

# Tabla de Contenido

|   |           |
|---|-----------|
| Índice de Tablas  | x         |
| Índice de Ilustraciones   | xiv       |
| <b>1. Introducción</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1. Motivación . . . . .   | 2         |
| 1.2. Definición del problema . . . . .                                  | 2         |
| 1.3. Objetivos . . . . .  | 2         |
| 1.3.1. Objetivo general . . . . .                                       | 2         |
| 1.3.2. Objetivos específicos . . . . .                                  | 2         |
| 1.4. Metodología . . . . .  | 3         |
| 1.4.1. Fases del proceso . . . . .                                      | 3         |
| 1.4.2. <i>Hardware</i> utilizado . . . . .                              | 5         |
| 1.5. Organización del documento . . . . .                               | 7         |
| <b>2. Marco Teórico</b>   | <b>8</b>  |
| 2.1. Internet de las cosas . . . . .                                    | 8         |
| 2.1.1. Tráfico en IoT . . . . .   | 9         |
| 2.1.2. Tecnologías de comunicación para IoT . . . . .                   | 9         |
| 2.2. HTTP/2 . . . . .   | 11        |
| 2.2.1. Frames . . . . .   | 11        |
| 2.2.2. Header o encabezado . . . . .                                    | 12        |
| 2.2.3. HPACK . . . . .  | 13        |
| 2.2.4. Streams . . . . .  | 13        |
| 2.2.5. Server Push . . . . .  | 15        |
| 2.2.6. Control de flujo . . . . .                                       | 15        |
| 2.2.7. TLS . . . . .  | 15        |
| <b>3. Estado del arte</b>   | <b>16</b> |
| 3.1. Elección de un protocolo efectivo para IoT . . . . .               | 16        |
| 3.2. Comparación de HTTP y MQTT en recursos de red para IoT . . . . .   | 16        |
| 3.3. Evaluación de ventana para Raspberry Pi . . . . .                  | 17        |
| 3.4. Evaluación de ventana y streams para A8 open node . . . . .        | 17        |
| 3.5. Tiempo de respuesta y rendimiento de red en Raspberry Pi . . . . . | 17        |
| 3.6. Perfil de configuración de HTTP/2 para IoT . . . . .               | 18        |
| <b>4. Análisis y diseño</b>   | <b>19</b> |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 4.1.      | Experimentos anteriores . . . . .                      | 19        |
| 4.2.      | Nghttp2 . . . . .                                      | 19        |
| 4.2.1.    | nghttp . . . . .                                       | 20        |
| 4.2.2.    | nghttpd . . . . .                                      | 21        |
| 4.2.3.    | libevent-server . . . . .                              | 22        |
| 4.2.4.    | h2load . . . . .                                       | 22        |
| 4.3.      | Configuración experimental . . . . .                   | 23        |
| 4.3.1.    | Raspberry . . . . .                                    | 23        |
| 4.3.2.    | A8 open node . . . . .                                 | 24        |
| <b>5.</b> | <b>Implementación</b>                                  | <b>25</b> |
| 5.1.      | Benchmarking del servidor . . . . .                    | 25        |
| 5.2.      | Mediciones de CPU, memoria y potencia . . . . .        | 25        |
| 5.3.      | Consideraciones para los experimentos . . . . .        | 27        |
| 5.3.1.    | Consideraciones para los parámetros . . . . .          | 27        |
| 5.3.2.    | Otras consideraciones . . . . .                        | 27        |
| <b>6.</b> | <b>Resultados</b>                                      | <b>29</b> |
| 6.1.      | Benchmark del servidor . . . . .                       | 29        |
| 6.1.1.    | Pruebas con plataforma Raspberry Pi . . . . .          | 29        |
| 6.1.2.    | A8 open node . . . . .                                 | 33        |
| 6.2.      | Experimentos con parámetros . . . . .                  | 34        |
| 6.3.      | Cantidad de medidas en los experimentos . . . . .      | 35        |
| 6.3.1.    | Raspberry Pi como servidor . . . . .                   | 35        |
| 6.3.2.    | Raspberry Pi como cliente . . . . .                    | 46        |
| 6.3.3.    | A8 open node como servidor . . . . .                   | 56        |
| 6.3.4.    | A8 open node como cliente . . . . .                    | 66        |
| <b>7.</b> | <b>Discusión</b>                                       | <b>77</b> |
| <b>8.</b> | <b>Conclusión</b>                                      | <b>79</b> |
| 8.1.      | Trabajo futuro . . . . .                               | 80        |
|           | <b>Bibliografía</b>                                    | <b>84</b> |
| <b>A.</b> | <b>Tablas de resultados de Raspberry como servidor</b> | <b>85</b> |
| A.1.      | Max concurrent streams . . . . .                       | 85        |
| A.2.      | Initial window size . . . . .                          | 86        |
| A.3.      | Max header list size . . . . .                         | 87        |
| A.4.      | Header table size . . . . .                            | 87        |
| A.5.      | Max frame size . . . . .                               | 88        |
| <b>B.</b> | <b>Tablas de resultados de Raspberry como cliente</b>  | <b>89</b> |
| B.1.      | Max concurrent streams . . . . .                       | 89        |
| B.2.      | Initial window size . . . . .                          | 90        |
| B.3.      | Max header list size . . . . .                         | 91        |
| B.4.      | Header table size . . . . .                            | 91        |
| B.5.      | Max frame size . . . . .                               | 92        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>C. Tablas de resultados de nodo A8 como servidor</b> | <b>93</b> |
| C.1. Max concurrent streams . . . . .                   | 93        |
| C.2. Initial window size . . . . .                      | 94        |
| C.3. Max header list size . . . . .                     | 95        |
| C.4. Header table size . . . . .                        | 95        |
| C.5. Frame size . . . . .                               | 96        |
| <br>  |           |
| <b>D. Tablas de resultados de nodo A8 como cliente</b>  | <b>97</b> |
| D.1. Max concurrent streams . . . . .                   | 97        |
| D.2. Initial window size . . . . .                      | 98        |
| D.3. Max header list size . . . . .                     | 99        |
| D.4. Header table size . . . . .                        | 99        |
| D.5. Max frame size . . . . .                           | 100       |