

Tabla de Contenido

1	Introducción	1
1.1	Motivación	1
1.2	Objetivos	3
1.2.1	Objetivo general	3
1.2.2	Objetivos específicos	3
1.2.3	Alcances	3
1.2.4	Estructura del documento	4
2	Marco teórico	5
2.1	Microrred	5
2.1.1	Definición	5
2.1.2	Funcionamiento de una microrred	7
2.2	Control en microrredes	8
2.2.1	Control centralizado	8
2.2.2	Control descentralizado	9
2.2.3	Técnicas de control primario	9
2.2.3.1	Control primario centralizado	9
2.2.3.2	Control primario descentralizado	10
2.2.3.2.1	Control <i>droop</i> en microrredes CA	10
2.2.3.2.2	Control <i>droop</i> con impedancia virtual en microrredes CC	11
2.2.4	Clasificación de convertidores de potencia	13
2.3	Diseño de Microrredes CA	15
2.4	Diseño de Microrredes CC	16
2.5	Fasores dinámicos	16
2.5.1	Unicidad de los fasores dinámicos	18
2.5.2	Fasores dinámicos para componentes lineales de microrredes de CA	19
2.6	Estabilidad en pequeña señal	21
2.7	Estabilidad de una microrred: análisis de impedancia	22
2.7.1	Interpretación de los modelos de impedancia incremental fasorial	23
2.8	Transformada de Park	24
2.9	Modelos de carga	24
2.9.1	Cargas estáticas	25
2.9.2	Modelo lineal de una carga de potencia constante como resistencia negativa para microrredes CC	26
2.9.3	Modelo lineal de una carga de potencia constante como resistencia negativa para microrredes CA	28
2.9.4	Modelo de carga dinámica tipo motor de inducción (MI)	29

3	Propuesta Metodológica	31
3.1	Metodología de trabajo	31
3.2	Modelos eléctricos en estudio	33
4	Modelación de los sistemas en estudio	35
4.1	Modelación microrred CC	35
4.1.1	Modelo simplificado de la microrred CC	35
4.1.2	Modelo analítico de la microrred CC con carga CPL y CRL	38
4.1.3	Modelo de la microrred con carga MI, CPL y CRL	38
4.2	Modelación microrred CA	41
4.2.1	Resistencia	41
4.2.2	Capacitor	42
4.2.3	Carga R-L	43
4.2.4	Micro-generador simple	46
4.2.5	Micro-Generador con control <i>droop</i> de potencia activa	49
4.2.6	Micro-Generador con control <i>droop</i> de potencia activa y reactiva	51
4.2.7	Micro-Generador con control <i>droop</i> de potencia activa y reactiva con filtro de potencia	53
4.2.8	Máquina de inducción en fasores dinámicos	57
4.2.8.1	Modelo fasorial de impedancia incremental de la máquina de inducción	58
4.2.9	Modelo fasorial de impedancia incremental de un filtro L-C conectado a un micro-generador	62
4.2.10	Nodo de corriente	63
4.2.11	Análisis de estabilidad: impedancias incrementales fasoriales	65
4.3	Simulaciones en dominio del tiempo	65
4.3.1	Resistencias, inductancias, capacitancias y carga CPL	65
4.3.2	Fuente de corriente constante	66
4.3.3	Máquina de inducción e inversor	66
4.3.4	Micro-generador	67
4.3.5	Micro-generador con control droop	68
4.3.6	Micro-generador con control droop y filtro de potencia	69
5	Resultados y análisis	70
5.1	Microrred CC	70
5.1.1	Caso 1: Microrred con carga CRL	71
5.1.2	Caso 2: Microrred CC con carga CRL y MI	74
5.1.2.1	Efecto de incrementar el valor de la capacitancia equivalente	78
5.1.3	Caso 3: Microrred CC con carga CRL y CPL	79
5.1.4	Caso 4: Microrred CC con carga CRL, CPL y MI	81
5.2	Microrred CA	85
5.2.1	Caso 1: Microrred CA con carga CRL	85
5.2.2	Caso 2: Microrred CA con carga R-L	87
5.2.2.1	Control sin filtro de potencia	88
5.2.2.2	Control con filtro de potencia	90
5.2.3	Caso 3: Microrred con carga Carga CRL y MI	93
5.2.4	Caso 4: Microrred CA con carga CRL y CPL	96

5.2.4.1	Efecto de aumentar la inercia de un MI	96
5.2.4.2	Carga CPL modelada como resistencia negativa para estudios en pequeña señal	98
5.2.5	Caso 5: Microrred CA con carga CRL, CPL y MI	99
5.2.6	Movimiento de los polos del sistema al variar los componentes de una microrred CA con filtro LC y carga resistiva	101
5.3	Resumen capítulo y comparación de las microrredes	103
6	Conclusiones y trabajo futuro	106
6.1	Conclusiones	106
6.2	Contribuciones	108
6.3	Trabajo futuro	108
	Bibliografía	109
	Anexo A. Matrices ecuaciones microrred CC	113