de Radio Control y comunicación Wifi para la cámara térmica, con un celular como receptor que presenta instalada una aplicación. En la Figura 5 se muestra la cámara térmica utilizada.



Figura 5. Cámara térmica “Fluke Tis 20”

Fuente: <https://diendainam.com/en/thermal-imaging-camera/121-thermal-imagers-fluke-tis20-9hz>

### 3. IMPLEMENTACIÓN DEL ROBOT

#### 3.1 Implementación Mecánica

Se implementó la estructura mecánica con tubos cuadrados LAC de 40 mm x 40 mm. En la Figura 5 se muestra el sistema de suspensiones y las ruedas de soporte como tensores para la faja de oruga.



Figura 61: Tensores para la faja de oruga  
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7 se muestra la colocación de las fajas para la oruga del robot.



Figura 7.2 Fajas de oruga del robot  
Fuente: Elaboración propia

Se instaló un acople trasero para el sub-sistema de disparo de agua del robot. En la figura 8 se muestra el sistema funcionalmente operativo en etapa de pruebas.



Figura 83. Robot concluido y operativo  
Fuente: Elaboración propia

#### 4. PRUEBAS Y RESULTADOS

##### Prueba 1

Consintió en probar las condiciones máximas de temperatura que soportaría el robot por lo que fue sometido a un incendio provocado, donde el robot no presento daños luego de ser expuesto a altas temperaturas, lo que se muestra en la figura 9.



Figura 94. Incendio provocado para prueba 1  
Fuente: Elaboración propia

##### Prueba 2

La prueba consistió el probar el sub-sistema de disparo de agua en un incendio provocado con una distancia menor a uno real. Durante la prueba no se registra fugas de agua, el disparo

no presenta vibraciones, es preciso y resiste la presión requerida durante su realización, lo que se muestra en la figura 10.



Figura 10. Sub-sistema de disparo de agua en un incendio provocado

Fuente: Elaboración propia

### Prueba 3

La prueba permitió evaluar altas y bajas temperaturas con la cámara térmica. En la figura 11 se muestra la imagen de térmica de una hornilla caliente.

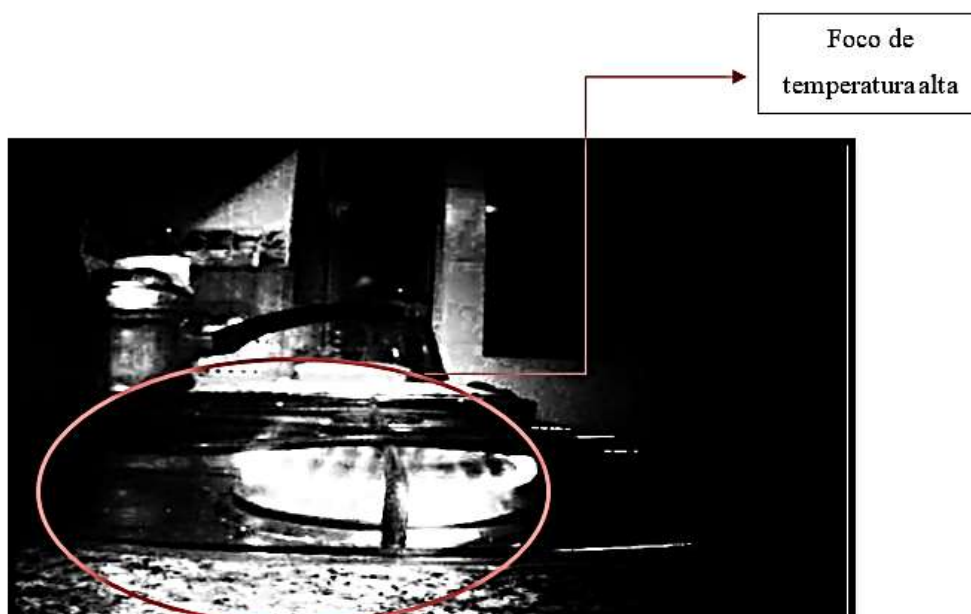


Figura 115. Captura con cámara térmica

Fuente: Elaboración propia

### Prueba 4

La prueba final permitió probar el sistema de telecontrol. La figura 12 muestra la prueba de telecontrol del robot por un bombero voluntario.



Figura 126. Prueba de telecontrol del robot.  
Fuente: Elaboración propia

## 5. CONCLUSIONES

Concluida la investigación se puede afirmar que el robot telecontrolado fue estable durante su operación con disparos a altas presiones, dado que las pruebas 1 y 2 mostraron un buen rendimiento del sistema de amortiguamiento a que no existe fugas de agua ni vibraciones ni interferencias. Así mismo, a través de las pruebas 3 y 4, el robot demostró eficiencia en la expulsión de agua, calidad de imagen térmica y distinguió puntos de altas temperaturas para la mitigación del incendio.

## 6. REFERENCIAS

1. S. Argudo y A. Arpi. "Diseño y Construcción de un Robot Móvil Teleoperado para Asistencia en Operaciones de Alto Riesgo del Cuerpo De Bomberos". Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. 2012.
2. I. Aznarán y G. Reyes. "Aplicación de la Termografía Infrarroja en Tableros Eléctricos de Distribución para Mejorar la Seguridad y la Calidad de la Energía Eléctrica". Universidad Nacional del Santa, Chimbote-Perú. 2016.
3. A. Barrientos, L. Peñín, C. Balaguer y R. Araceli. *Fundamentos de Robótica*. (2ª ed.). España, Madrid: McGraw-Hill. 2007.
4. R. Borja y H. Bravo. "Diseño e Implementación de un Robot Móvil Tipo Oruga para Exploración en Terrenos Irregulares". Control y Redes Industriales en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2006.
5. D. Drysdale. *An Introduction to Fire Dynamics*. 3º Ed. U.K., John Wiley & Sons, Ltd. 2001.
6. A. Ollero. *Robótica: Manipuladores y robots móviles*. España, Barcelona: Marcombo. 2001.
7. S. Pérez. "Prototipo de Robot Bombero Controlado a Distancia Mediante Dispositivo Móvil". Universidad de San Buenaventura Seccional Medellín, Medellín-Colombia. 2015.



## Los autores:

- (1) Ingeniero Mecatrónico de la Universidad Ricardo Palma, Certificado en Instalaciones Eléctricas Industriales por TECSUP, Ingeniero de Proyectos bajo el cargo de On Site Manager en Siemens Healthcare.
- (2) Ingeniero Mecatrónico de la Universidad Ricardo Palma, Certificado en Seguridad Industrial por BUREAU VERITAS, Certificado en equipos de gases Arteriales por SIEMENS HEALTH-CARE, Ingeniero de servicio en instalación de equipos de alta precisión y grado médico en BAIRES SAC.
- (3) Ingeniero Mecatrónico de la Universidad Nacional de Ingeniería, Doctor en Ciencias de la Educación. Magister en Ciencias de la Educación con mención en Docencia Universitaria, Maestría en Ciencias de la Electrónica con mención en Ingeniería Biomédica. Miembro profesional RAS y EMBS de la IEEE. Docente de las asignaturas de Robótica, Inteligencia Artificial, Mecatrónica Médica y Diseño Mecatrónico de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Ricardo Palma. Docente de la Carrera Profesional de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.