

Tabla de contenido

| | |
|---|-------------|
| Resumen | i |
| Agradecimientos | iii |
| Lista de figuras | vi |
| Lista de Tablas | viii |
| Capítulo 1 Introducción | 1 |
| 1.1 Motivación..... | 1 |
| 1.2 Objetivo general | 1 |
| 1.3 Objetivos específicos | 1 |
| 1.4 Alcances..... | 2 |
| 1.5 Estructura de la memoria..... | 2 |
| Capítulo 2 Marco teórico | 3 |
| 2.1 Esquemas de integración de generación distribuida..... | 3 |
| 2.1.1 Feed in Tarif (FIT)..... | 3 |
| 2.1.2 Esquemas de medición neta..... | 4 |
| 2.1.3 Caso Chileno | 6 |
| 2.2 Sistemas Fotovoltaicos | 7 |
| 2.2.1 Paneles Fotovoltaicos | 8 |
| 2.2.2 Inversor fotovoltaico..... | 10 |
| 2.2.3 Estructura de montaje..... | 11 |
| 2.2.4 Eficiencia global del sistema | 12 |
| 2.3 Tarificación eléctrica a nivel distribución..... | 13 |
| 2.3.1 Tarifa BT1..... | 14 |
| 2.3.2 Tarifa BT2 / AT2 | 15 |
| 2.3.3 Tarifa BT3 / AT3..... | 16 |
| 2.3.4 Tarifa BT4 / AT4..... | 17 |
| 2.3.5 Tarificación incorporando inyecciones de energía..... | 19 |
| 2.3.6 Consideraciones Generales..... | 19 |
| Capítulo 3 Metodología e Implementación | 21 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1 Metodología | 21 |
| 3.2 Implementación | 23 |
| 3.2.1 Datos de entrada..... | 23 |
| 3.2.2 Datos de radiación | 24 |
| 3.2.3 Datos de consumo y producción | 27 |
| 3.2.4 Cálculo de Tarifas | 40 |
| 3.2.5 Datos de inversión | 47 |
| 3.2.6 Evaluación económica | 49 |
| 3.2.7 Resultados | 50 |
| Capítulo 4 Análisis y resultados | 53 |
| 4.1 Introducción | 53 |
| 4.2 Caso 1 | 54 |
| 4.2.1 Resultados y Análisis, Cliente 1 | 54 |
| 4.3 Caso 2 | 55 |
| 4.3.1 Resultados y Análisis, Cliente 2 | 55 |
| 4.3.2 Opción cambio de tarifa, Cliente 2 | 56 |
| 4.4 Caso 3 | 58 |
| 4.4.1 Resultados y Análisis, Cliente 3 | 58 |
| 4.4.2 Opción cambio de tarifa, Cliente 3 | 59 |
| 4.5 Caso 4 | 60 |
| 4.5.1 Resultados y Análisis, Cliente 4 | 60 |
| 4.6 Caso 5 | 61 |
| 4.6.1 Resultados y Análisis, Cliente 5 | 62 |
| 4.6.2 Opción cambio de tarifa, Cliente 5 | 62 |
| 4.7 Observaciones Generales..... | 64 |
| Capítulo 5 Conclusiones y Trabajo Futuro | 65 |
| 5.1 Conclusiones..... | 65 |
| 5.2 Trabajo Futuro | 67 |
| Bibliografía | 68 |
| Anexo A: Reglamento de Ley Net Billing | 70 |
| Anexo B: Tarifas de Suministro | 75 |
| Anexo C: Código para Optimización | 76 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 2.1: Procedimiento de conexión Net Billing..... | 6 |
| Figura 2.2: Diagrama de un sistema fotovoltaico..... | 8 |
| Figura 2.3: Celda, Panel y Arreglo Fotovoltaicos..... | 8 |
| Figura 2.4: Modelo eléctrico de un panel fotovoltaico..... | 9 |
| Figura 2.5: Sistema general de un inversor fotovoltaico..... | 10 |
| Figura 2.6: Inversor fotovoltaico on Grid SMA..... | 11 |
| Figura 2.7: Formas de integrar sistemas fotovoltaicos..... | 11 |
| Figura 2.8: Instalación de paneles fotovoltaicos en un techo residencial..... | 12 |
| Figura 3.1: Metodología..... | 22 |
| Figura 3.2: Formato datos de Entrada..... | 23 |
| Figura 3.3: Radiación promedio mensual en las principales ciudades del centro y norte del País..... | 24 |
| Figura 3.4: Radiación promedio mensual de ciudades representativas..... | 25 |
| Figura 3.5: Radiación Global incidente sobre Panel en Santiago..... | 26 |
| Figura 3.6: Variación interanual de la radiación..... | 27 |
| Figura 3.7: Perfil de consumo diario, Cliente 1..... | 29 |
| Figura 3.8: Perfil de consumo diario, Cliente 2..... | 29 |
| Figura 3.9: Perfil de consumo diario, Cliente 3..... | 29 |
| Figura 3.10: Perfil de consumo diario, Cliente 4..... | 29 |
| Figura 3.11: Perfil de consumo diario, Cliente 5; datos obtenidos a través de Wattson..... | 29 |
| Figura 3.12: Perfil de consumo diario Tipo BT1, obtenido de aplicación HOMER..... | 29 |
| Figura 3.13: Perfil de comportamiento anual, Cliente 1..... | 30 |
| Figura 3.14: Perfil de comportamiento anual, Cliente 2..... | 30 |
| Figura 3.15: Perfil de comportamiento anual, Cliente 3..... | 30 |
| Figura 3.16: Perfil de comportamiento anual, Cliente 4..... | 30 |
| Figura 3.17: Perfil de comportamiento anual, Cliente 5 - Wattson..... | 30 |
| Figura 3.18: Perfil de comportamiento anual, Consumo Promedio..... | 30 |
| Figura 3.19: Consumo sin considerar sistema fotovoltaico..... | 32 |
| Figura 3.20: Consumo de energía proyectada al año 25 sin incorporar generación de energía..... | 32 |
| Figura 3.21: Generación fotovoltaica en sistema de 1 [kWp] ubicado en Santiago..... | 33 |
| Figura 3.22: Energía generada por panel de 1 [kWp] a lo largo de 25 años..... | 34 |
| Figura 3.23: Consumo desde la red de distribución con sistema fotovoltaico instalado..... | 34 |
| Figura 3.24: Consumo de energía desde la red de distribución con sistema fotovoltaico instalado, proyectado en 25 años..... | 35 |
| Figura 3.25: Autoconsumo..... | 36 |
| Figura 3.26: Autoconsumo proyectado al año 25..... | 37 |
| Figura 3.27: Inyecciones del Sistema Fotovoltaico a la Red de distribución..... | 38 |
| Figura 3.28: Inyecciones del Sistema fotovoltaico proyectadas al año 25..... | 38 |
| Figura 3.29: Balance de Energía año inicial..... | 39 |
| Figura 3.30: Curva de consumo cuarto horaria..... | 43 |
| Figura 3.31: Pago anual tarifas de BT (Sin incluir sistema fotovoltaico)..... | 44 |

| | |
|--|----|
| Figura 3.32: Pago anual proyectado tarifas de baja tensión, con sistema fotovoltaico | 46 |
| Figura 3.33: comparación de precios de sistemas fotovoltaicos realizado por el Ministerio de Energía | 49 |
| Figura 4.1: Balance de energía año inicial, Cliente 1 | 55 |
| Figura 4.2: Balance de energía año inicial, Cliente 2 | 57 |
| Figura 4.3: Balance de energía año inicial, Cliente 3 | 59 |
| Figura 4.4: Balance de energía año inicial, Cliente 4 | 61 |
| Figura 4.5: Balance de energía año inicial, Cliente 5 | 63 |

Lista de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 2.1: Ejemplo Feed in Tarif | 3 |
| Tabla 2.2: Ejemplo de Net Metering | 4 |
| Tabla 2.3: Ejemplo de Net Billing..... | 5 |
| Tabla 2.4: Comparación entre Net Metering y Net Billing | 5 |
| Tabla 2.5: Cargos por tarifa BT1a | 14 |
| Tabla 2.6: Cargos por tarifa BT1b..... | 15 |
| Tabla 2.7: Cargos por tarifa BT2 / AT2 | 16 |
| Tabla 2.8: Cargos por tarifa BT3 / AT3 | 16 |
| Tabla 2.9: Cargos por tarifa BT4.1 / AT4.1 | 17 |
| Tabla 2.10: Cargos por tarifa BT4.2 / AT4.2 | 18 |
| Tabla 2.11: Cargos por tarifa BT4.3 / AT4.3 | 19 |
| Tabla 3.1: Coordenadas de ubicación de las radiaciones obtenidas | 25 |
| Tabla 3.2: Información relativa a clientes considerados..... | 31 |
| Tabla 3.3: Consumo de energía mensual en los primeros 5 años | 40 |
| Tabla 3.4: límite de invierno..... | 41 |
| Tabla 3.5: Pagos mensuales Tarifa BT1 | 41 |
| Tabla 3.6: Potencias Normalizadas..... | 42 |
| Tabla 3.7: Potencias consideradas para las distintas tarifas | 43 |
| Tabla 3.8: Pago anual tarifas de BT (Sin incluir sistema fotovoltaico) | 44 |
| Tabla 3.9: Pago anual tarifas de BT considerando generación e inyección de energía | 45 |
| Tabla 3.10: Formato de cotización..... | 47 |
| Tabla 3.11: Precios de sistemas fotovoltaicos a distintos niveles de potencia peak..... | 48 |
| Tabla 3.12: Cuadro de Resultados obtenidos..... | 49 |
| Tabla 3.13: Cuadro de Resultados obtenidos..... | 50 |
| Tabla 3.14: Resultados de optimización para caso Ejemplo..... | 51 |
| Tabla 3.15: Resultados de optimización para caso ejemplo, con cambio de tarifa | 52 |
| Tabla 4.1: Escenarios para comparativa de sistemas fotovoltaicos..... | 53 |
| Tabla 4.2: Parámetros de entrada comunes para todos los clientes | 53 |
| Tabla 4.3: Datos, Cliente 1 | 54 |
| Tabla 4.4: Tabla comparativa, Cliente 1 | 54 |
| Tabla 4.5: Datos, Cliente 2 | 55 |
| Tabla 4.6: Tabla comparativa, Cliente 2 | 56 |
| Tabla 4.7: Comparación con cambio de tarifa, Cliente 2..... | 57 |
| Tabla 4.8: Datos, Cliente 3 | 58 |
| Tabla 4.9: Tabla comparativa, Cliente 3..... | 58 |
| Tabla 4.10: Comparación con cambio de tarifa, Cliente 3..... | 59 |
| Tabla 4.11: Datos, Cliente 4..... | 60 |
| Tabla 4.12: Tabla comparativa, Cliente 4 | 60 |
| Tabla 4.13: Datos, Cliente 5..... | 61 |
| Tabla 4.14: Tabla comparativa, Cliente 5 | 62 |
| Tabla 4.15: Comparación con cambio de tarifa, Cliente 5..... | 63 |