

# ÍNDICE

<b>1. Introducción.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 El problema de la seguridad en el tráfico de vehículos .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2 Definición y propósito de los Sistemas de Transporte Inteligente .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Modo común de acceso a la información en un ITS.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4 La necesidad de monitorizar eventos potencialmente peligrosos para el tráfico rodado.....</b>	<b>10</b>
<b>1.5 El problema de la selección de la tecnología idónea para la comunicación de mensajes preventivos en autovías .....</b>	<b>10</b>
<b>1.6 Propuesta general para el diseño de sensores medioambientales inalámbricos para sistemas inteligentes de transporte .....</b>	<b>11</b>
<b>1.7 Referencias.....</b>	<b>12</b>
<b>2. Definición del Problema y Objetivos .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Antecedentes. Medida de condiciones climáticas en sistemas ITS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.1 Estimación de la visibilidad: el visibilímetro .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.2 Determinación de la intensidad de precipitación pluvial: el disdrómetro ...</b>	<b>31</b>
<b>2.2 El convertidor universal de frecuencia a código digital.....</b>	<b>53</b>
<b>2.2.1 Introducción a la interconexión directa sensor-procesador de señal.....</b>	<b>53</b>
<b>2.2.2 Breve descripción del método de conversión frecuencia-código digital .....</b>	<b>54</b>
<b>2.2.3 Descripción de las funcionalidades del UFDC-1.....</b>	<b>59</b>
<b>2.2.4 Conclusiones .....</b>	<b>61</b>
<b>2.3 Problemas del uso de un UFDC en sensores medioambientales para ITS .....</b>	<b>61</b>
<b>2.3.1 Introducción al diseño con un UFDC .....</b>	<b>62</b>
<b>2.3.2 Problemas encontrados .....</b>	<b>64</b>
<b>2.4 Definición de los objetivos .....</b>	<b>65</b>
<b>2.5 Estructura del documento de tesis.....</b>	<b>66</b>
<b>2.6 Referencias.....</b>	<b>67</b>
<b>3. Materiales y Métodos .....</b>	<b>70</b>
<b>3.1 Concepto de un visibilímetro con base en un UFDC.....</b>	<b>70</b>
<b>3.1.1 Sistema óptico del instrumento .....</b>	<b>71</b>
<b>3.1.2 Método y materiales para obtener la característica experimental de la frecuencia de salida del sensor cuasi-digital en función de la longitud de onda de la irradiancia recibida.....</b>	<b>75</b>
<b>3.1.3 Método y materiales para obtener la característica experimental de la responsividad relativa del sensor cuasi-digital en función de la longitud de onda de la irradiancia recibida.....</b>	<b>78</b>
<b>3.1.4 Resultados de las caracterizaciones .....</b>	<b>78</b>
<b>3.1.5 Búsqueda de la solución material para adaptar el fotodetector cuasi-digital</b>	<b>80</b>
<b>3.1.6 Resultados experimentales de la respuesta del fotodetector cuasi-digital adaptado.....</b>	<b>81</b>

3.1.7	Selección del emisor del visibilímetro .....	82
3.1.8	Método y materiales para obtener la característica experimental del LED IR 83	
3.1.9	Método y materiales para validar la solución material de la adaptación del sensor 86	
3.1.10	Resultados sobre la solución material propuesta .....	88
3.1.11	Conclusiones sobre la validación.....	89
3.1.12	Interconexión sensor-microcontrolador.....	90
3.1.13	Descripción de las funciones programadas en el microcontrolador del visibilímetro .....	92
3.1.14	Capacidad de comunicación inalámbrica del instrumento .....	96
3.1.15	Caracterización del visibilímetro .....	102
3.1.16	Análisis de los resultados experimentales .....	103
3.1.17	Calibración del visibilímetro .....	105
3.1.18	Procedimiento de medición de la visibilidad.....	107
3.2	Concepto de un didrómetro óptico con base en un UFDC .....	110
3.2.1	Método de medición del índice de precipitación pluvial.....	110
3.2.2	Estructura del sistema de medición del didrómetro óptico .....	112
3.2.3	Sistema óptico del didrómetro .....	113
3.2.4	Método y materiales para obtener la característica experimental del LED IR de alta intensidad .....	115
3.2.5	Selección del receptor del didrómetro óptico .....	116
3.2.6	Acondicionador del receptor del didrómetro .....	120
3.2.7	Métodos y materiales para validar la homogeneidad del volumen de detección en el sensor del didrómetro .....	124
3.2.8	Análisis de los resultados de la validación experimental del sensor .....	127
3.2.9	Características de la señal del sensor .....	130
3.2.10	Método y materiales para extraer el parámetro $t_i$ .....	131
3.2.11	Método y materiales para obtener la curva característica de transferencia $V_p$ $= f(\phi)$ del sensor .....	132
3.2.12	Análisis de los resultados de la validación de la hipótesis $V_p = k\phi$ .....	133
3.2.13	Método y materiales para extraer el parámetro $V_p$ .....	135
3.2.14	Resultados obtenidos para $t_i$ y $V_p$ .....	137
3.2.15	Método de medición de los parámetros $t_i$ y $V_p$ .....	138
3.2.16	Caracterizaciones del didrómetro .....	141
3.2.17	Medición comparativa del IPP.....	143
3.3	Referencias.....	144
4.	Discusión de resultados.....	146
4.1	Visibilímetro con base en un UFDC .....	146
4.1.1	Análisis de resultados.....	146
4.1.2	Análisis de la calibración .....	146

4.2	Disdrómetro óptico con base en un UFDC.....	147
4.2.1	Análisis de resultados.....	147
4.2.2	Análisis de la calibración.....	148
4.3	Discusión acerca del uso de un convertidor universal de frecuencia a código digital en el diseño de sensores medioambientales para aplicaciones ITS.....	148
5.	Conclusiones Finales.....	149
5.1	Visibilímetro.....	149
5.2	Disdrómetro óptico.....	149
6.	Futuras líneas de investigación.....	150
7.	Aportaciones originales.....	151
	APÉNDICE A.....	153
	APÉNDICE B.....	160
	APÉNDICE C.....	164
	APÉNDICE D.....	166
	APÉNDICE E.....	170