

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivos generales	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Alcances	3
1.4. Estructura de la memoria	4
2. Marco Referencial	5
2.1. Micro-redes	5
2.1.1. Definición	5
2.2. Clasificación de convertidores de potencia en micro-redes	7
2.2.1. Conversor <i>Grid-Forming</i>	8
2.2.2. Conversor <i>Grid-Feeding</i>	9
2.2.3. Conversor <i>Grid-Supporting</i>	10
2.3. Técnicas de control en Micro-redes	12
2.3.1. Control Primario	12
2.3.1.1. Control Primario centralizado	13
2.3.1.2. Control <i>Droop</i>	13
2.3.2. Control Secundario	14
2.3.3. Control Terciario	15
2.4. Transformaciones matemáticas	16
2.4.1. Transformación de Park	16
2.4.2. Transformación de Fortescue	18
2.5. Estabilidad de pequeña señal en Micro-redes AC	19
2.5.1. Modelación en variables de estado	19
2.5.2. Impedancia de pequeña señal	20
2.6. Técnica clásica de extracción de impedancia	22
2.6.1. Hardware	24
2.6.1.1. Conversor puente H trifásico	24
2.6.1.2. Circuito <i>Chopper</i>	25
2.6.1.3. Máquina de inducción con rotor bobinado	26
2.7. Técnicas innovadoras de extracción de impedancia	28
2.7.1. Barrido de frecuencia	28
2.7.2. Inyección de onda con forma en el tiempo	31
2.7.3. Uso de redes neuronales	34

3. Metodología	36
4. Caracterización de inversor	39
4.1. Modelo de inversor	39
4.1.1. Control de potencia	40
4.1.2. Control de voltaje	42
4.1.3. Control de corriente	43
4.1.4. Filtro LCL	44
4.1.5. Marco de referencia	45
4.2. Modelación en variables de estado	46
5. Técnicas de obtención de impedancia	50
5.1. Selección de técnicas	50
5.2. Inyección de armónicos - Técnica Clásica	52
5.2.1. Característica de corriente a inyectar	52
5.2.2. Procesamiento de señales	53
5.3. Inyección de onda cuadrada	56
5.3.1. Característica de corriente a inyectar	56
5.3.2. Captura de señales de voltaje y corriente	57
5.3.3. Procesamiento de señales	58
6. Caso de estudio y modelación en Simulink	61
6.1. Caso de estudio	61
6.1.1. Escenario 1: Fuente ideal con carga RL	63
6.1.2. Escenario 2: Fuente ideal y convertor	63
6.2. Modelación en Simulink	64
6.2.1. Inversor	65
6.2.1.1. Control de potencia	65
6.2.1.2. Control de voltaje	67
6.2.1.3. Control de corriente	68
6.2.1.4. Fuente de voltaje	68
6.2.2. Inyección de armónicos - Técnica Clásica	69
6.2.3. Inyección de onda cuadrada	70
6.2.4. Unidad de medición	71
7. Resultados y análisis	72
7.1. Escenario 1: Fuente ideal y carga RL	73
7.2. Escenario 2: Fuente ideal y convertor	77
8. Conclusiones	82
8.1. Trabajo Futuro	83