

## Tabla de contenido

<b>1</b>	<b>CAPÍTULO I. ESTADO DE LA TÉCNICA.....</b>	<b>3</b>
1.1	<b>Microrredes eléctricas.....</b>	<b>4</b>
1.1.1	Esquemas de control para paralelización de inversores .....	5
1.2	<b>Sistemas fotovoltaicos .....</b>	<b>9</b>
1.2.1	Sistemas fotovoltaicos conectados a red.....	9
1.2.2	Sistemas fotovoltaicos aislados.....	14
1.3	<b>Sistemas de almacenamiento de energía para aplicaciones en microrredes .....</b>	<b>14</b>
1.4	<b>Esquemas de control reconfigurable para operación de inversores en modo red y en modo isla .....</b>	<b>16</b>
1.5	<b>Situación de islanding .....</b>	<b>17</b>
1.6	<b>Control de microinversores .....</b>	<b>19</b>
1.6.1	Control del convertidor DC/DC .....	20
1.6.2	Control del convertidor DC/AC .....	20
1.7	<b>Sincronización con la red eléctrica .....</b>	<b>22</b>
<b>2</b>	<b>CAPÍTULO II. OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DE LA TESIS.....</b>	<b>27</b>
2.1	<b>Objetivos generales .....</b>	<b>27</b>
2.2	<b>Objetivos particulares.....</b>	<b>27</b>
2.3	<b>Estructura de la Tesis .....</b>	<b>28</b>
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO III. MODELADO DEL MICROINVERSOR .....</b>	<b>33</b>
3.1	<b>Modelado dinámico en pequeña señal del microinversor .....</b>	<b>33</b>
3.1.1	Modelo del conmutador PWM en Modo de Conducción Continua (CCM). .....	33
3.1.2	Modelos de convertidores en el modo de funcionamiento con conexión a red.....	35
3.1.3	Modelo de convertidores en el modo de funcionamiento en isla. 39	
3.2	<b>Conclusiones del capítulo.....</b>	<b>42</b>
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO IV. ESTRUCTURAS DE CONTROL PARA OPERACIÓN DEL MICROINVERSOR EN MODO RED .....</b>	<b>45</b>
4.1	<b>Modo de funcionamiento con conexión a red.....</b>	<b>46</b>
4.1.1	Control del convertidor Push-pull.....	46
4.1.2	Seguimiento del Punto de Máxima Potencia (MPPT) del panel .	51
4.1.3	Control del inversor .....	53
4.1.4	Phase-Locked Loop (PLL).....	61

4.1.5	Resultados de simulación.....	62
4.1.6	Resultados experimentales.....	66
<b>4.2</b>	<b>Conclusiones del capítulo.....</b>	<b>75</b>
<b>5</b>	<b>. CAPÍTULO V. ESQUEMAS DE DETECCIÓN DE ISLANDING ....</b>	<b>79</b>
<b>5.1</b>	<b>Métodos Activos de Detección de Islanding .....</b>	<b>79</b>
5.1.1	Métodos Activos Basados en Realimentación Positiva .....	79
5.1.2	Métodos Activos Basados en Inyección de Armónicos.....	84
5.1.3	Propuesta de un nuevo método basado en el algoritmo Goertzel	86
5.1.4	Resultados de simulación.....	93
5.1.5	Resultados experimentales.....	104
<b>5.2</b>	<b>Conclusiones del capítulo.....</b>	<b>108</b>
<b>6</b>	<b>CAPÍTULO VI. ESTRUCTURAS DE CONTROL PARA OPERACIÓN DEL MICROINVERSOR EN MODO ISLA .....</b>	<b>113</b>
<b>6.1</b>	<b>Control del push-pull .....</b>	<b>115</b>
6.1.1	Efecto Anti-windup.....	122
6.1.2	Resultados de simulación del push-pull operando en modo isla. .....	124
<b>6.2</b>	<b>Control del inversor .....</b>	<b>126</b>
6.2.1	Esquemas droop.....	131
6.2.2	Reconexión a la red eléctrica. ....	141
6.2.3	Resultados de simulación del inversor operando en modo isla.	141
<b>6.3</b>	<b>Simulaciones del microinversor .....</b>	<b>144</b>
<b>6.4</b>	<b>Resultados experimentales .....</b>	<b>149</b>
6.4.1	Resultados experimentales del microinversor operando en modo isla. .....	149
6.4.2	Resultados experimentales del microinversor reconfigurando (modo red a modo isla y viceversa).....	157
<b>6.5</b>	<b>Conclusiones del capítulo.....</b>	<b>164</b>
<b>7</b>	<b>CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES .....</b>	<b>167</b>
<b>8</b>	<b>CAPÍTULO VIII. FUTURAS LÍDEAS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>173</b>
<b>9</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>177</b>
<b>10</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>199</b>
<b>11</b>	<b>PUBLICACIONES DERIVADAS DE LA TESIS.....</b>	<b>214</b>