

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Descripción del problema	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. Alcances	4
1.5. Estructura de la Memoria	5
2. Antecedentes	6
2.1. Sector eléctrico chileno	6
2.2. Redes de Distribución	7
2.2.1. Caracterización	7
2.2.2. Tarificación	7
2.2.3. Generación distribuida en Chile	8
2.2.3.1. Aspectos legales de la generación distribuida en Chile	12
2.2.4. Impacto de la generación distribuida en redes de distribución	14
2.2.5. Redes inteligentes	15
2.3. <i>Optimal Power Flow</i> y sus distintas formulaciones	16
2.3.1. Formulación SOCP	17
2.3.2. Formulación SDP	19
2.4. Modelamiento del problema	20
2.4.1. Restricciones de flujo de potencia y operacionales	20
2.4.2. Modelo de cargas	22
2.4.3. Sistema de almacenamiento	24
2.4.3.1. Baterías: Generalidades	24
2.4.3.2. Modelo de baterías	24
2.4.4. Modelo de generación distribuida conectada con inversor	25
2.5. Norma técnica de calidad de servicio para sistemas de distribución	26
2.5.1. Métricas de voltaje	27
2.6. Sobrecarga de conductores	28
2.7. Estado del Arte	28
2.7.1. Concepto de Hosting Capacity	28
2.7.2. Factores que limitan el <i>hosting capacity</i> de la red	29
2.7.2.1. Problemas de voltaje	29

2.7.2.2.	Problemas de corriente y pérdidas	30
2.7.2.3.	Problemas de calidad de la energía	30
2.7.2.4.	Problemas en las protecciones	30
2.7.3.	Cálculo de <i>hosting capacity</i>	31
2.7.4.	Coordinación de elementos activos y <i>hosting capacity</i> mejorado	32
3.	Metodología	34
3.1.	Formulación matemática	34
3.1.1.	Función Objetivo	34
3.1.2.	Variables y datos del modelo	35
3.1.3.	Restricciones de flujo y operacionales	35
3.1.4.	Restricciones asociadas a la GD conectada vía inversor	36
3.1.5.	Restricciones asociadas a batería	36
3.2.	Herramientas computacionales involucradas	36
3.2.1.	Python	37
3.2.2.	Gurobi	37
3.2.3.	OpenDSS	37
3.3.	Metodología general	37
3.4.	Casos de estudio	38
3.4.1.	Red de 5 barras	38
3.4.2.	Red MT basada en una red de la zona de Valparaíso	40
3.4.3.	Perfiles utilizados	42
3.4.4.	Consideraciones para la optimización en Gurobi	43
3.4.4.1.	Tolerancia de convergencia para problemas restringidos cuadráticamente	43
3.4.4.2.	Cantidad de decimales para datos de entrada	44
3.5.	<i>Hosting capacity</i> : cálculo y condiciones	44
4.	Resultados y Análisis	46
4.1.	Red de 5 barras	46
4.1.1.	<i>Hosting capacity</i> sin elementos de control	46
4.1.2.	Comparación de objetivos	47
4.1.3.	Alternativa a función multiobjetivo	51
4.1.4.	Comportamiento de los elementos de control	53
4.1.4.1.	<i>Hosting capacity</i> alcanzado por cada control	53
4.1.4.2.	Operación del inversor	53
4.1.4.3.	Operación de la batería	54
4.2.	Red MT basada en una red de la zona de Valparaíso	56
4.2.1.	<i>Hosting capacity</i> de la generación distribuida	56
4.2.1.1.	<i>Hosting capacity</i> con control desde el inversor	57
4.2.1.2.	<i>Hosting capacity</i> con control de la batería	64
4.2.1.3.	<i>Hosting capacity</i> con control de inversor y batería	71
5.	Conclusiones	78
5.1.	Conclusiones del trabajo de título	78
5.2.	Trabajo a futuro	79

