

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Eléctrica



**“Reconfiguración óptima del sistema de distribución con
generación distribuida de la Empresa Eléctrica Regional Centro
Sur C.A.”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
Ingeniero Eléctrico

Autores:

John Eugenio Peñaloza Morán
CI: 0302054671

Jairo Gonzalo Yumbra Romero
CI: 0302072095

Director:

Ing. Julio César López Quizhpi, Ph.D.
CI: 0104047022

Cuenca – Ecuador
2018



RESUMEN

El presente trabajo tiene como propósito general, elaborar una herramienta computacional capaz de optimizar la topología de un sistema de distribución, minimizando las pérdidas de potencia activa a nivel de alimentadores; se busca también, mejorar los perfiles de voltaje en los nodos del sistema que se analice. El método propuesto para el problema de reconfiguración, es el de algoritmos genéticos; metaheurística, cuyo desempeño es bastante bueno para problemas de combinatoria ya que sus operadores (cruzamiento, mutación y selección), generan soluciones diversas y mejoradas con cada iteración de la misma. Luego de realizar los análisis y aplicación en sistemas de prueba IEEE, se puede constatar la efectividad del método propuesto ya que se obtuvieron resultados satisfactorios con respecto a documentos de referencia que se detallan en el desarrollo del trabajo. Adicionalmente, al realizar el estudio para el sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, se verifican topologías con menores pérdidas de potencia que las topologías actuales, para cada caso de estudio. Finalmente, se concluye con la comparación de los resultados obtenidos en los sistemas analizados, demostrando que, al realizar la reconfiguración, efectivamente existe una reducción de pérdidas de potencia activa y por lo tanto mejoramiento en los perfiles de voltaje en los nodos.

Palabras Clave: Algoritmo genético; Operadores genéticos; Reconfiguración; Alimentadores; Sistemas de distribución; Flujos de potencia, Pérdidas de potencia; Generación distribuida.



ABSTRACT

The general objective of this work has been develop a computational tool capable to optimize the topology of a distribution system. The tool has the objective function to minimize de active power loss on the feeders; due to this, the voltage profile in each node is improving as well in the system to analyze. The proposed method for the reconfiguration is the genetic algorithms. This metaheuristic; in each iteration, has the characteristic of improve the solutions in combinatorial problems through their operators (crossover, mutation and selection). After carrying out the analysis and testing in IEEE testing systems, the effectiveness of the proposed method can be verified since satisfactory results were obtained with respect to reference documents that are detailed in the development of the work. Also, when carrying out the study for the distribution system of Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, topologies with less power losses than the current topologies for each case of study. Finally, we conclude with the comparison of the results obtained in the analyzed systems, demonstrating that, when performing the reconfiguration, there is effectively a reduction of active power losses and therefore improvement in the voltage profiles at the nodes.

Keywords: Genetic algorithm; Genetic operators; Reconfiguration; Feeders; Distribution systems; Power flow; Power loss; Distributed generation.



CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN | 2 |
| ABSTRACT..... | 3 |
| CAPITULO I: INTRODUCCIÓN..... | 15 |
| 1.1 Antecedentes..... | 18 |
| 1.2 Justificación..... | 22 |
| 1.3 Alcance..... | 23 |
| 1.4 Objetivos..... | 24 |
| 1.4.1 Objetivo general..... | 24 |
| 1.4.2 Objetivos específicos..... | 25 |
| 2.1 Introducción..... | 26 |
| 2.2 Métodos de optimización..... | 28 |
| 2.2.1 Inteligencia artificial..... | 28 |
| 2.2.2 Técnica heurística..... | 29 |
| 2.2.2.1 Algoritmos metaheurísticos..... | 30 |
| 2.3 Problema de reconfiguración de redes eléctricas de distribución..... | 31 |
| 2.3.1 Restricciones:..... | 32 |
| 2.4 Sistemas de distribución con generación distribuida..... | 32 |
| 2.4.1 Sistemas tradicionales..... | 32 |
| 2.4.2 Generación Distribuida..... | 34 |
| 3.1 Introducción..... | 36 |
| 3.2 Métodos utilizados para resolver el problema de flujo de carga en sistemas radiales de distribución eléctrica..... | 37 |
| 3.3 Explicación del método utilizado..... | 42 |
| 3.3.1 Lectura de datos..... | 43 |
| 3.3.2 Identificación de nodos y ramas adyacentes..... | 44 |
| 3.3.3 Cálculo del flujo de potencia, voltajes, corriente y pérdidas de potencia..... | 45 |
| 3.3.4 Cálculo de potencia activa y reactiva - barrido hacia atrás..... | 45 |
| 3.3.5 Cálculo del voltaje - barrido hacia adelante..... | 46 |
| 3.3.6 Cálculo de las pérdidas de potencia y la corriente..... | 46 |
| 3.3.7 Criterio de convergencia..... | 46 |
| 3.3.8 Diagrama de flujo del método utilizado (Backward/Forward)..... | 48 |
| 3.4 Análisis de flujos de potencia en sistemas de distribución con el método propuesto (Backward/Forward)..... | 49 |
| 3.4.1 Flujos de potencia sin generación distribuida..... | 49 |
| 3.4.1.1 Sistema de 33 Barras..... | 49 |
| 3.4.1.2 Sistema de 15 barras..... | 51 |
| 3.4.1.3 Sistema de 69 barras..... | 53 |
| 3.4.2 Flujos de potencia en presencia de generación distribuida..... | 54 |



| | | |
|------------|---|-----------|
| 3.4.2.1 | Sistema de 33 Barras..... | 55 |
| 3.4.2.2 | Sistema de 69 Barras..... | 57 |
| 4.1 | Introducción:..... | 59 |
| 4.2 | Algoritmos Genéticos..... | 60 |
| 4.2.1 | Introducción..... | 60 |
| 4.2.2 | Algoritmo Genético Simple..... | 61 |
| 4.2.3 | Codificación o representación del problema..... | 62 |
| 4.2.4 | Función de adaptación o aptitud..... | 63 |
| 4.2.5 | Selección..... | 64 |
| 4.2.5.1 | Selección por torneo..... | 64 |
| 4.2.5.2 | Selección por ruleta..... | 66 |
| 4.2.6 | Operadores Genéticos..... | 66 |
| 4.2.6.1 | Cruce..... | 66 |
| 4.2.6.1.1 | Cruce de 1 punto..... | 67 |
| 4.2.6.1.2 | Cruce de 2 puntos..... | 67 |
| 4.2.6.1.3 | Cruce Uniforme..... | 68 |
| 4.2.6.2 | Copia..... | 69 |
| 4.2.6.3 | Mutación..... | 69 |
| 4.3 | Algoritmo Genético implementado para la reconfiguración de sistemas de distribución..... | 70 |
| 4.3.1 | Codificación del problema..... | 70 |
| 4.3.2 | Generación de la población inicial..... | 71 |
| 4.3.3 | Función de aptitud..... | 71 |
| 4.3.4 | Selección por torneo..... | 72 |
| 4.3.5 | Cruce de 1 punto..... | 72 |
| 4.3.6 | Mutación..... | 72 |
| 4.4 | Reconfiguración de sistemas de distribución..... | 74 |
| 4.4.1 | Reconfiguración del sistema de distribución de 33 barras sin generación distribuida..... | 74 |
| 4.4.2 | Reconfiguración del sistema de distribución de 33 barras con generación distribuida..... | 79 |
| 4.4.3 | Reconfiguración del sistema de distribución de 69 barras sin generación distribuida..... | 83 |
| 4.4.4 | Reconfiguración del sistema de distribución de 69 barras con generación distribuida..... | 87 |
| 4.5 | Reconfiguración del sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur..... | 91 |
| 4.5.1 | Caso 1: Reconfiguración de un alimentador..... | 91 |
| 4.5.1.1 | Reconfiguración del alimentador 0101 de la S/E01..... | 91 |
| 4.5.1.2 | Reconfiguración del alimentador 0201 de la S/E02..... | 93 |
| 4.5.2 | Caso 2: Reconfiguración entre alimentadores de una misma subestación..... | 96 |
| 4.5.2.1 | Reconfiguración de los alimentadores 0101, 0102 y 0103 de la S/E01..... | 96 |
| 4.5.2.2 | Reconfiguración de los alimentadores 0201, 0202 y 0203 de la S/E02..... | 98 |
| 4.5.3 | Caso 3: Reconfiguración entre alimentadores de dos subestaciones..... | 101 |
| 4.5.3.1 | Reconfiguración entre alimentadores de la S/E01 y S/E02..... | 101 |



| | |
|---|------------|
| 5.1 Conclusiones: | 104 |
| 5.2 Recomendaciones:..... | 106 |
| 6.1 Datos de sistemas de prueba. | 110 |
| 6.1.1 Sistema de 15 Barras | 110 |
| 6.1.2 Sistema de 33 Barras | 111 |
| 6.1.3 Sistema de 69 Barras | 112 |
| 6.1.4 Alimentador 0101 | 114 |
| 6.1.5 Alimentador 0201 | 117 |
| 6.1.6 Alimentadores 0101, 0102 y 0103..... | 120 |
| 6.1.7 Alimentadores 0201, 0202 y 0203..... | 127 |
| 6.1.8 Subestación Eléctrica 01 y 02 | 135 |
| 6.2 Diagramas unifilares utilizados de la EERCS. | 150 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 2.1.1 Metodologías de optimización de redes eléctricas. Fuente: [1]..... | 27 |
| Figura 2.4.1 Concepto tradicional de suministro de energía eléctrica Fuente: [9]..... | 33 |
| Figura 2.4.2 Sistema de potencia con generación distribuida. Fuente: [9]..... | 34 |
| Figura 3.2.1 Suma de corrientes nodales en sistema radial. Fuente: [12] | 38 |
| Figura 3.2.2 Cálculo de voltajes en cada nodo del sistema radial. Fuente: [12] | 39 |
| Figura 3.3.1 Numeración de nodos del Sistema de Distribución. Fuente: Elaboración propia. . | 43 |
| Figura 3.3.2 Diagrama de flujo del método utilizado (Backward/Forward). Fuente: Elaboración propia..... | 48 |
| Figura 3.4.1 Sistema de prueba - 33B Fuente: [11]..... | 49 |
| Figura 3.4.2 Comparación de voltajes obtenidos en cada nodo del sistema. Fuente: Elaboración propia..... | 50 |
| Figura 3.4.3 Sistema de prueba - 15B Fuente: [10]..... | 52 |
| Figura 3.4.4 Valores de voltaje en cada nodo del sistema. Fuente: Elaboración propia. | 52 |
| Figura 3.4.5 Sistema de prueba – 69B Fuente: [11]..... | 53 |
| Figura 3.4.6 Valores de voltaje en cada nodo del sistema. Fuente: Elaboración propia. | 54 |
| Figura 3.4.7 Valores de voltaje en cada nodo del sistema. Fuente: Elaboración propia. | 55 |
| Figura 3.4.8 Comparación del sistema con y sin GD. Fuente: Elaboración propia. | 56 |
| Figura 3.4.9 Valores de voltaje en cada nodo del sistema. Fuente: Elaboración propia. | 57 |
| Figura 3.4.10 Comparación del sistema con y sin GD. Fuente: Elaboración propia. | 58 |
| Figura 4.2.1 Algoritmo Genético simple. Fuente: [23]..... | 61 |
| Figura 4.2.2 Individuo Genético. Fuente: [23]..... | 63 |
| Figura 4.2.3 Operador de cruce basado en 1 punto. Fuente: [23]..... | 67 |
| Figura 4.2.4 Operador de cruce basado en 2 puntos. Fuente: [23]..... | 68 |
| Figura 4.2.5 Operador de cruce uniforme. Fuente: [23]..... | 69 |
| Figura 4.2.6 Operador de mutación. Fuente: [23]..... | 70 |
| Figura 4.3.1 Codificación del sistema de distribución. Fuente: Elaboración propia | 71 |
| Figura 4.3.2 Diagrama de Flujo del Algoritmo Genético implementado. Fuente: Elaboración propia..... | 73 |
| Figura 4.4.1 Sistema de distribución - 33B sin generación distribuida (antes de la reconfiguración) Fuente: Elaboración propia. | 75 |
| Figura 4.4.2 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. | 77 |
| Figura 4.4.3 Magnitudes de voltaje del sistema de prueba de 33 barras antes y después de la reconfiguración. Fuente: Elaboración propia. | 77 |
| Figura 4.4.4 Sistema de distribución - 33B sin generación distribuida (después de la reconfiguración) Fuente: Elaboración propia. | 78 |
| Figura 4.4.5 Sistema de distribución - 33B con generación distribuida (antes de la reconfiguración) Fuente: Elaboración propia. | 79 |
| Figura 4.4.6 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. | 81 |
| Figura 4.4.7 Magnitudes de voltaje del sistema de prueba de 33 barras antes y después de la reconfiguración. Fuente: Elaboración propia. | 81 |
| Figura 4.4.8 Sistema de distribución - 33B con generación distribuida (después de la reconfiguración) Fuente: Elaboración propia. | 82 |



Figura 4.4.9 Sistema de distribución - 69B sin generación distribuida (antes de la reconfiguración) Fuente: Elaboración propia. 83

Figura 4.4.10 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. 85

Figura 4.4.11 Magnitudes de voltaje del sistema de prueba de 69 barras antes y después de la reconfiguración. Fuente: Elaboración propia. 85

Figura 4.4.12 Sistema de distribución - 69B sin generación distribuida (después de la reconfiguración) Fuente: Elaboración propia. 86

Figura 4.4.13 Sistema de distribución - 69B con generación distribuida (antes de la reconfiguración) Fuente: Elaboración propia. 87

Figura 4.4.14 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. 89

Figura 4.4.15 Magnitudes de voltaje del sistema de prueba de 69 barras antes y después de la reconfiguración. Fuente: Elaboración propia. 89

Figura 4.4.16 Sistema de distribución - 69B con generación distribuida (después de la reconfiguración) Fuente: Elaboración propia. 90

Figura 4.5.1 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. 92

Figura 4.5.2 Magnitudes de voltaje del alimentador perteneciente a la EERCS antes y después de la reconfiguración. Fuente: Elaboración propia. 93

Figura 4.5.3 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. 95

Figura 4.5.4 Magnitudes de voltaje del alimentador perteneciente a la EERCS antes y después de la reconfiguración. Fuente: Elaboración propia. 95

Figura 4.5.5 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. 97

Figura 4.5.6 Magnitudes de voltaje de los alimentadores pertenecientes a la EERCS antes y después de la reconfiguración. Fuente: Elaboración propia. 98

Figura 4.5.7 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. 100

Figura 4.5.8 Magnitudes de voltaje de los alimentadores pertenecientes a la EERCS antes y después de la reconfiguración. Fuente: Elaboración propia. 100

Figura 4.5.9 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. 102

Figura 4.5.10 Magnitudes de voltaje de los alimentadores pertenecientes a la EERCS antes y después de la reconfiguración. Fuente: Elaboración propia. 103



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabla 3.4.1 Comparación de voltajes obtenidos en cada nodo del sistema. Fuente: Elaboración propia.....</i> | <i>50</i> |
| <i>Tabla 3.4.2 Comparación de datos importantes entre resultados. Fuente: Elaboración propia. 51</i> | <i>51</i> |
| <i>Tabla 3.4.3 Comparación de datos importantes entre resultados. Fuente: Elaboración propia. 52</i> | <i>52</i> |
| <i>Tabla 3.4.4 Comparación de datos importantes entre resultados. Fuente: Elaboración propia. 54</i> | <i>54</i> |
| <i>Tabla 3.4.5 Capacidad de generación distribuida en el sistema. Fuente: Elaboración propia. .. 55</i> | <i>55</i> |
| <i>Tabla 3.4.6 Comparación de datos importantes entre resultados. Fuente: Elaboración propia. 56</i> | <i>56</i> |
| <i>Tabla 3.4.7 Capacidad de generación distribuida en el sistema. Fuente: Elaboración propia... 57</i> | <i>57</i> |
| <i>Tabla 3.4.8 Comparación de datos importantes entre resultados. Fuente: Elaboración propia. 58</i> | <i>58</i> |
| <i>Tabla 4.2.1 Población inicial y función de aptitud. Fuente: Elaboración propia..... 65</i> | <i>65</i> |
| <i>Tabla 4.2.2 Individuos seleccionados aleatoriamente. Fuente: Elaboración propia..... 65</i> | <i>65</i> |
| <i>Tabla 4.2.3 Individuo seleccionado para reproducirse. Fuente: Elaboración propia. 65</i> | <i>65</i> |
| <i>Tabla 4.4.1 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB. Fuente: Elaboración propia..... 75</i> | <i>75</i> |
| <i>Tabla 4.4.2 Comparación de resultados de simulación para el sistema de 33 barras sin generación distribuida. Fuente: Elaboración propia. 76</i> | <i>76</i> |
| <i>Tabla 4.4.3 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. 76</i> | <i>76</i> |
| <i>Tabla 4.4.4 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB..... 80</i> | <i>80</i> |
| <i>Tabla 4.4.5 Comparación de resultados de simulación para el sistema de 33 barras con generación distribuida. Fuente: Elaboración propia. 80</i> | <i>80</i> |
| <i>Tabla 4.4.6 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB. 80</i> | <i>80</i> |
| <i>Tabla 4.4.7 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB. Fuente: Elaboración propia..... 84</i> | <i>84</i> |
| <i>Tabla 4.4.8 Comparación de resultados de simulación para el sistema de 69 barras sin generación distribuida. Fuente: Elaboración propia. 84</i> | <i>84</i> |
| <i>Tabla 4.4.9 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. 85</i> | <i>85</i> |
| <i>Tabla 4.4.10 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB. Fuente: Elaboración propia..... 88</i> | <i>88</i> |
| <i>Tabla 4.4.11 Comparación de resultados de simulación para el sistema de 69 barras con generación distribuida. Fuente: Elaboración propia. 88</i> | <i>88</i> |
| <i>Tabla 4.4.12 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. 88</i> | <i>88</i> |
| <i>Tabla 4.5.1 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB. Fuente: Elaboración propia..... 91</i> | <i>91</i> |
| <i>Tabla 4.5.2 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. 92</i> | <i>92</i> |
| <i>Tabla 4.5.3 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB. Fuente: Elaboración propia..... 94</i> | <i>94</i> |
| <i>Tabla 4.5.4 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. 94</i> | <i>94</i> |
| <i>Tabla 4.5.5 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB. Fuente: Elaboración propia..... 96</i> | <i>96</i> |



Tabla 4.5.6 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. 97

Tabla 4.5.7 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB. Fuente: Elaboración propia..... 99

Tabla 4.5.8 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. 99

Tabla 4.5.9 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB. Fuente: Elaboración propia..... 101

Tabla 4.5.10 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB. Fuente: Elaboración propia. 102

Tabla 6.1.1 Datos del sistema de prueba - 15B Fuente: [10] 110

Tabla 6.1.2 Datos del sistema de prueba - 33B Fuente: [11] 111

Tabla 6.1.3 Datos del sistema de prueba - 69B Fuente: [11] 112

Tabla 6.1.4 Datos del alimentador 0101 perteneciente a la EERCS Fuente: Elaboración propia 114

Tabla 6.1.5 Datos del alimentador 0201 perteneciente a la EERCS Fuente: Elaboración propia 117

Tabla 6.1.6 Datos de los alimentadores 0101, 0102 y 0103 pertenecientes a la EERCS Fuente: Elaboración propia 120

Tabla 6.1.7 Datos de los alimentadores 0201, 0202 y 0203 pertenecientes a la EERCS Fuente: Elaboración propia 127

Tabla 6.1.8 Datos de la S/E01 y S/E02 pertenecientes a la EERCS Fuente: Elaboración propia 135

Cláusula de Propiedad Intelectual

John Eugenio Peñaloza Morán, autor del trabajo de titulación Reconfiguración óptima del sistema de distribución con generación distribuida de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 22 de octubre de 2018



John Eugenio Peñaloza Morán

C.I: 0302054671

Ciáusula de Propiedad Intelectual

Jairo Gonzalo Yumbra Romero, autor del trabajo de titulación Reconfiguración óptima del sistema de distribución con generación distribuida de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 22 de octubre de 2018



Jairo Gonzalo Yumbra Romero
C.I: 0302072095

Cláusula de Licencia y Autorización para Publicación en el Repositorio
Institucional

John Eugenio Peñaloza Morán en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Reconfiguración óptima del sistema de distribución con generación distribuida de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 22 de octubre de 2018



John Eugenio Peñaloza Morán

C.I: 0302054671

Cláusula de Licencia y Autorización para Publicación en el Repositorio
Institucional

Jairo Gonzalo Yumbra Romero en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Reconfiguración óptima del sistema de distribución con generación distribuida de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 22 de octubre de 2018



Jairo Gonzalo Yumbra Romero

C.I: 0302072095



CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas de mayor trascendencia que se presenta en los sistemas eléctricos de potencia, y que a la vez se arrastra desde la parte de generación hasta la de distribución de la energía eléctrica, ha sido, desde siempre, la cantidad de pérdidas de potencia, ocasionadas por el efecto Joule (pérdidas técnicas), mismas que ocurren en las líneas de transporte (cables) y se producen debido a que ningún metal es un conductor perfecto; estos poseen un valor de resistencia que depende del coeficiente de resistividad específica del metal, el área transversal del cable y su longitud.

La cantidad de pérdidas que se puedan presentar en un sistema específico, depende tanto de la suma de corrientes que circula por sus conductores, así como también, del calibre de los mismos. Con el paso de los años y las experiencias negativas vividas, se ha pretendido implementar algunas alternativas para disminuir, en la medida de lo posible, las pérdidas de potencia que se puedan dar en cualquier sistema de transporte de energía eléctrica; por ello que, se ha optado por el uso de métodos diversos, tales como la compensación de potencia reactiva, con la puesta en funcionamiento de reactores inductivos o capacitivos, el desarrollo de tecnologías FACTS, la generación de potencia cercana a los centros de carga (generación distribuida), entre otros.

Es importante mencionar que un buen trabajo de optimización, en cuanto a la operación y topología de una red eléctrica, es de gran ayuda para mitigar varios problemas que esta pueda presentar, ya sea desde un enfoque de despacho económico, mejoramiento técnico, planeación futura, etc. Las pérdidas de potencia por efecto Joule, al ser un problema técnico de operación, propio de un sistema en particular, se lo puede analizar desde el punto de vista matemático, y así predecir una mejora en el funcionamiento según los resultados obtenidos dentro de este análisis. El concepto de optimización de



redes eléctricas, parte justamente de esta concepción; es decir, obtener un modelo matemático, el cual es propio de cada red, para luego, según el método que se escoja, encontrar una solución óptima, misma que satisfaga el propósito de minimizar las pérdidas de potencia dentro del sistema eléctrico, cumpliendo con las restricciones impuestas. Esta solución será en términos que reflejen, cuál es el mejor escenario de funcionamiento para dicha red; en otras palabras, el estado topológico de la red que menos cantidad de pérdidas de potencia tenga, luego de variar el estado de los interruptores de potencia disponibles.

Al indagar en diferentes fuentes bibliográficas, sobre el tema de la optimización de redes eléctricas, se han encontrado algunas metodologías que se implementan para cumplir con la finalidad de reducir pérdidas de potencia. Por ejemplo, en [1] se expone un análisis comparativo entre las diferentes metodologías, más comúnmente utilizadas para la optimización de redes eléctricas, tomando en cuenta incluso la opción de aprovechar fuentes de generación distribuida, con el fin de minimizar las pérdidas de potencia aún más y mejorar los perfiles de voltaje. En este artículo se presenta un cuadro sinóptico de los métodos de optimización y se los clasifica en dos grandes grupos: Los métodos de inteligencia artificial y los métodos heurísticos. Dentro de ellos se desarrollan subgrupos de los cuales podemos mencionar, los **Algoritmos de fuegos artificiales** y **Técnicas difusas**, en el campo de los métodos de inteligencia artificial; y, la **Técnica de prueba y error**, así como los **Algoritmos Metaheurísticos**, basados en técnicas metaheurísticas.

En [2], se explica que dentro de los Algoritmos Metaheurísticos está el de solución poblacional, el cual nos devuelve como resultado del análisis una multi-solución simultáneamente. Este método de solución poblacional, se subdivide a su vez en los Algoritmos Evolutivos (EA), Optimización de Colonia de Hormigas (ACO), Optimización de Enjambre de Partículas (PSO), Algoritmo de Búsqueda Armónica (HSA) y Colonia de Abejas Artificiales (ABC) [1]. En la discusión sobre los Algoritmos Genéticos (AG), los cuales son parte de los



UNIVERSIDAD DE CUENCA

algoritmos evolutivos, se concluye que estos ofrecen facilidad de implementación, además de que el esfuerzo computacional es menor en comparación con los otros métodos. También, se concluye como ventaja de utilización de los AG, que es un método que ofrece robustez en cuanto a la búsqueda de la solución óptima, con un tiempo de cálculo computacional razonable.

En [3], se implementa un algoritmo genético, con el cual se pretende determinar la configuración óptima y la correcta ubicación de fuentes de generación distribuida en un sistema de prueba de 16 barras. El procedimiento utilizado, es el de definir cadenas genéticas que representan los interruptores que se encuentran normalmente cerrados en el sistema, en cada una de las topologías aleatorias. A continuación, se define una función de aptitud, que nos ayuda a determinar el costo de operación y otra que nos indica las pérdidas de potencia que tiene cada una de las posibles soluciones; y así, desechar aquellas que no cumplen con la condición de minimización. Posterior a esto se aplican los operadores genéticos que son la selección, recombinación y mutación de las mejores posibles respuestas, con la finalidad de que sus características más importantes se hereden a las siguientes generaciones. El algoritmo genético termina luego de un número de generaciones preestablecidas y probando si se cumple el objetivo propuesto, caso contrario, se puede reiniciar el algoritmo. Como acotaciones finales, se concluye en este estudio que, este método tiene mayor probabilidad de encontrar una solución óptima local de buena calidad, incluso cercana a la óptima global que otros métodos de búsqueda exhaustiva o búsqueda heurística.

En [4], es implementado igualmente el método de algoritmos genéticos por la fiabilidad, poco esfuerzo computacional, y el tiempo necesario para obtener las configuraciones. En este estudio, se usa una metodología similar a la anterior, tomando en cuenta que las restricciones del sistema son: mantener a la red en



UNIVERSIDAD DE CUENCA

forma radial, todos los tramos de los alimentadores deben estar conectados, no debe existir sobrecarga en ninguna parte de la instalación, entre otras.

En este trabajo, se propone implementar el método de algoritmos genéticos a una red de distribución, justificándose con todas las ventajas que este método ofrece y que fueron explicadas en los párrafos anteriores, en referencia a estudios similares que han resultado exitosos en cuanto a las soluciones obtenidas.

Finalmente, lo destacable de los algoritmos genéticos, es que se basan en la evolución y adaptación dentro de la naturaleza, en donde los individuos de mejores características heredan sus aptitudes a las siguientes generaciones. En el enfoque de optimización de redes, estas pueden variar su topología, obteniéndose así múltiples soluciones, según el estado de sus interruptores (abierto/cerrado). El número de soluciones será proporcional al tamaño de la red; pues, al haber más interruptores, existe un problema de combinatoria más extenso. Las soluciones de mayor aptitud se seleccionan, recombinan y mutan entre ellas, para obtener un nuevo grupo de soluciones, las cuales deberán poseer mejores características que las del grupo anterior.

1.1 Antecedentes.

Un reciente trabajo corresponde a Ola Badran, Saad Mekhilef, Hazlie Mokhlis y Wardiah Dahalan (2017), denominado “Optimal reconfiguration of distribution system connected with distributed generations: A review of different methodologies”. El propósito de la publicación es conocer las metodologías de optimización, aplicadas a la búsqueda de una reconfiguración óptima del sistema, a la ubicación y a la capacidad de la generación distribuida dentro del mismo, con la finalidad de reducir pérdidas de potencia y mejorar los perfiles de voltaje en los alimentadores.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Metodologías tales como: Algoritmos Genéticos (GA), Aproximación Global Regularizada (RGA), Programación Evolutiva (EP), Algoritmo de Búsqueda Armónica (HSA) y Optimización de Enjambre de partículas (PSO) son aplicados al sistema de prueba de 33 barras de la IEEE con el propósito de comparar y analizar su comportamiento y efectividad en cuanto al objetivo planteado.

Los resultados obtenidos muestran configuraciones diferentes de red para cada uno de los algoritmos aplicados; en cuanto al voltaje, se cumple con las restricción de permanecer dentro del rango $\pm 5\%$ de su valor para todos los métodos, además, se tiene soluciones para la salida total de potencia de generación distribuida que depende de la topología obtenida con cada método; finalmente, la máxima reducción de pérdidas de potencia se consigue con el Algoritmo de Búsqueda Armónica (HSA), siendo esta de 63.95%.

Simultáneamente la integración de la generación distribuida y la reconfiguración óptima de la red proporcionaron notables mejoras en el perfil de voltaje y una reducción en las pérdidas de potencia con los métodos aplicados, es por ello que este enfoque, según los resultados obtenidos, garantiza una solución confiable para la aplicación de la optimización.

Otro trabajo corresponde a SOUIFI Hayfa, KAHOULI Omar y HADJ ABDALLAH Hsan denominado “Optimal Power Distribution System Reconfiguration using Genetic Algorithm”. Este tiene como propósito principal encontrar una topología óptima radial de un sistema de distribución mediante el uso de un método de optimización, de tal manera que se obtenga una reducción en el costo y en las pérdidas de potencia en las líneas, tomando en consideración restricciones económicas y operacionales del sistema.

La metodología empleada para resolver el problema de optimización se basa en los Algoritmos Genéticos. En donde se parte de una representación gráfica



UNIVERSIDAD DE CUENCA

del sistema de distribución, y con una combinación del análisis del flujo de potencia y el método de optimización, se obtiene una solución óptima, tanto para los costos como la minimización de pérdidas.

La eficiencia del método se corrobora con la aplicación de la metodología antes expuesta a un sistema de prueba de 10 barras y 19 ramas de la IEEE, el cual cuenta con una sola fuente de alimentación y algunas mallas que se forman en el sistema.

Analizando los resultados, el sistema de distribución original, en donde todas las 19 ramas estaban en servicio, contaba con un costo de 855, mientras que, al aplicar el método de optimización de los algoritmos genéticos, se obtuvo un nuevo sistema de distribución con una topología radial que cubre todas las 10 barras del sistema, cumpliendo así con la restricción de radialidad, y obteniendo un costo menor de 265. En cuanto a las pérdidas de potencia activa el sistema de distribución original contaba con 0.0595 p.u., mientras que la nueva topología obtenida presenta con 0.0099 p.u. Por lo tanto, la simulación muestra la eficiencia del método propuesto, obteniendo resultados satisfactorios en la configuración del sistema, en el costo y en las pérdidas de potencia.

Un tercer trabajo corresponde a R. Srinivasa, K. Ravindra, K. Satish y S. V. L. Narasimbam, quienes realizaron una publicación sobre “Power Loss Minimization in Distribution System Using Network Reconfiguration in the Presence of Distributed Generation”. Este trabajo pretende resolver el problema de reconfiguración de sistemas de distribución en presencia de la generación distribuida, con la finalidad de reducir las pérdidas de potencia activa en las líneas y mejorar el perfil de voltaje.

Para lograr el objetivo, esta publicación plantea el uso del Algoritmo de Búsqueda Armónica, para así encontrar una nueva configuración del sistema



UNIVERSIDAD DE CUENCA

de distribución y al mismo tiempo la ubicación óptima de la generación distribuida. La ubicación de la generación distribuida se logra mediante un análisis de sensibilidad.

Para evaluar el desempeño de la metodología propuesta (Reconfiguración del sistema de distribución y la instalación de las unidades de generación distribuida, simultáneamente) se plantea el uso de dos sistemas de distribución, el primero de 33 barras y el segundo de 69 barras. El análisis se realiza para tres niveles de carga diferente (ligero, nominal, sobrecargado), de tal manera que se pueda observar el rendimiento y la efectividad del método propuesto.

En el caso base se tienen pérdidas de potencia activa para los tres niveles de carga, 47.06 kW (ligera), 202.67 kW (nominal), 575.27 kW (sobrecargado); así también para los niveles de voltaje, 0.9583 p.u. (ligero), 0.9131 p.u. (nominal) y 0.8529 p.u. (sobrecargado). Estos resultados son comparados con los obtenidos por la metodología propuesta, siendo estos los siguientes, para el caso de las pérdidas de potencia se tiene: 17.78 kW (ligero), 73.05 kW (nominal), 194.22 kW (sobrecargado); mientras que para los niveles de voltaje se tiene, 0.9859 p.u. (ligero), 0.9700 p.u. (nominal) y 0.9516 p.u. (sobrecargado). Como se puede observar, existe una notable mejora, convirtiendo al método en una herramienta efectiva para resolver este tipo de problemas. Además, esta metodología fue comparada con métodos como Algoritmos Genéticos y Algoritmos Genéticos Refinados, siendo también superior.

Un cuarto trabajo corresponde a Jasna Hivziefendić, Amir Hadžimehmedović y Majda Tešanović denominado “Optimal Network Reconfiguration with Distributed Generation Using NSGA II Algorithm”. Esta publicación plantea una metodología para resolver el problema de la reconfiguración del sistema de distribución en presencia de generación distribuida con el objetivo de minimizar pérdidas de potencia y la función de energía no suministrada.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La metodología presentada se basa en el algoritmo multi-objetivo NSGA II el mismo que encuentra una configuración topológica óptima y minimiza dos funciones-objetivo, simultáneamente, cumpliendo con las restricciones de voltaje y con la capacidad de corriente en las líneas. Las restricciones son incluidas en la evaluación de la función objetivo.

Para demostrar el rendimiento y la eficiencia de la metodología propuesta se evalúa la misma en un sistema de distribución radial de 10 kV que cuenta con 213 barras, 248 líneas, 72 interruptores y generación distribuida de 5 MW.

Los resultados obtenidos para las pérdidas de potencia y la energía no suministrada aplicando la metodología propuesta son 25.8799 kW y 24.2139 kWh, respectivamente. Analizando la línea 211-212 la solución inicial de las pérdidas de potencia es 0.73 kW y obteniendo la solución óptima se tiene unas pérdidas de potencia de 0.49 kW. Para la misma línea sin generación distribuida y con la misma configuración de red óptima se tiene pérdidas de potencia de 0.58 kW. En cuanto a los perfiles de voltaje todos se encuentran dentro de los límites establecidos y las líneas en donde se instaló la generación distribuida tiene un aumento en el voltaje de 0.9723pu a 0.9813pu. Estos resultados muestran la eficiencia del método; y que, tanto la reconfiguración como la generación distribuida ayudan a mejorar el perfil de voltaje y disminuir las pérdidas de potencia.

1.2 Justificación.

Dentro de los sistemas eléctricos de potencia, la parte de distribución cumple con la función de suministrar el requerimiento eléctrico a cada uno de los usuarios, tal y como estos lo demanden en el tiempo. Debido al flujo de potencia existente en la red, se producen pérdidas por el efecto Joule (conocidas también como pérdidas técnicas); las cuales generan un problema considerable dentro de la operación de una red de distribución, cuando sus



UNIVERSIDAD DE CUENCA

valores sobrepasan ciertos límites, haciendo menos eficiente el servicio. Los sistemas de distribución, mientras más grandes son, están expuestos a tener mayores pérdidas, especialmente cuando suministran energía a grandes cargas, ya que esto propicia problemas tanto para los perfiles de voltaje, como para el costo operacional del sistema.

Por lo expuesto, es de vital importancia, dentro de un sistema de distribución, tomar acción en cuanto a las pérdidas de potencia, con el objetivo de minimizarlas en lo posible. Para lograr este propósito, es necesario la búsqueda de una topología óptima de red, mediante el cambio de estado de los interruptores, según sea necesario y tomando en consideración el cumplimiento de las restricciones operacionales del sistema.

Una topología óptima de red, con una característica radial puede brindar ventajas operacionales y económicas a las empresas distribuidoras de energía, entre las cuales se tiene: facilidad de coordinación de protecciones, reducción de pérdidas de energía que conlleva a una mejora en el perfil de voltajes en las barras, una mejora en la prestación del servicio y una reducción de costos de operación del sistema.

Además de las ventajas expuestas, la reducción de las pérdidas de potencia, conduce a una eficiencia energética; ya que, suplir dichas pérdidas será en menor escala, por ende, se dependerá menos de la generación convencional, la cual es causante de las emisiones de gases de efecto invernadero, deterioro del medio ambiente, producto de la explotación de los recursos naturales, daño ambiental y contaminación.

1.3 Alcance.

El trabajo de titulación consta de un análisis del estado actual del sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, obteniendo



UNIVERSIDAD DE CUENCA

condiciones de operación tales como, flujos de potencia, niveles de voltaje en barras y pérdidas de potencia, para posteriormente ser comparadas con los resultados de la metodología propuesta.

Se plantea un modelo matemático del sistema de distribución en estudio, que cuente con una función-objetivo, que minimice las pérdidas de potencias y con restricciones operacionales tales como, límite de potencia activa mínima y máxima para la generación distribuida, límite de voltaje mínimo y máximo para cada barra, radialidad del sistema, ecuación de balance de potencia y la potencia inyectada de la generación distribuida.

El problema de optimización se resolverá mediante el método de **Algoritmos Genéticos** que consiste en analizar el estado de los interruptores, conformando así un conjunto de configuraciones iniciales; y, mediante un proceso iterativo, con el uso de operadores genéticos, obtener configuraciones de mejor calidad, hasta alcanzar una solución óptima con mínimas pérdidas de potencia.

Por último, se efectuará un estudio comparativo entre los resultados del análisis del comportamiento natural del sistema, con los obtenidos al realizar la reconfiguración de este. Se propondrán recomendaciones a la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, sobre los beneficios que se pueden obtener con el cambio de la topología de la red de distribución, minimizando pérdidas, mejorando niveles de voltaje y aumentando la eficiencia del servicio.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo general.

Proponer y aplicar el modelo matemático para encontrar la configuración óptima del sistema de distribución eléctrica de la Empresa Eléctrica Centro Sur



UNIVERSIDAD DE CUENCA

C.A., con y sin presencia de generación distribuida, con la finalidad de minimizar las pérdidas de potencia activa y mejorar los perfiles de voltaje en alimentadores, teniendo en cuenta las restricciones operativas de la red.

1.4.2 Objetivos específicos.

1. Obtener datos de pérdidas de potencia y perfiles de voltaje del sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., a través de flujos de carga.
2. Formular un modelo matemático con una función objetivo enfocado en minimizar las pérdidas de potencia y las respectivas restricciones operativas del sistema.
3. Aplicar y simular los resultados obtenidos con el algoritmo genético al sistema de distribución en estudio.
4. Analizar y comparar los resultados obtenidos del análisis realizado al sistema de distribución inicial y al sistema de distribución reconfigurado.



CAPÍTULO II: TÉCNICAS UTILIZADAS PARA LA RECONFIGURACIÓN ÓPTIMA DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

2.1 Introducción

La reconfiguración en las redes de distribución es considerada un complejo proceso de optimización combinatoria [5]; por ello, varias metodologías han sido desarrolladas para procurar una solución al respecto. La diferencia entre una y otra radica en la rapidez y eficacia de cada una, sin involucrar un esfuerzo computacional relevante, de modo que se cumpla el objetivo planteado. La función-objetivo puede variar, dependiendo del tipo de estudio que se requiere realizar en un sistema en particular.

Es común encontrar en la literatura que los objetivos más comunes en un proceso de optimización son:

- Encontrar la ruta más óptima entre nodos de una red, dentro de un análisis de planificación en sistemas de transmisión o distribución.
- Optimizar el problema de programación de mantenimiento a generadores, transformadores y otros equipos importantes dentro de los SEP.
- Optimizar el despacho de generación para favorecer costos.
- Reconfigurar de mejor manera las redes de transmisión y distribución para minimizar pérdidas de potencia.
- Reconfigurar de mejor manera las redes de transmisión y distribución para minimizar pérdidas económicas.
- Encontrar la ubicación más adecuada para DG (generación distribuida) y/o subestaciones. Etc.

Para llevar a cabo los estudios antes mencionados, existen varios métodos de optimización, los cuales se desenvuelven uno mejor que otro, según cual sea el problema a tratarse. Es posible que un método sea muy eficiente para

solucionar un problema de planificación, pero no tenga el mismo desempeño en cuanto a optimización de despacho. Esta diferencia radica en la función-objetivo y las restricciones que se manejen en el análisis de redes eléctricas.

En [1], se realiza una explicación de los métodos de optimización más utilizados y convenientes para los problemas de reconfiguración y especialmente, el dimensionamiento de la generación distribuida (DG), tomando en cuenta que no se mencionan los métodos clásicos. Por ello a estos se clasifican en dos grandes grupos. El primero, conocido como de Inteligencia Artificial, el cual es considerado como ciencia que dota de inteligencia a máquinas; por ejemplo, al incorporarles un software lo suficientemente avanzado; y el segundo, el método heurístico, que involucra un proceso de optimización y se utiliza para, en lo posible, alcanzar la solución óptima de un problema que se detecte. A continuación, en la Figura 2.1.1 se presentan los métodos de optimización utilizados para el mejor aprovechamiento de las redes de distribución:

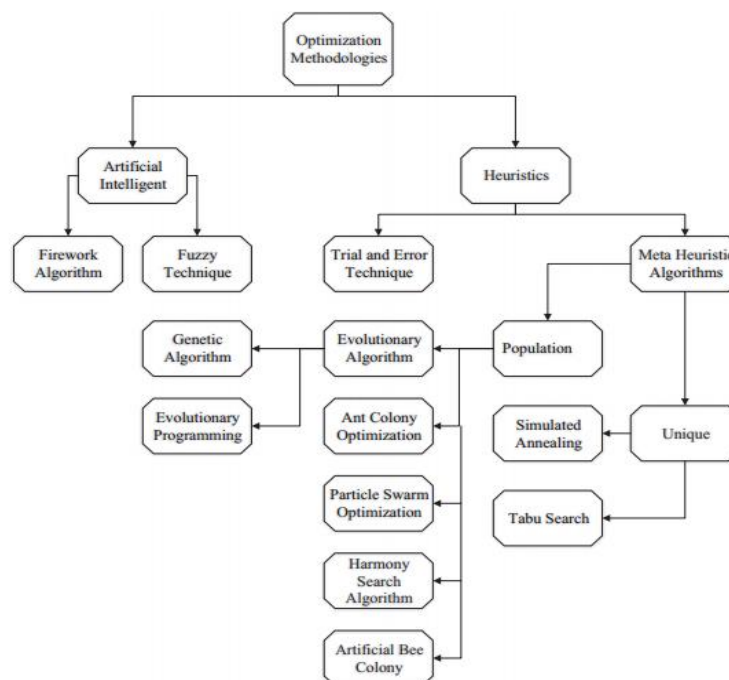


Figura 2.1.1 Metodologías de optimización de redes eléctricas. Fuente: [1]



2.2 Métodos de optimización.

2.2.1 Inteligencia artificial.

El fundamento de la inteligencia artificial parte de la pregunta “¿Es posible que una máquina posea capacidad de abstracción similar a la inteligencia humana?” [6]. Pretendiendo responder a esta pregunta, es importante tener en cuenta que no es tarea fácil, ya que, hasta el momento, el cerebro humano es el sistema de reconocimiento de patrones más eficiente, complejo y robusto que se conoce.

Para entender la complejidad del funcionamiento del cerebro humano, mencionemos que éste, al realizar las funciones cognitivas que lo caracterizan, lleva a cabo la activación de aproximadamente unas 90.000'000.000 de células del sistema nervioso, las mismas que están conectadas por enlaces sinápticos.

La activación neuronal sigue un ordenado proceso biofísico, que permite un desempeño adaptativo y robusto para realizar actividades como el procesamiento de información sensorial, la regulación fisiológica de los órganos, el lenguaje, la abstracción lógica matemática, entre otras [6]. La neurociencia actual todavía no logra identificar de manera exacta, cómo la actividad neuronal permite formar representaciones simbólicas abstractas. La hipótesis de partida es que la simbología abstracta pueda ser manipulada por sistemas artificiales, sin la ayuda de una base biológica.

Por lo expuesto, se puede definir a la inteligencia artificial, como la posibilidad de manipular expresiones lógicas y esquemas abstractos, mediante sistemas artificiales. En otras palabras, la Inteligencia Artificial es la disciplina académica relacionada con la informática, para emular algunas de las facultades propias del intelecto humano en sistemas artificiales [6].



2.2.2 Técnica heurística.

La heurística, es una técnica de búsqueda de soluciones para problemas complejos de combinatoria; estas soluciones pueden ser óptimas o cercanas al valor óptimo, sin garantizarlo con certeza. Se caracteriza por ser directa y utilizar reglas prácticas favorables, para localizar soluciones mejoradas [7]. La principal ventaja que presenta la técnica heurística es que busca soluciones con rapidez, pero en contraparte no garantiza un conocimiento total sobre la calidad de la solución con respecto a la óptima.

Se considera algoritmo heurístico a un proceso ordenado de pasos para encontrar la solución a un problema; y, es aplicable cuando a pesar de que exista una solución óptima a dicho problema, es demasiado difícil, laborioso e incluso imposible encontrarla con los conocimientos y tecnología tradicionales de optimización [8]. Las soluciones aproximadas encontradas por un algoritmo heurístico, son bastante satisfactorias y es posible medir qué tan precisa es, determinando un porcentaje de optimización. Los resultados obtenidos se garantizan en términos estadísticos o bajo ciertos márgenes de incertidumbre.

Las primeras pruebas de experimentación de la heurística se hicieron con la regla de “búsqueda codiciosa”, que se basa en mejorar el valor de la función-objetivo con cada iteración que se lleve a cabo en el procedimiento del algoritmo.

La heurística codiciosa justifica su desarrollo en un problema de una sola variable y partiendo de un conjunto S de soluciones. Por ejemplo, consideremos la función $z = F(x)$, la cual se puede minimizar o maximizar:

$$z = F(x), \quad x \in S \quad (2.2.1)$$



$F(x)$, es la función-objetivo del problema y el proceso iterativo inicia tomando un valor del conjunto S , aleatoriamente, para luego moverse por la vecindad $N(x_k)$ de este punto, hasta encontrar una mejor solución que la anterior y finalizar luego de k iteraciones cuando ya no son posibles más mejoras.

Si se expande la vecindad de búsqueda, se puede mejorar la calidad de la solución, pero a su vez requiere más cálculos de búsqueda local.

2.2.2.1 Algoritmos metaheurísticos.

Los algoritmos metaheurísticos, nacen a partir de la metaheurística, la misma que es una rama principal de la optimización estocástica. Esta última, es una herramienta que reúne algoritmos y técnicas que tienen un cierto grado de incertidumbre y emplean aleatoriedad para encontrar soluciones óptimas a problemas que tienen un alto grado de complejidad [2]. La técnica metaheurística de optimización, por su carácter iterativo ayuda a la búsqueda de soluciones óptimas, utilizando estrategias de aprendizaje y combinando inteligentemente conceptos que aporten con la explotación y exploración del espacio de búsqueda [1].

El procedimiento básico que siguen los algoritmos metaheurísticos es conocido como "Hill-Climbing", y sigue la creencia heurística de que soluciones similares, tienden a comportarse de manera similar, por lo que al realizar pequeñas modificaciones aleatorias en una solución buena, esta es propensa a mejorar la calidad de la misma [2]. En este procedimiento se fundamentan casi la mayoría de las metaheurísticas, además de la búsqueda aleatoria.

Tal como se explicó con anterioridad, la heurística codiciosa tiene un comportamiento determinado tal, que en la iteración k , la búsqueda continua en un nuevo punto $x_{(k+1)} \in N(x_k)$, solo si aquel, mejora el valor de la función-



UNIVERSIDAD DE CUENCA

objetivo $z = F(x)$. Si esto no se cumple o si se llega a un número de iteraciones definidas por el usuario, el algoritmo se encuentra atrapado en un óptimo local [7].

La metaheurística se diferencia de la heurística codiciosa, ya que esta última termina cuando se obtiene un óptimo local, mientras que la metaheurística termina solo si se cumple alguno de los siguientes requerimientos:

- Se excede un número determinado de iteraciones.
- Se excede un número determinado de iteraciones luego de la última mejor solución.
- La vecindad correspondiente a un punto de búsqueda actual está vacía o no presenta un nuevo punto de búsqueda viable
- La calidad de la mejor solución actual es aceptable.

Cada metaheurística se caracteriza por la manera en cómo escapa del óptimo local [7].

2.3 Problema de reconfiguración de redes eléctricas de distribución.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el problema de reconfiguración de redes de distribución eléctrica, está definido como la búsqueda de la topología más adecuada, la cual cumpla con las condiciones impuestas en el planteamiento del problema; respetando un cierto número de restricciones, las mismas que permiten el funcionamiento del sistema sin anomalías.

Al plantear el problema de reconfiguración, es necesario definir una función-objetivo f , que debe ser minimizada; y, que puede representar el costo de operación del sistema, las pérdidas de potencia activa en las líneas, etc.



$$F = \min f \quad (2.3.1)$$

2.3.1 Restricciones:

El planteamiento e importancia de las restricciones es primordial en el problema de reconfiguración, debido a que gracias a estas limitaciones que se impone al sistema, se permite que este opere dentro de las condiciones físicas necesarias. Con las restricciones se pretende mantener los niveles de voltaje de cada barra, dentro de su rango nominal de $\pm 5\%$, se mantiene la topología radial del sistema, se evita llegar al valor máximo de corriente admitido por el conductor de cada rama, etc.

2.4 Sistemas de distribución con generación distribuida.

2.4.1 Sistemas tradicionales

El concepto tradicional de sistema de potencia abarca la generación de energía en grandes plantas cercanas a la fuente primaria y comúnmente alejadas de los centros de carga. Esta potencia generada es suministrada a los usuarios mediante un sistema de transmisión que consta de redes eléctricas de alto, medio y bajo voltaje, siendo el flujo unidireccional tal como se observa en la Figura 2.4.1.

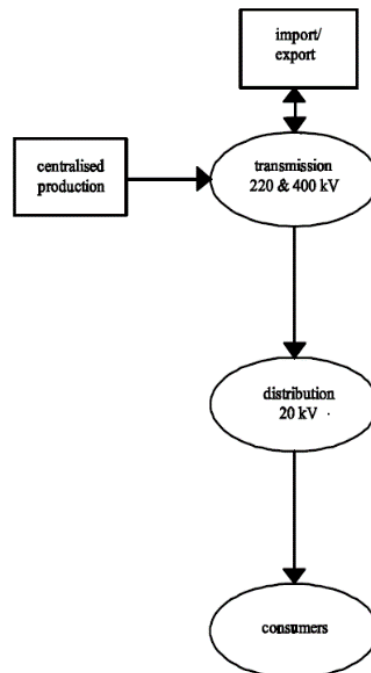


Figura 2.4.1 Concepto tradicional de suministro de energía eléctrica
Fuente: [9]

La demanda eléctrica continuamente crece y por tal motivo es necesario que tal incremento deba ser abastecido. En los sistemas de potencia tradicionales los incrementos de demanda son abastecidos instalando nuevas fuentes de generación en el nivel 1, indicado en la Figura 2.4.1.

Debido a la evolución de la tecnología y a nuevas políticas ambientales se ha promovido nuevos tipos de generación eléctrica usando fuentes de energía renovables; esta generación, usualmente es de baja potencia y se denomina generación distribuida, llegando así a obtener un nuevo concepto de sistema de potencia.

En este nuevo concepto la generación distribuida no se incluye en el nivel 1, sino que son instaladas en zonas cercanas a los centros de carga, teniendo así, que la demanda es abastecida tanto por la generación del nivel 1 como por la generación distribuida. Esto logra un incremento en la confiabilidad del

sistema de distribución. En la Figura 2.4.2, se puede observar un esquema del sistema de potencia con generación distribuida.

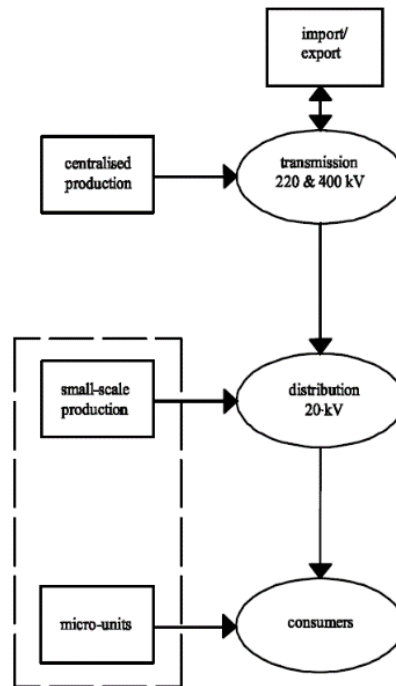


Figura 2.4.2 Sistema de potencia con generación distribuida.
Fuente: [9]

2.4.2 Generación Distribuida

Generación distribuida se considera a las fuentes de potencia de capacidad pequeña, que son conectadas a los sistemas eléctricos en zonas cercanas a las cargas y son consideradas energías renovables provenientes de recursos naturales tales como el viento, rayos solares, olas, mareas, calor geotérmico y biomasa. Entre las tecnologías de generación distribuida se consideran [9]:

- Pequeñas Hidroeléctricas.
- Turbinas Eólicas.
- Paneles fotovoltaicos.
- Gasificación de la biomasa.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Geotérmicas.
- Energía undimotriz.
- Energía maremotriz.

Conectar la generación distribuida a los sistemas de distribución trae consigo múltiples beneficios tales como [9]:

- Mejora el perfil de voltaje en los alimentadores.
- Reducción de las pérdidas de potencia.
- Mejora en la calidad de potencia.
- Incremento en la confiabilidad del sistema de distribución.

Por otro lado, la conexión de la generación distribuida puede provocar algunos inconvenientes, en el sistema de distribución, tales como [9]:

- Complicaciones en las protecciones de sistema de potencia.
- Incremento en el nivel de falla del sistema.
- Cambios en la potencia de cortocircuito.

Para evitar complicaciones, cada sistema de distribución debe ser estudiado y analizado, de tal manera que haya un correcto dimensionamiento y ubicación de la generación distribuida en dicho sistema.



CAPITULO III. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN CUESTIÓN Y DEFINICIÓN DE SU ESTADO

3.1 Introducción

En este punto, se realiza el análisis de flujos de potencia, para los sistemas de distribución de prueba radiales IEEE de 15, 33 y 69 barras, cuyos datos se presentan en el Anexo, Tabla 6.1.1, Tabla 6.1.2 y Tabla 6.1.3, respectivamente. Estos alimentadores de prueba de distribución radial y sus datos, son preparados y detallados por el “Subcomité de Análisis de Sistemas de Distribución” IEEE [10]. Del mismo modo, se realiza el análisis de la porción del sistema real, proporcionado por la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.

Para el análisis de flujo de potencia en sistemas de distribución, no es adecuado utilizar métodos tradicionales de cálculo, tales como, Newton-Raphson, Gauss-Seidel o Newton-Raphson desacoplado rápido, debido a la naturaleza radial y la alta relación r/x de los sistemas [11]. Esto reduce la fiabilidad, ya que en este primer método, por ejemplo, al analizarse sistemas radiales, la matriz Jacobiana es muy esparcida, es decir, contiene muchos ceros, y de esta manera se hace difícil la convergencia del método. En contraparte a esto, muchos algoritmos especializados para sistemas de distribución han sido desarrollados y están bien documentados. En [10], se clasifica a estos métodos en dos categorías; la primera, utiliza principalmente los voltajes de nodo o las inyecciones de corriente, como variables de estado, y aquí se encuentran los métodos tales como: método de Z-barra, algoritmos basados en Newton-Raphson y los métodos basados en Newton-Raphson rápido desacoplado. La segunda categoría que se explica es la que adopta a las corrientes de rama o potencias de rama como variables de estado; aquí se encuentran los métodos basados en Backward/Forward y loop impedance.



Por lo antes expuesto, en este trabajo, se utiliza un método Backward/Forward iterativo que consiste en el cálculo de las potencias que fluyen por cada rama del sistema, partiendo desde un nodo terminal; mientras que las magnitudes de voltaje, se calculan desde la barra fuente (subestación), hasta los nodos finales, culminando con el proceso cuando se cumpla la tolerancia especificada. Se parte desde la lectura de datos tabulados ordenadamente para luego identificar la troncal principal y los ramales laterales; de este modo, se empieza con los cálculos del flujo de potencia que existe entre cada par de nodos, de forma que se satisfaga la demanda y las respectivas pérdidas de potencia en el conductor. Una vez calculados los valores de potencia, se procede con el cálculo de voltajes en cada nodo del sistema. El algoritmo se repite hasta que la diferencia entre los respectivos voltajes de cada nodo, cumpla con la tolerancia propuesta.

3.2 Métodos utilizados para resolver el problema de flujo de carga en sistemas radiales de distribución eléctrica.

Como ya se explicó en la introducción, actualmente existen numerosos métodos para realizar el análisis de flujos de potencia en sistemas de distribución radial, entre los que podemos destacar, los siguientes:

En [12] se utiliza el método de corrientes nodales para resolver el problema de flujos de potencia en sistemas de distribución. Se explica que, como es común en los procesos de cálculo iterativos, es necesario determinar un conjunto de valores iniciales (X_0); los cuales ayudan a realizar los cálculos correspondientes a la primera iteración, según el método escogido. Para este caso, es necesario fijar un valor inicial de voltaje para cada nodo del sistema en estudio; por conveniencia y facilidad, se asigna a todos el valor de voltaje de la subestación, el cual es un valor conocido (generalmente 1 p.u.). Una vez hecho esto, el método se desarrolla calculando las corrientes nodales; para esto, se

utilizan los valores de voltaje asignados en primera instancia y los valores conocidos de potencia de carga.

Suponiendo un sistema como el siguiente:

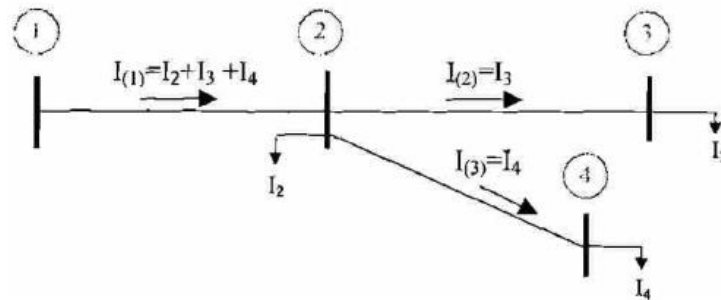


Figura 3.2.1 Suma de corrientes nodales en sistema radial.
Fuente: [12]

Como los valores de carga a suministrar y los voltajes fijados son variables conocidas, basta con aplicar la ecuación (3.2.1), para conocer la corriente que demanda cada carga en los nodos del sistema.

$$I_k = \left(\frac{S_k}{V_k} \right)^* \quad (3.2.1)$$

A esta parte de la solución se la denomina solución hacia atrás, ya que es necesario partir desde un nodo que sea final de una rama y así de manera sucesiva hacia atrás hasta llegar a la rama conectada al nodo fuente, respetando la topología del sistema.

Una vez calculados estos valores de corriente, es posible calcular los voltajes en cada nodo del sistema, partiendo desde el nodo fuente que tiene un valor de voltaje conocido. El procedimiento consiste en restar al voltaje del nodo fuente, la caída de voltaje existente en la primera rama del sistema. Tomando como ejemplo el sistema mostrado con anterioridad, se obtienen los valores de voltaje de la siguiente manera:

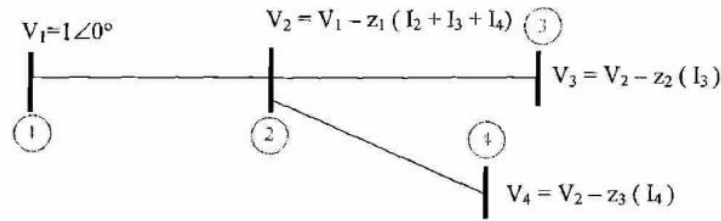


Figura 3.2.2 Cálculo de voltajes en cada nodo del sistema radial.
Fuente: [12]

A esta segunda parte del procedimiento se lo denomina solución hacia adelante, ya que se parte desde el nodo fuente, sucesivamente hasta el nodo n .

Una vez obtenidos estos nuevos valores de voltaje, se los compara con respecto a los valores de la iteración anterior, hasta satisfacer el valor de tolerancia definido al inicio del cálculo.

En [13], M. E. Baran y F. F. Wu (1989), proponen un método basado en el de Newton – Raphson, para la solución de flujos en sistemas de distribución radiales. Es por ello que, aquí se realiza el cálculo de una matriz Jacobiana y las ecuaciones utilizadas para el cálculo de potencias, son diferentes a las utilizadas para los sistemas de transmisión. Por conveniencia, se considera un sistema trifásico balanceado.

Si la potencia entregada por la subestación, $S_0 = P_0 + jQ_0$ es conocida, entonces es posible conocer el voltaje y la potencia en el final de la primera rama, con las siguientes ecuaciones:

$$S_1 = S_0 - S_{loss1} - S_{L1} = S_0 - z_1 \frac{|S_0|^2}{V_0^2} - S_{L1} \tag{3.2.2}$$

$$V_1 \angle \theta_1 = V_0 - z_1 I_0 = V_0 - z_1 \frac{S_0^*}{V_0} \tag{3.2.3}$$



Generalizando estas ecuaciones para todos los nodos del sistema, se obtienen las siguientes formulas recursivas conocidas como ecuaciones de flujo en las ramas y son las siguientes:

$$P_{i+1} = P_i - r_{i+1} \frac{(P_i^2 + Q_i^2)}{V_i^2} - P_{Li+1} \quad (3.2.4)$$

$$Q_{i+1} = Q_i - x_{i+1} \frac{(P_i^2 + Q_i^2)}{V_i^2} - Q_{Li+1} \quad (3.2.5)$$

$$V_{i+1}^2 = V_i^2 - 2(r_{i+1}P_i + x_{i+1}Q_i) + (r_{i+1}^2 + x_{i+1}^2) \frac{(P_i^2 + Q_i^2)}{V_i^2} \quad (3.2.6)$$

En donde:

P_i, Q_i : Es la potencia real y reactiva que fluye desde el extremo emisor de la rama que conecta el nodo i con el nodo $i + 1$.

V_i : Magnitud del voltaje de la barra i .

Las ecuaciones anteriores se pueden escribir de la siguiente manera:

$$X_{0i+1} = f_{0i+1}(X_{0i}) \quad (3.2.7)$$

$$X_{0i} = [P_i, Q_i, |V_i|^2] \quad (3.2.8)$$

Junto con las ecuaciones (3.2.4), (3.2.5) y (3.2.6), se tiene también las condiciones terminales:

1. El voltaje de la subestación especificado V^{sp} :



$$V_0^2 = V^{sp2} \quad (3.2.9)$$

2. Al final del alimentador y cada ramal tenemos:

$$P_n = 0 \quad Q_n = 0 \quad (3.2.10)$$

Estas cinco ecuaciones (3.2.4), (3.2.5), (3.2.6), (3.2.9) y (3.2.10) forman las ecuaciones de flujo de potencia para sistemas de distribución “**DistFlow**” [16].

El algoritmo de solución es el siguiente:

1. Calcular los desajustes $F(S^j)$;
2. Resolver el sistema $J(S^j)\Delta S^k = -F(S^j)$
3. Actualizar las variables S donde $S^{i+1} = S^i + \Delta S^i$
4. Volver al paso 1 hasta cumplir el valor de tolerancia.

Estas ecuaciones de **DistFlow**, han sido tomadas como modelo para numerosos trabajos que proponen diferentes aplicaciones de las mismas; por ejemplo, en [14], se las presenta de diferente forma para que se realice el cálculo desde un nodo hacia el anterior (diferente a lo expuesto en [13], que se parte de un nodo i al nodo $i + 1$). En [15], se realiza una conversión de estas en ecuaciones diferenciales ordinarias “EDO”, con el propósito de que sean más apropiadas para sistemas muy extensos. En [16] y [17], se realiza el cálculo de un flujo de potencia óptimo, definiendo una función objetivo, en base a los resultados obtenidos mediante las ecuaciones **DistFlow**.

En [18], se plantea el problema de flujos como un modelo matemático, haciendo cumplir la ley de Kirchhoff, de que el flujo de potencia tanto activa como reactiva, que ingresa en un nodo debe ser igual al que sale. En [19], se recomienda igualmente el uso de las ecuaciones de las leyes de Kirchhoff,



tanto de corriente y voltaje, mediante la aplicación Backward/Fordward. En [20], se realiza el problema de reconfiguración para reducir los costos operacionales de los sistemas de distribución, para lo cual el flujo de potencia óptimo es parte de las restricciones de la función objetivo. Finalmente, en [21], se plantea el problema de flujos de potencia como parte de las restricciones del problema de optimización.

Según lo antes expuesto, existen numerosos métodos para obtener los valores de flujo de potencia en los sistemas de distribución, por lo que la elección del método puede darse según como mejor se adapte a las necesidades del problema y su implementación. Ventajosamente, existe suficiente documentación para guiarse sobre la efectividad de cada método, y a su vez la información necesaria para corroborar los resultados obtenidos.

3.3 Explicación del método utilizado.

Los métodos clásicos de solución de flujos de potencia por lo general son procesos iterativos que necesitan de la formación de matrices de impedancia, admitancia o Jacobiano para llegar a una solución, esto implica un mayor esfuerzo computacional, convirtiéndolos de esta de manera en métodos lentos cuando se trata de sistemas de dimensiones grandes. Por tal motivo, aprovechando las características radiales de los sistemas de distribución se optó por el uso del método Backward Sweep (Barrido hacia atrás) para el cálculo de los flujos de potencia y un barrido hacia adelante (Fordward Sweep), para el cálculo del voltaje en cada nodo.

El algoritmo planteado para determinar el flujo de potencia, caídas de voltaje, corriente y pérdidas de potencia activa y reactiva está compuesto de tres partes:

3.3.1 Lectura de datos.

Para leer los datos, es necesario enumerar cada nodo del sistema, comenzando desde la subestación (1), hasta el nodo del extremo final del alimentador principal; una vez hecho esto, se enumeran los nodos de las ramas adyacentes al alimentador principal, empezando desde la rama adyacente conectada al nodo de menor numeración y así se prosigue de manera ascendente hasta finalizar con todas las ramas. Un ejemplo del proceso de enumeración de nodos se puede observar en la Figura 3.3.1.

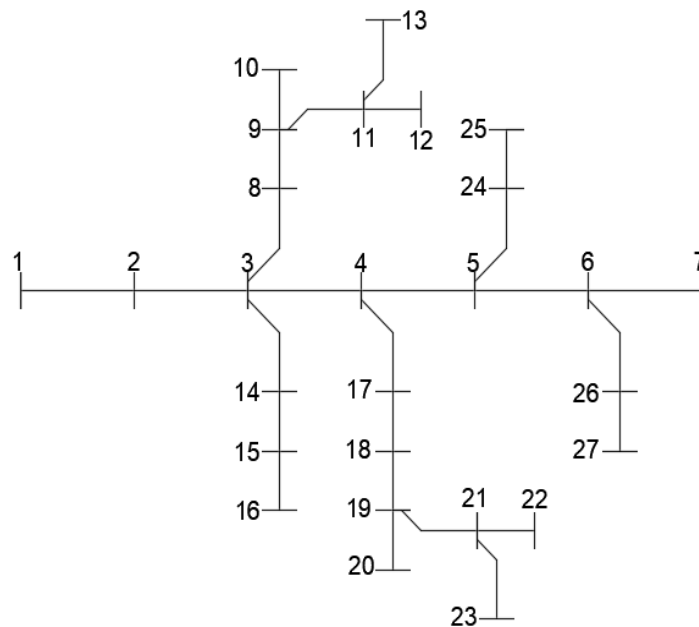


Figura 3.3.1 Numeración de nodos del Sistema de Distribución.
Fuente: Elaboración propia.

Realizada la enumeración de los nodos del sistema se puede identificar fácilmente la potencia de carga y generación activa y reactiva que tiene como demanda cada nodo, así como también, la resistencia y reactancia de cada línea. Para la primera iteración, el perfil de voltaje es constante, siendo 1.0 p.u. en cada nodo. Estos constituyen los datos necesarios para encontrar el flujo de potencia.



3.3.2 Identificación de nodos y ramas adyacentes.

El algoritmo de identificación de nodos y ramas adyacentes determina la topología del sistema de distribución a partir de los datos ingresados en el punto uno. El algoritmo utilizado se presenta a continuación:

Inicialización $i = 0$

Mientras $i \leq nd$

$j = 1$

 Mientras $j \leq nb$

 Si $i = SE(j)$

$S = S + 1$

$Adn(S) = RE(j)$

$Adb(S) = j$

 Fin

 Si $i = RE(j)$

$S = S + 1$

$Adn(S) = SE(j)$

$Adb(S) = j$

 Fin

$j = j + 1$

 Fin

$MT(i) = S$

$MF(i + 1) = MT(i) + 1$

$i = i + 1$

Fin

Donde:



nd: Número de nodos del Sistema de Distribución.

nb: Número de ramas del Sistema de Distribución.

SE: Vector de nodos de envío.

RE: Vector de nodos receptores.

Adn: Vector de nodos adyacentes.

Adb: Vector de ramas adyacentes.

MT: Memoria de localización hacia

MF: Memoria de localización desde

3.3.3 Cálculo del flujo de potencia, voltajes, corriente y pérdidas de potencia.

Con los datos ingresados en el punto uno y determinada la topología del sistema de distribución, tal como se explica en el punto dos, se procede al cálculo del flujo de potencia, corriente, pérdidas de potencia y voltaje.

3.3.4 Cálculo de potencia activa y reactiva - barrido hacia atrás.

Para realizar el cálculo del flujo de potencia activa y reactiva en las ramas, se empieza desde el nodo extremo final del alimentador principal hacia el nodo de la subestación, considerando los voltajes de la iteración anterior constantes. Como se menciona en líneas anteriores, para la primera iteración los voltajes en los nodos será 1.0p.u. El flujo de potencia activa y reactiva en las ramas del sistema de distribución se calcula utilizando las siguientes ecuaciones:

$$P_i = P_{i+1} + P_{Li+1} + r_j * \frac{(P_{i+1} + P_{Li+1})^2 + (Q_{i+1} + Q_{Li+1})^2}{V_{i+1}^2} \quad (3.3.1)$$

$$Q_i = Q_{i+1} + Q_{Li+1} + x_j * \frac{(P_{i+1} + P_{Li+1})^2 + (Q_{i+1} + Q_{Li+1})^2}{V_{i+1}^2} \quad (3.3.2)$$



3.3.5 Cálculo del voltaje - barrido hacia adelante.

El cálculo de los voltajes en los nodos es obtenido considerando las potencias activas y reactivas, calculadas como se explica en el punto 3.3.4, las mismas que fueron efectuadas con el barrido hacia atrás usando las ecuaciones (3.3.1) y (3.3.2). Los voltajes se determinan mediante la fórmula (3.3.3) iniciando el cálculo desde el nodo de la subestación hasta el extremo final de cada alimentador principal y rama adyacente.

$$V_{i+1} = \left[V_i^2 - 2 * (P_i * r_j + Q_i * x_j) + (r_j^2 + x_j^2) * \frac{P_i^2 + Q_i^2}{V_i^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.3.3)$$

3.3.6 Cálculo de las pérdidas de potencia y la corriente.

El cálculo de las pérdidas de potencia activa, reactiva y la corriente en todas las ramas del sistema de distribución se realiza de manera iterativa simultáneamente con el cálculo de los flujos de potencia, y son determinadas por las siguientes ecuaciones:

$$P_{LOSS} = r_j * \frac{(P_{i+1} + P_{Li+1})^2 + (Q_{i+1} + Q_{Li+1})^2}{V_{i+1}^2} \quad (3.3.4)$$

$$Q_{LOSS} = x_j * \frac{(P_{i+1} + P_{Li+1})^2 + (Q_{i+1} + Q_{Li+1})^2}{V_{i+1}^2} \quad (3.3.5)$$

$$I = \left[\frac{(P_{i+1} + P_{Li+1})^2 + (Q_{i+1} + Q_{Li+1})^2}{V_{i+1}^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.3.6)$$



3.3.7 Criterio de convergencia.

El criterio de convergencia utilizado es mediante la comparación de los voltajes de la iteración k con la iteración siguiente $k+1$, si el error es menor a una tolerancia fijada previamente, las soluciones obtenidas convergen, caso contrario el proceso continúa, es decir,

$$|V_{k-1} - V_k| < \text{Tolerancia} \quad (3.3.7)$$

Generalmente, las tolerancias se establecen como valores pequeños, por ejemplo:

$$\varepsilon \leq 0.00001 \quad (3.3.8)$$

3.3.8 Diagrama de flujo del método utilizado (Backward/Forward)

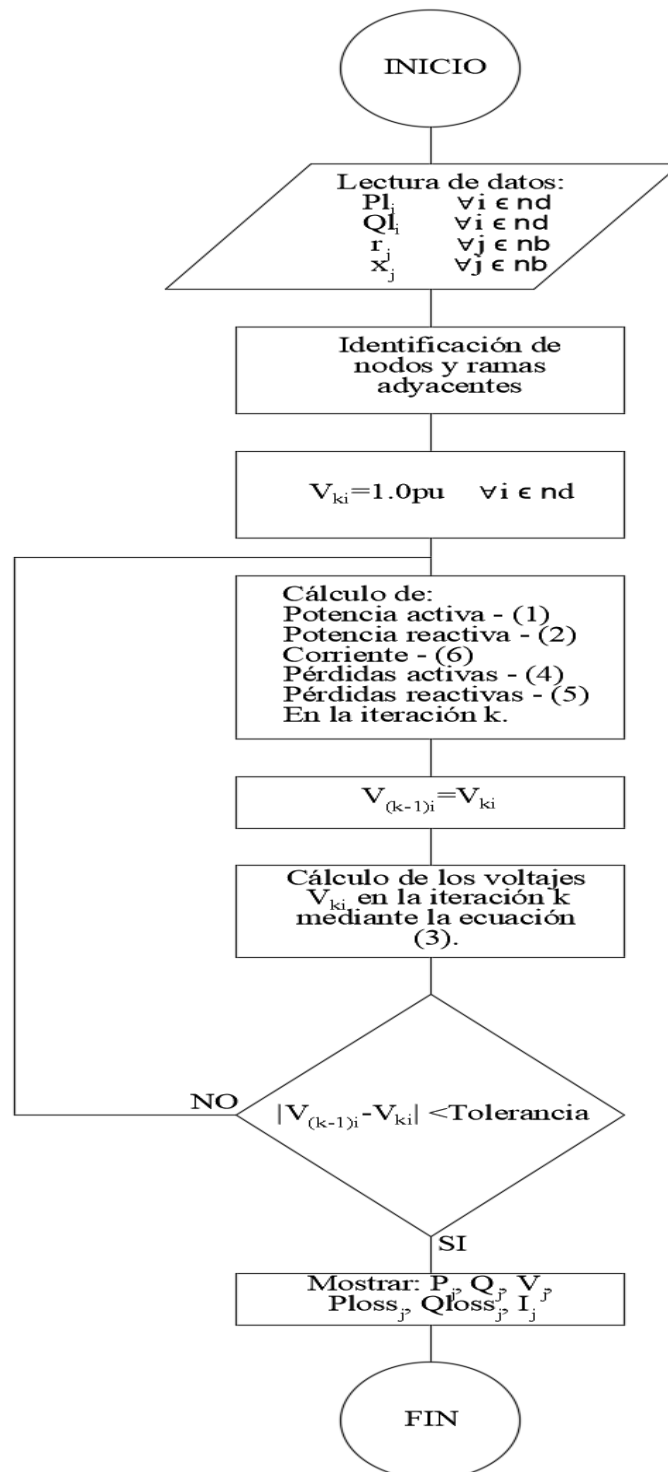


Figura 3.3.2 Diagrama de flujo del método utilizado (Backward/Forward).
Fuente: Elaboración propia.

3.4 Análisis de flujos de potencia en sistemas de distribución con el método propuesto (Backward/Forward).

3.4.1 Flujos de potencia sin generación distribuida.

Aquí se realiza el análisis de flujos de potencia en los sistemas de prueba IEEE de 15, 33 y 69 barras, cuyos datos se encuentran tabulados en Anexos, Tabla 6.1.1, Tabla 6.1.2 y Tabla 6.1.3. Como referencia, para los sistemas de 33 y 69 barras se tomó la información proporcionada en [11], en donde se utiliza un método de cálculo de flujos de barrido hacia atrás, obteniendo la corriente de carga en cada nodo del sistema. Para el sistema de 15 barras se tomó como referencia el trabajo [10], el mismo que también utiliza una metodología de cálculo de corrientes iterativamente.

3.4.1.1 Sistema de 33 Barras.

Para este caso, se realiza una comparación tabulada (Tabla 3.4.1) y gráfica (Figura 3.4.2) entre los resultados mostrados en [11] y los obtenidos en el análisis de flujo de carga desarrollado en este trabajo (Backward/Forward – B/F).

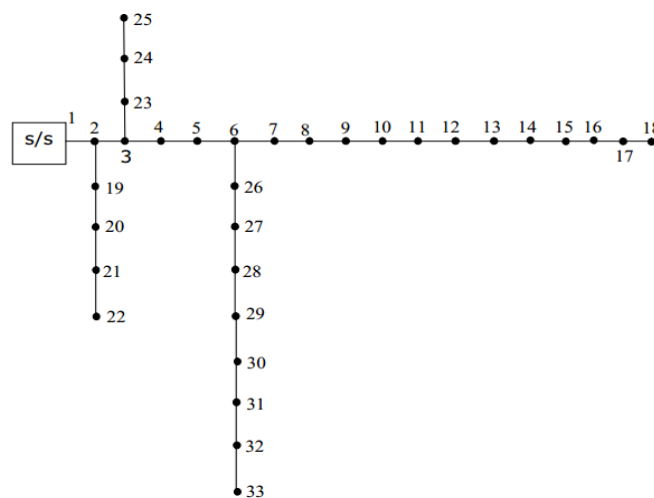


Figura 3.4.1 Sistema de prueba - 33B
Fuente: [11]

Tabla 3.4.1 Comparación de voltajes obtenidos en cada nodo del sistema.
Fuente: Elaboración propia.

| NODO | B/F | Ref. [11] | Error | NODO | B/F | Ref. [11] | Error |
|------|--------|-----------|--------|------|--------|-----------|--------|
| 1 | 1,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 18 | 0,9132 | 0,9133 | 0,0001 |
| 2 | 0,9970 | 0,9970 | 0,0000 | 19 | 0,9965 | 0,9965 | 0,0000 |
| 3 | 0,9829 | 0,9829 | 0,0000 | 20 | 0,9929 | 0,9929 | 0,0000 |
| 4 | 0,9755 | 0,9755 | 0,0000 | 21 | 0,9922 | 0,9922 | 0,0000 |
| 5 | 0,9681 | 0,9681 | 0,0000 | 22 | 0,9916 | 0,9916 | 0,0000 |
| 6 | 0,9497 | 0,9497 | 0,0000 | 23 | 0,9794 | 0,9794 | 0,0000 |
| 7 | 0,9462 | 0,9462 | 0,0000 | 24 | 0,9727 | 0,9727 | 0,0000 |
| 8 | 0,9413 | 0,9413 | 0,0000 | 25 | 0,9693 | 0,9694 | 0,0001 |
| 9 | 0,9351 | 0,9351 | 0,0000 | 26 | 0,9477 | 0,9477 | 0,0000 |
| 10 | 0,9292 | 0,9294 | 0,0002 | 27 | 0,9452 | 0,9452 | 0,0000 |
| 11 | 0,9284 | 0,9286 | 0,0002 | 28 | 0,9337 | 0,9337 | 0,0000 |
| 12 | 0,9269 | 0,9271 | 0,0002 | 29 | 0,9255 | 0,9255 | 0,0000 |
| 13 | 0,9208 | 0,9209 | 0,0001 | 30 | 0,9220 | 0,9220 | 0,0000 |
| 14 | 0,9185 | 0,9187 | 0,0002 | 31 | 0,9178 | 0,9178 | 0,0000 |
| 15 | 0,9171 | 0,9173 | 0,0002 | 32 | 0,9169 | 0,9169 | 0,0000 |
| 16 | 0,9158 | 0,9159 | 0,0001 | 33 | 0,9166 | 0,9166 | 0,0000 |
| 17 | 0,9138 | 0,9139 | 0,0001 | | | | |

Como se puede observar en la Tabla 3.4.1, la similitud entre los valores obtenidos, y los tomados de [11], es amplia; siendo el mayor error $2E10^{-4}$, en 5 nodos.

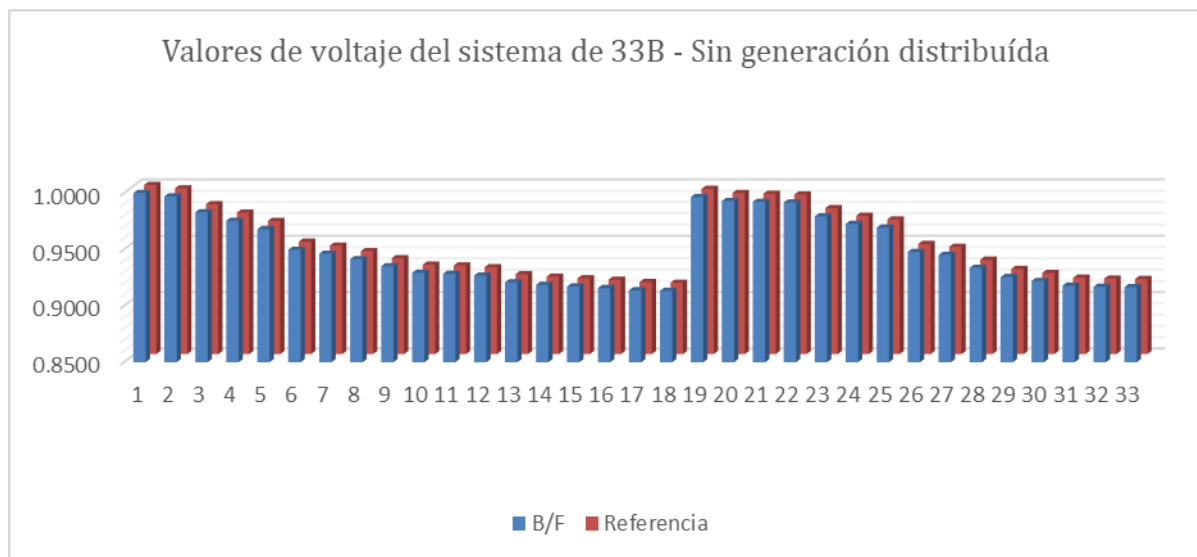


Figura 3.4.2 Comparación de voltajes obtenidos en cada nodo del sistema.
Fuente: Elaboración propia.



Gráficamente se observa que los voltajes más críticos del sistema, cuyos valores salen del rango aceptable de operación de $\pm 5\%$, se tienen a partir del nodo #6 hasta el nodo #18 y del nodo #26 al #33, siendo el nodo #18 el de menor valor con 0.9132 p.u. Esto se debe a que son los puntos de carga que más se alejan de la subestación, además de que el nodo #26 se encuentra conectado al nodo #6, que tiene un nivel de voltaje bajo, tal como se puede observar en la Figura 3.4.1. A continuación, en la Tabla 3.4.2, se presentan las pérdidas totales de potencia activa y reactiva del sistema y su voltaje más crítico.

Tabla 3.4.2 Comparación de datos importantes entre resultados.
Fuente: Elaboración propia.

| | Ploss (kW) | Qloss (kVAr) | Vmin ₁₈ (V) |
|------------------|------------|--------------|------------------------|
| B/F | 202,6636 | 135,1352 | 0,9132 |
| Ref. [11] | 202,5200 | 135,1300 | 0,9133 |
| Error | 0,1436 | 0,0052 | -0,0001 |

Realizada la comparación de resultados, se pudo observar que la similitud de los mismos, con los que se han tomado de referencia, evidencia la validez del método aplicado para la solución de flujos de carga. En las siguientes páginas, se realiza el análisis de flujo para otros sistemas.

3.4.1.2 Sistema de 15 barras.

Para este caso, se realiza el análisis de flujo de carga desarrollado en este trabajo (Backward/Fordward – B/F), tomando los datos del sistema publicados en [10], para el sistema mostrado en la Figura 3.4.3.

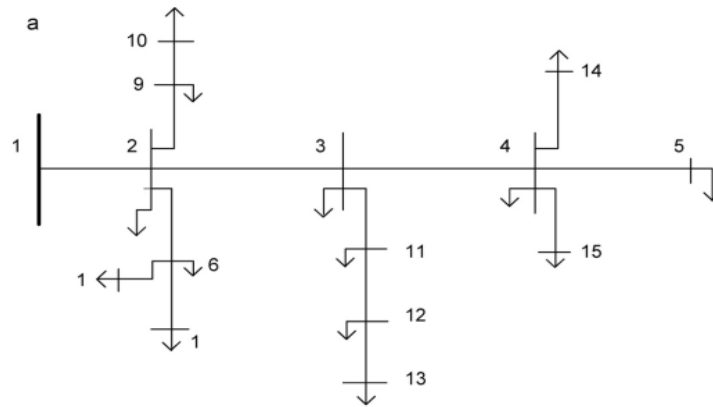


Figura 3.4.3 Sistema de prueba - 15B
Fuente: [10].

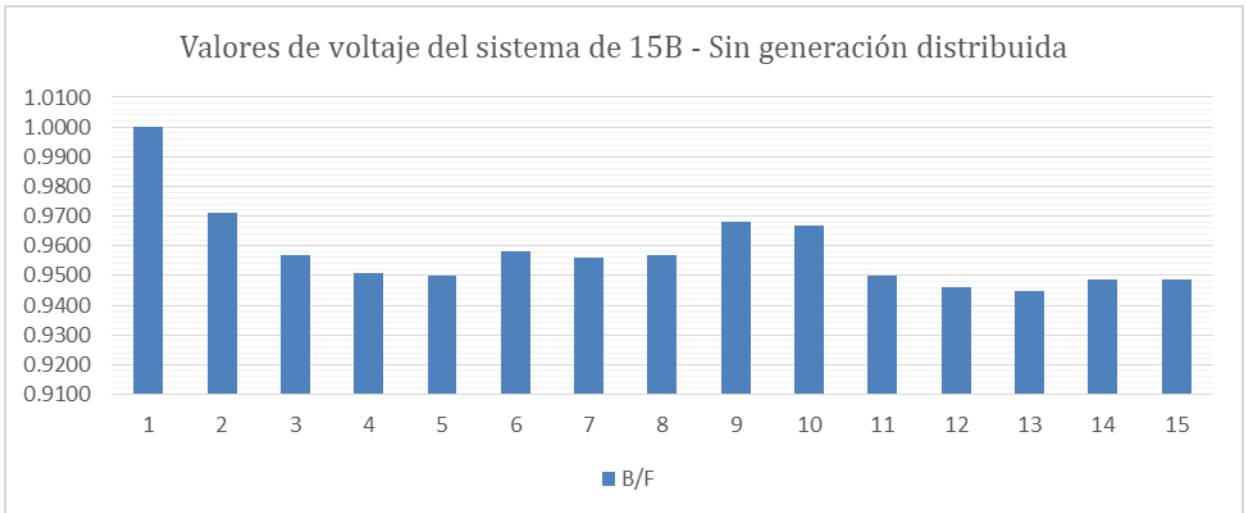


Figura 3.4.4 Valores de voltaje en cada nodo del sistema.
Fuente: Elaboración propia.

Gráficamente, se observa que los valores de voltajes más críticos del sistema, son los cuatro últimos; estos se encuentran fuera del rango aceptable de operación del $\pm 5\%$.

Tabla 3.4.3 Comparación de datos importantes entre resultados.
Fuente: Elaboración propia.

| | Ploss (kW) | Qloss (kVAr) | Vmin ₁₃ (V) |
|------------------|------------|--------------|------------------------|
| B/F | 61,7951 | 57,3125 | 0,9446 |
| Ref. [10] | 61,7803 | 57,2844 | 0,9445 |
| Error | 0,0148 | 0,0281 | 1E-04 |

En la Tabla 3.4.3, se puede observar los valores totales de pérdidas de potencia activa y reactiva respectivamente, así como el valor de voltaje más crítico, que se encuentra en el nodo #13.

3.4.1.3 Sistema de 69 barras.

Para este caso, se realiza el análisis de flujo de carga desarrollado en este trabajo (Backward/Fordward – B/F), tomando los datos del sistema, publicados en [11], para el sistema mostrado en la Figura 3.4.5.

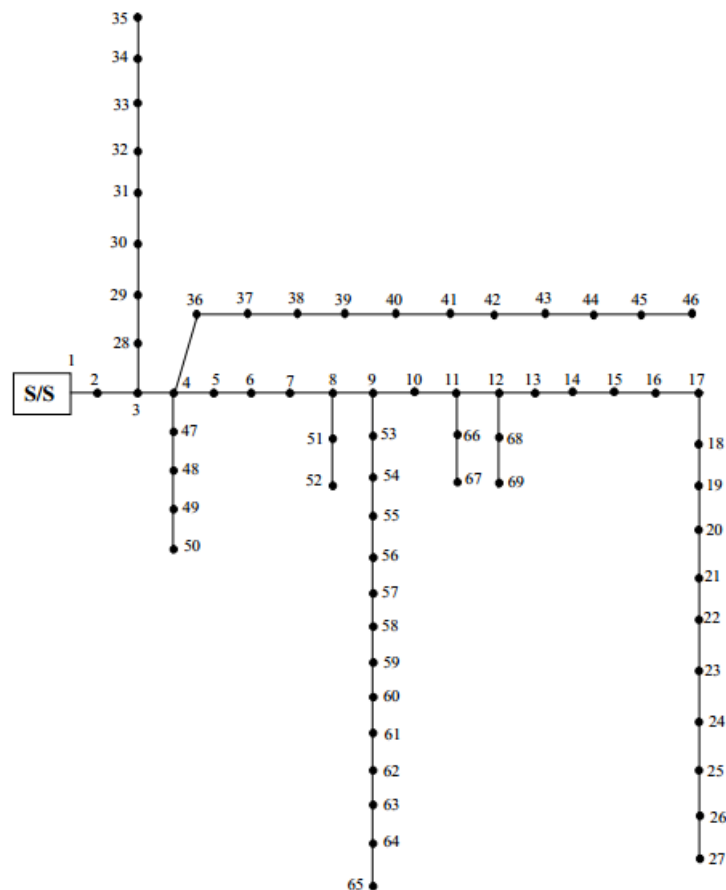


Figura 3.4.5 Sistema de prueba – 69B
Fuente: [11]

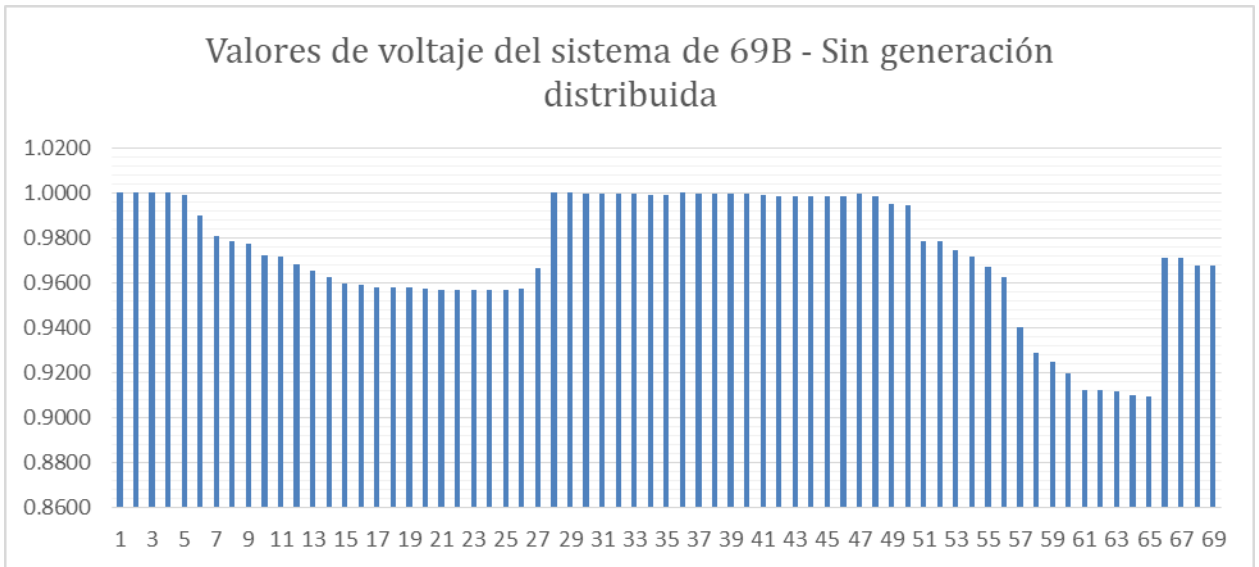


Figura 3.4.6 Valores de voltaje en cada nodo del sistema.
Fuente: Elaboración propia.

Gráficamente, en la Figura 3.4.6 se observa que los valores de voltaje más críticos del sistema, van desde el nodo #57 al nodo #65; estos se encuentran fuera del rango aceptable de operación del $\pm 5\%$.

Tabla 3.4.4 Comparación de datos importantes entre resultados.
Fuente: Elaboración propia.

| | Ploss (kW) | Qloss (kVAr) | Vmin ₆₅ (V) |
|------------------|------------|--------------|------------------------|
| B/F | 225,0857 | 102,279 | 0,9092 |
| Ref. [11] | 224,93 | 102,13 | 0,909191 |
| Error | 0,1557 | 0,149 | 9E-06 |

En la Tabla 3.4.4, se puede observar los valores totales de pérdidas de potencia activa y reactiva, respectivamente; así como, el valor de voltaje más crítico, que se encuentra en el nodo #65.

3.4.2 Flujos de potencia en presencia de generación distribuida

En presencia de generación distribuida, el perfil de voltajes de cualquier sistema puede mejorar, debido a que se evita el transporte de energía solo desde la subestación, si no también hay aporte de potencia a lo largo de un

sistema. Para el siguiente análisis, se tomó como referencia la información de [22], en donde se presentan los mismos sistemas de 33 y 69 barras respectivamente, con datos de generadores conectados en ciertos nodos de dichos sistemas. Al igual que en el punto 3.4.1, aquí se realiza la comparación de resultados obtenidos con los tomados del texto de referencia.

3.4.2.1 Sistema de 33 Barras.

Para este sistema, se han agregado tres generadores en los nodos 16, 18 y 32 cuyas capacidades de generación son: 398 kW, 389 kW y 801 kW respectivamente, tal como se indica en la Tabla 3.4.5.

Tabla 3.4.5 Capacidad de generación distribuida en el sistema.
Fuente: Elaboración propia.

| Barra | P(kW) |
|-------|-------|
| 16 | 398 |
| 18 | 389 |
| 32 | 801 |

Los niveles de voltaje obtenidos en cada nodo del sistema, se muestran en la Figura 3.4.7.

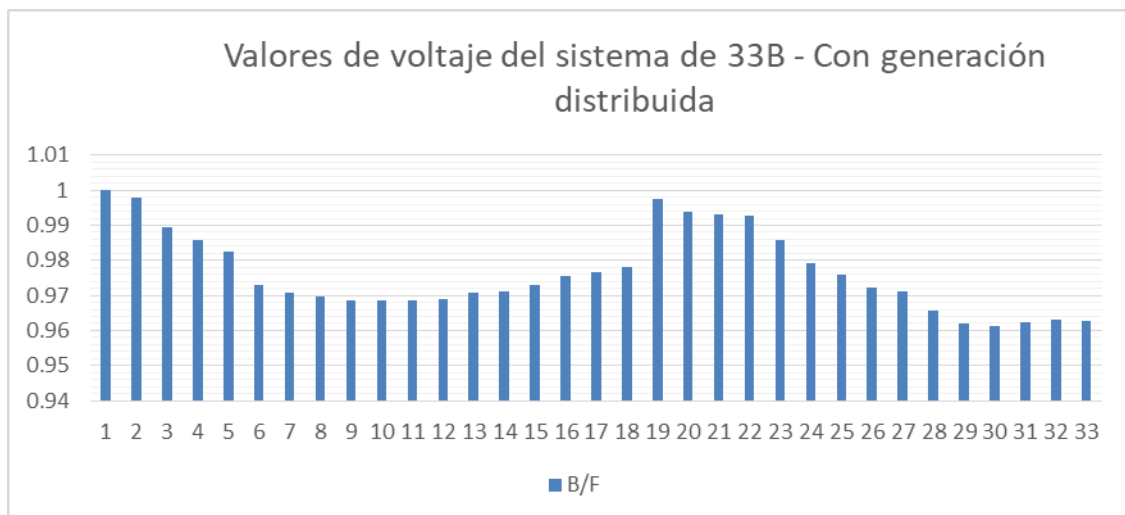


Figura 3.4.7 Valores de voltaje en cada nodo del sistema.
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Figura 3.4.7, los niveles de voltaje en todos los nodos del sistema se encuentran dentro de su nivel aceptable de operación del $\pm 5\%$. En la Figura 3.4.8 se presenta una comparación de los valores de voltajes del sistema de 33B, sin generación distribuida y con generación distribuida, para identificar la mejora en dichos valores.

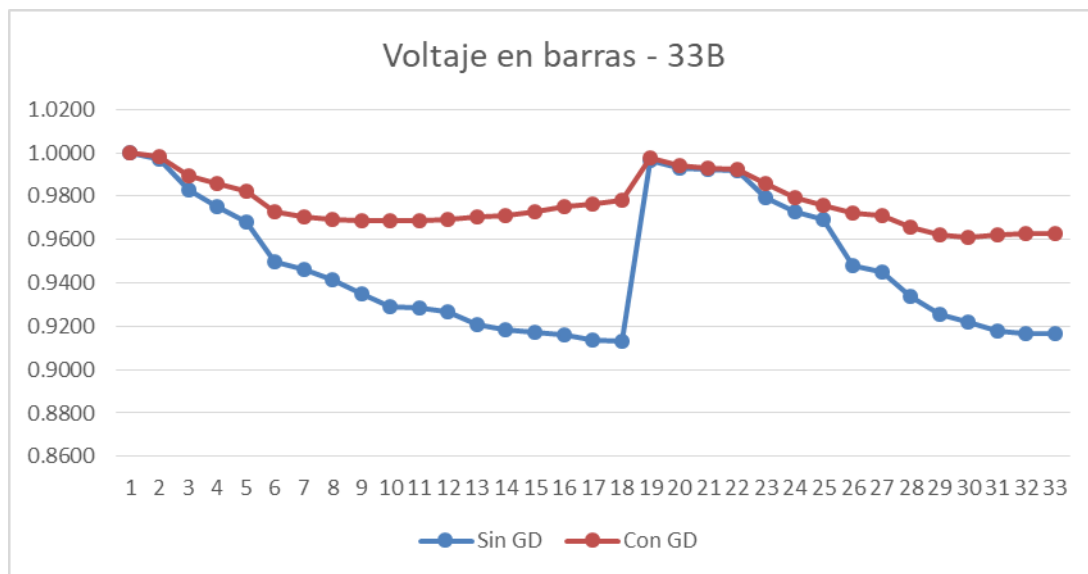


Figura 3.4.8 Comparación del sistema con y sin GD.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla 3.4.6 se muestra las pérdidas totales así como el voltaje mínimo del sistema luego de haber puesto en operación los generadores indicados en la Tabla 3.4.5. Como se observa en la Figura 3.4.7, el valor más bajo de voltaje está presente en el nodo #30 y tiene un valor de 0.9612p.u.

Tabla 3.4.6 Comparación de datos importantes entre resultados.
Fuente: Elaboración propia.

| | Ploss (kW) | Vmin ₃₀ |
|------------------|------------|--------------------|
| B/F | 94.2467 | 0,9612 |
| Ref. [22] | 95.63 | 0,9611 |
| Error | 1.3833 | 0.0001 |

3.4.2.2 Sistema de 69 Barras.

Para este sistema, se han agregado tres generadores en los nodos 9, 33 y 62 cuyas capacidades de generación son: 500kW, 521kW y 1929kW respectivamente, tal como se indica en la Tabla 3.4.7.

Tabla 3.4.7 Capacidad de generación distribuida en el sistema.
Fuente: Elaboración propia.

| Barra | P(kW) |
|-------|-------|
| 9 | 500 |
| 33 | 521 |
| 62 | 1929 |

Los niveles de voltaje obtenidos en cada nodo del sistema, se muestran en la Figura 3.4.9.

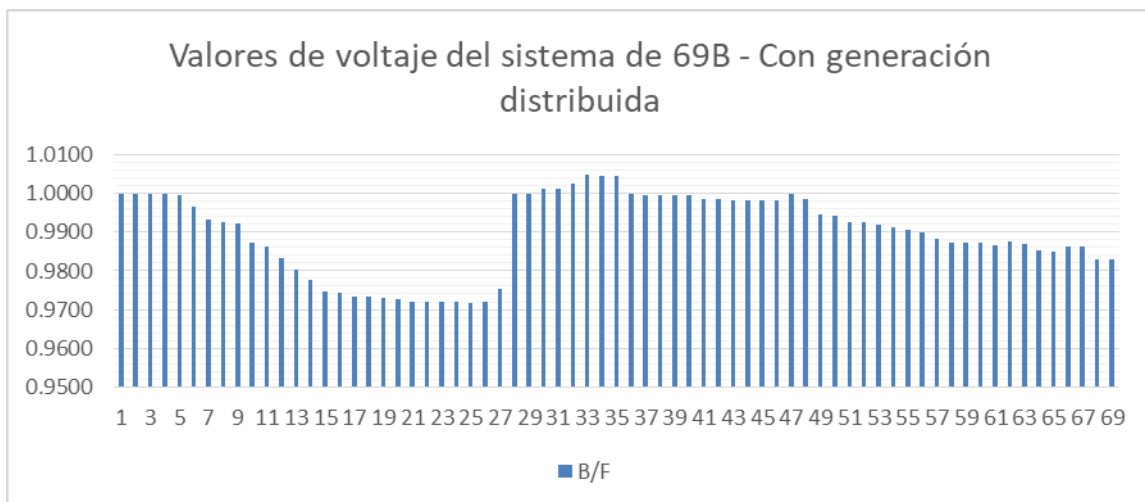


Figura 3.4.9 Valores de voltaje en cada nodo del sistema.
Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la Figura 3.4.9, los niveles de voltaje en todos los nodos del sistema se encuentran dentro de su nivel aceptable de operación del $\pm 5\%$. En ella se puede establecer una comparación de los valores de voltaje del sistema de 69B, sin generación distribuida y con generación distribuida, para identificar la mejora en dichos valores.

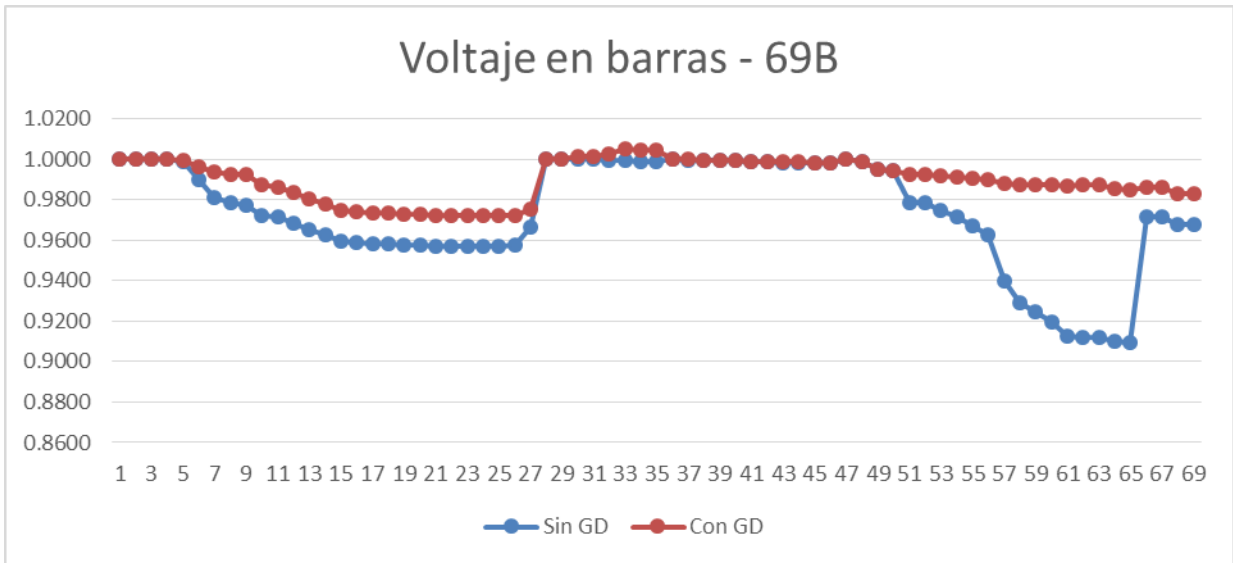


Figura 3.4.10 Comparación del sistema con y sin GD.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla 3.4.8 se presentan las pérdidas totales de potencia, así como el voltaje mínimo del sistema, luego de haber puesto en operación los generadores indicados en la Tabla 3.4.7. Como se observa en la Figura 3.4.9, el valor más bajo de voltaje está presente en el nodo #25 y tiene un valor de 0.9718 p.u.

Tabla 3.4.8 Comparación de datos importantes entre resultados.
Fuente: Elaboración propia.

| | Ploss (kW) | Vmin ₂₅ |
|--------------|------------|--------------------|
| B/F | 83.7365 | 0,9718 |
| Ref. | 83.68 | 0,9716 |
| Error | 0,0565 | 2E-04 |



CAPÍTULO IV. OBTENCIÓN DE LA TOPOLOGÍA ÓPTIMA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

4.1 Introducción:

En el ámbito de la optimización existen problemas de ingeniería que tienen un grado de complejidad significativo; éstos son difíciles de resolver por los métodos de optimización convencionales, es por ello que a menudo son aplicados los Algoritmos Evolutivos, los cuales buscan soluciones a este tipo de problemas con la ayuda de principios biológicos, tales como, recombinación, mutación, selección y reproducción.

Los Algoritmos Evolutivos fueron implementados por John Holland en 1960, quien buscaba la incorporación de los principios biológicos a los problemas de Inteligencia Artificial. A partir de la fecha, han surgido métodos de optimización como los Algoritmos Genéticos y la Programación Evolutiva que basan su metodología en las estrategias evolutivas.

Inicialmente, los Algoritmos Evolutivos parten con una población de individuos, los cuales son sometidos a un proceso de transformación y selección en donde los más aptos serán los más beneficiados. A partir del proceso mencionado, se combinan pares de individuos seleccionados, los mismos que dan lugar a una nueva generación; esta nueva generación es sometida a un proceso de mutación, cambiando los genes de un individuo; por último, se seleccionan algunos miembros de la población que van a ser reemplazados con la nueva generación. El proceso continúa hasta que el criterio de parada sea aplicado.

Los Algoritmos Evolutivos incluyen a los Algoritmos Genéticos y a la Programación Evolutiva, los cuales serán detallados a continuación.



4.2 Algoritmos Genéticos.

4.2.1 Introducción.

John Holland en 1975 plantea el método de resolución de los Algoritmos Genéticos, motivado en cómo la naturaleza conseguía producir seres cada vez más aptos. Es por ello que los Algoritmos Genéticos cimientan sus bases en los procesos genéticos de las especies, en donde las poblaciones evolucionan según los principios de selección natural y la supervivencia del más fuerte, las cuales fueron establecidas por Charles Darwin en el año de 1859.

En un entorno natural los individuos deben ser capaces de conseguir recursos; para ello, es necesario que tengan cierto grado de habilidad de supervivencia. Los individuos que mejor se adapten a este proceso de supervivencia son los que más probabilidad tienen de generar descendencia, cruzándose así con otro individuo seleccionado, formando una nueva generación hereditaria de los genes de sus padres. En el transcurso de este proceso los genes de los individuos que mejor se adaptan son los que más se propagan, de generación en generación, consiguiendo generaciones con mejores cualidades para adaptarse a un entorno natural.

Haciendo una analogía, los Algoritmos Genéticos parten de una población de individuos, en la que cada uno tiene un valor de aptitud que, representado en un entorno natural, es la capacidad que tiene cada uno de sobrevivir y competir para la obtención de recursos. Los individuos con mejores valores de aptitud cruzan su material genético para obtener una nueva población de individuos con mejores características; entonces, cada nueva población reemplaza a la anterior, proporcionando así mayor amplitud de exploración del espacio de búsqueda.

Este método es utilizado para resolver problemas de optimización combinatoria y para la reconfiguración de sistemas de distribución. Tiene la ventaja de ser una herramienta fácil de implementar con un esfuerzo computacional de resolución bajo; es útil, cuando no existe algún método exacto de solución de problemas, capaz de proporcionar una solución óptima o muy cercana a la óptima; también, es un método de búsqueda robusto, para encontrar soluciones óptimas globales. Por el contrario, las desventajas del método son, que puede darse una convergencia prematura hacia un óptimo local cuando un individuo de aptitud muy alta emerge en las iteraciones iniciales reproduciéndose y perdiendo diversidad en la población; esto ocurre en poblaciones en donde el número de individuos es pequeño; por otro lado, la convergencia del método puede ser lenta dependiendo de si el número de individuos en una población es elevado, ya que estos son proporcionales al número de combinaciones que realizará el método [1].

4.2.2 Algoritmo Genético Simple.

El funcionamiento del Algoritmo Genético Simple puede observarse en la Figura 4.2.1.

```

Inicializar población actual aleatoriamente
MIENTRAS no se cumpla el criterio de terminación
    crear población temporal vacía
    SI elitismo: copiar en población temporal mejores individuos
    MIENTRAS población temporal no llena
        seleccionar padres
        cruzar padres con probabilidad  $P_c$ 
        SI se ha producido el cruce
            mutar uno de los descendientes (prob.  $P_m$ )
            evaluar descendientes
            añadir descendientes a la población temporal
        SINO
            añadir padres a la población temporal
    FIN SI
    FIN MIENTRAS
    aumentar contador generaciones
    establecer como nueva población actual la población temporal
FIN MIENTRAS

```

Figura 4.2.1 Algoritmo Genético simple.
Fuente: [23]



UNIVERSIDAD DE CUENCA

El pseudocódigo parte generando una población aleatoriamente, en donde cada individuo representa una posible solución al problema. Dentro del ciclo en donde se analiza los criterios de terminación, se crea una población temporal vacía, la misma que sirve para almacenar las soluciones que vengan de la estrategia de elitismo; es decir, las soluciones que tengan los mejores valores de aptitud de cada generación actual, y las soluciones que generan los operadores de reproducción, que pueden ser de dos tipos, operador de cruce o de copia. El segundo ciclo verifica si la población temporal está llena; para ello, genera nuevas soluciones haciendo uso de los operadores de selección y de cruce. Una vez creadas las nuevas soluciones se les aplica el operador de mutación con una probabilidad P_m , por lo general entre 0.5% y 2%.

El proceso de búsqueda finaliza cuando se cumple algún criterio establecido. Entre los más empleados tenemos: cuando se alcanza el límite máximo de generaciones, cuando para el problema planteado las mejores soluciones son suficientemente buenas o cuando se llega a la convergencia; es decir, cuando para el 95% de la población se tiene un gen que tiene el mismo valor para todos.

Para resolver problemas de optimización por Algoritmos Genéticos se debe tener en consideración tres elementos fundamentales:

1. Codificación o representación del problema.
2. Función de adaptación o aptitud.
3. Operadores Genéticos.

4.2.3 Codificación o representación del problema.

Las soluciones potenciales a un problema pueden ser representadas mediante parámetros que, en términos de los Algoritmos Genéticos se denominan genes. El conjunto de parámetros se codifica para de esa manera obtener un

cromosoma, el mismo que contiene toda la información genética, denominada genotipo. A partir del genotipo, se forma el organismo, que representa la solución real a un problema o también denominado fenotipo.

Con frecuencia, la codificación de las soluciones de un problema se realiza con números binarios, 1 o 0, en donde, cada bit perteneciente a un gen es conocido con el nombre de alelo; cabe recalcar, que el número de bits para cada parámetro codificado no necesariamente tiene que ser el mismo. Por otro lado, se conocen codificaciones en donde cada parámetro se representa con un número entero, real, o un punto flotante. En la Figura 4.2.2 podemos observar la codificación binaria de un individuo que contiene tres genes.

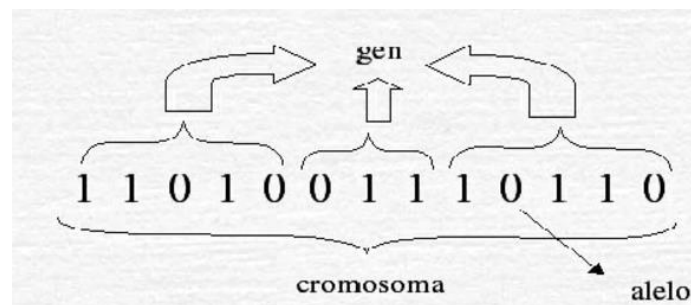


Figura 4.2.2 Individuo Genético.
Fuente: [23]

4.2.4 Función de adaptación o aptitud.

La función de adaptación o aptitud difiere para cada problema y es usada para la evaluación de los cromosomas, por lo cual cada cromosoma adquiere un determinado valor que definirá la capacidad que tiene de adaptarse al problema; es decir, mientras más alto sea el valor de la función, mayor será la probabilidad de adaptación al problema.

Esta medición que se realiza a cada solución del problema, mediante la función de adaptación, es importante debido a que permite tener el control del número de selecciones, cruces, copias y mutaciones que se llevan a cabo.



4.2.5 Selección.

Entre todas las posibles soluciones se debe seleccionar a los individuos más aptos, los cuales tendrán la posibilidad de reproducirse. Es por ello que es necesario el uso de criterios de selección que otorguen mayor probabilidad de ser elegidos a los individuos con mejores valores de función de aptitud, imitando así el comportamiento de la naturaleza. Es importante tener en cuenta que no se debe quitar por completo la posibilidad de que las soluciones con valores de aptitud bajas sean escogidas, ya que, si sucediera lo contrario, en pocas iteraciones se puede llegar a tener una población con soluciones homogéneas.

Los criterios de selección más usados son: selección por torneo y selección por ruleta, los cuales pertenecen al grupo de selección probabilístico, que seleccionan a los individuos al azar, y permiten que las soluciones con valores de aptitud alta sean seleccionadas una mayor cantidad de veces. Por otro lado, existe un segundo grupo que basa su metodología en una selección determinística, entre estos se tiene algunos, tales como, sobrante estocástico, universal estocástico y muestreo determinístico. Este grupo de selección asigna el número de veces que será escogida una solución para el proceso de reproducción, logrando tener una selección más variada entre soluciones con valores de aptitud altos y bajos.

4.2.5.1 Selección por torneo.

La selección por torneo se divide en dos tipos, selección por torneo determinístico y torneo probabilístico. Ambos tipos escogen a los cromosomas mediante la comparación directa entre ellos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La selección por torneo determinística escoge p individuos de manera aleatoria de una población k , con sus respectivos valores de la función de aptitud. De estas soluciones escogidas, se determina a la que disponga con un mejor valor de función de aptitud, teniendo así tal individuo la oportunidad de reproducirse. A manera de ejemplo la Tabla 4.2.1 muestra una población k , en donde se deben escoger p individuos para el torneo, en este caso p será igual a 2.

*Tabla 4.2.1 Población inicial y función de aptitud.
Fuente: Elaboración propia.*

| Individuo | Población Inicial | | | | | Función de Aptitud |
|-----------|-------------------|---|---|---|---|--------------------|
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 135 |
| 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 51 |
| 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 |
| k | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 300 |

De esta población se deben escoger $p=2$ individuos aleatoriamente, teniendo lo siguiente:

*Tabla 4.2.2 Individuos seleccionados aleatoriamente.
Fuente: Elaboración propia.*

| Individuo | Población Inicial | | | | | Función de Aptitud |
|-----------|-------------------|---|---|---|---|--------------------|
| 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 51 |
| k | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 300 |

El individuo k cuenta con un mejor valor de función de aptitud, por ende, será el seleccionado con la oportunidad de reproducirse.

*Tabla 4.2.3 Individuo seleccionado para reproducirse.
Fuente: Elaboración propia.*

| Individuo | Población Inicial | | | | | Función de Aptitud |
|-----------|-------------------|---|---|---|---|--------------------|
| k | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 300 |

En cuanto a la selección probabilística esta difiere de la determinística en el proceso de selección de los individuos; en este caso, no se seleccionará al



UNIVERSIDAD DE CUENCA

individuo más apto, sino se generará un valor aleatorio entre 0 y 1, que posteriormente será comparado con un parámetro q , que será establecido para todo el proceso. Si el valor aleatorio es mayor al parámetro q , se escogerá al individuo con la función de aptitud más alta, caso contrario se seleccionará al individuo menos apto. Los valores de q generalmente se toman entre 0.5 y 1.

4.2.5.2 Selección por ruleta.

El proceso de selección es estocástico, similar al juego de la ruleta, en donde a cada individuo se le asigna una parte de la ruleta proporcional a la relación entre el valor de la función de aptitud individual y el valor total de aptitud en la iteración actual. Entonces los individuos mejor adaptados recibirán mayor porción de la ruleta que los menos adaptados. Un individuo será seleccionado generando un número aleatorio entre 0 y 1, y devolviendo el individuo ubicado en esa porción de la ruleta.

4.2.6 Operadores Genéticos.

4.2.6.1 Cruce.

Después de la etapa de selección, el operador de cruce es el encargado de generar la descendencia, mezclando el material genético de los cromosomas padre. Los operadores de cruce pueden actuar de dos maneras. La primera es asumiendo una estrategia destructiva, en donde la descendencia se inserta en la población temporal sin importar si el valor de la función de aptitud de los cromosomas padre es mejor, y la segunda, asumiendo una estrategia no destructiva, en la cual la descendencia será introducida en la población temporal, sólo si su valor de la función de aptitud es mayor al del cromosoma padre o a los de los cromosomas a reemplazar.

La idea principal del operador de cruce es tomar porciones del material genético de cada uno de los cromosomas padre de la población actual y combinarlos para obtener dos descendientes. Para simular este proceso, los Algoritmos Genéticos han implementado algunos métodos, siendo los más empleados los que se mencionan a continuación: Cruce de 1 punto, cruce de 2 puntos y cruce uniforme.

4.2.6.1.1 Cruce de 1 punto.

El operador basado en 1 punto selecciona aleatoriamente un punto de cruce que dividirá los cromosomas padres de tal manera que se obtenga dos subcromosomas por cada uno. Acto seguido se intercambian las partes finales de los cromosomas, generando así dos nuevos cromosomas descendientes hereditarios de los genes. En la Figura 4.2.3 se observa el procedimiento descrito.

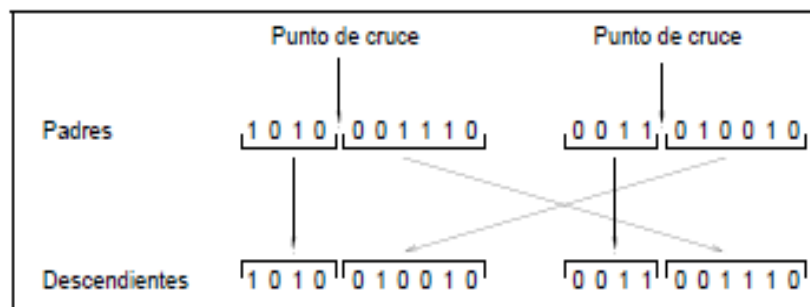


Figura 4.2.3 Operador de cruce basado en 1 punto.
Fuente: [23]

4.2.6.1.2 Cruce de 2 puntos.

En este caso los puntos de corte en los cromosomas padre son dos, evitando que alguno de ellos sea en los extremos, garantizando de esta manera tres segmentos de cromosoma por cada padre. Para la generación de descendencia, se toma el segmento central de un cromosoma padre y los

segmentos laterales del otro cromosoma padre. El procedimiento de este operador se puede observar en la Figura 4.2.4.

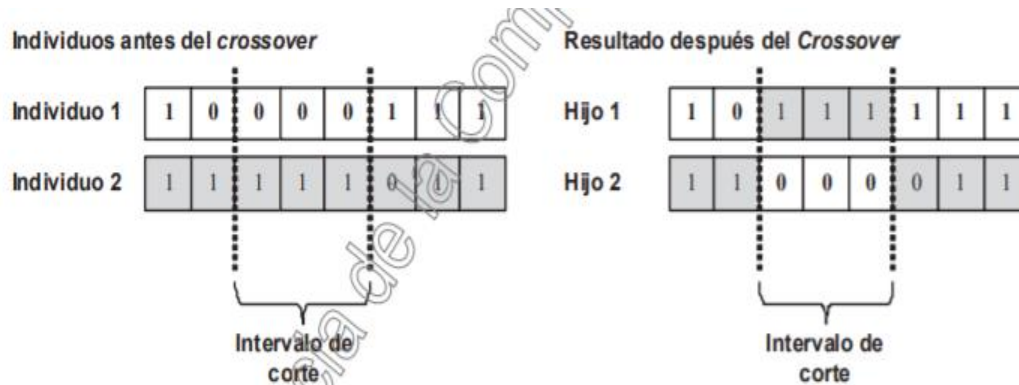


Figura 2.4: Cruce de 2 puntos.

Figura 4.2.4 Operador de cruce basado en 2 puntos.

Fuente: [23]

4.2.6.1.3 Cruce Uniforme.

Para aplicar el operador de cruce uniforme se define claramente cuál será el cromosoma padre número uno y cuál el número dos. Identificado cada cromosoma padre, con su número respectivo se procede a generar de forma aleatoria una máscara de cruce binaria que contenga el mismo número de genes que los cromosomas padres. Esta máscara binaria es usada para seleccionar, de cuál de los cromosomas padre se copiará el gen para el cromosoma hijo; es decir, si en alguna de las posiciones de la máscara hay un 1, el gen de dicha posición del cromosoma padre número uno se copia en el cromosoma hijo, caso contrario, si hay un cero, el gen será copiado del cromosoma padre número dos. Para generar el segundo cromosoma hijo, se invierte la numeración de los cromosomas padre o se cambia la interpretación de la máscara. La siguiente figura explica el procedimiento antes descrito.

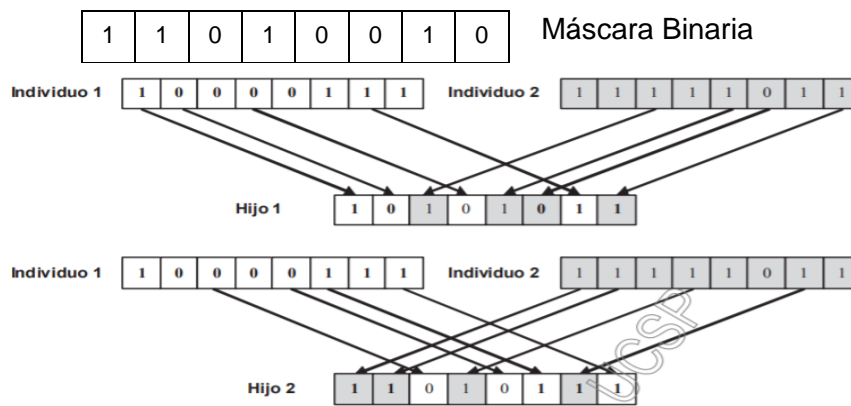


Figura 4.2.5 Operador de cruce uniforme.

Fuente: [23]

4.2.6.2 Copia.

La copia es otro operador de reproducción, que calca un individuo de la población actual a la nueva generación, con un bajo porcentaje de copias, ya que de lo contrario se puede llegar a tener una convergencia prematura hacia un individuo y también la búsqueda se centraría sólo en el entorno de tal.

Comúnmente, se seleccionan dos individuos para el cruce; si no se da tal acción, los individuos son colocados en la nueva generación.

4.2.6.3 Mutación.

El operador de mutación consiste en cambiar de manera aleatoria, con una probabilidad pequeña, generalmente menor al 1%, un gen de cada uno de los cromosomas descendientes; esta mutación asegura que no exista una probabilidad cero de exploración de ningún punto del espacio de búsqueda. La Figura 4.2.6 muestra la mutación de un descendiente proporcionando un nuevo individuo.



Figura 4.2.6 Operador de mutación.
Fuente: [23]

4.3 Algoritmo Genético implementado para la reconfiguración de sistemas de distribución

En esta sección se muestran las características del Algoritmo Genético implementado en Matlab para la resolución del problema de la reconfiguración óptima de sistemas de distribución. El diagrama de flujo utilizado se puede observar en la Figura 4.3.2.

4.3.1 Codificación del problema

Las soluciones potenciales (cromosomas) en el algoritmo implementado, fueron codificadas usando una representación binaria, ceros y unos. En donde, un cero en el cromosoma hace referencia a un seccionador abierto; es decir, la línea entre un par de nodos está abierta, mientras que un uno expresa un seccionador cerrado. El conjunto de ceros y unos conforma una posible solución, es decir una topología del sistema de distribución en estudio. En la Figura 4.3.1 se muestra un ejemplo de lo antes expuesto, en donde las líneas rojas son ramas de enlace, que se encuentran abiertas, SE y RE expresan el nodo de envío y el nodo que recibe, respectivamente.

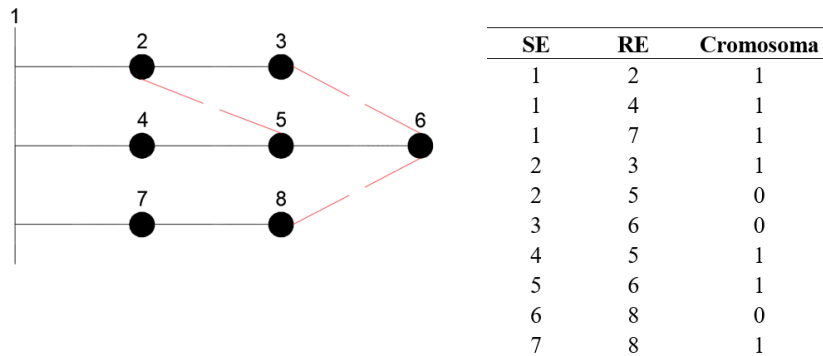


Figura 4.3.1 Codificación del sistema de distribución.
Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Generación de la población inicial

Para iniciar con el algoritmo genético es necesario la generación de una población inicial. El algoritmo implementado utiliza una combinación de dos tipos de generación de la población inicial. El primer tipo es una generación aleatoria y el segundo tipo, una generación mediante el algoritmo heurístico Branch-Exchange [13]. La ventaja de usar esta combinación permite tener una población más diversa, la misma que brinda la posibilidad de poder explorar más lugares del espacio de búsqueda.

4.3.3 Función de aptitud

La función de aptitud para el algoritmo implementado se representa mediante las pérdidas de potencia totales de cada una de las posibles configuraciones presentadas en la población. En donde los cromosomas que tengan menores pérdidas de potencia tendrán más posibilidades de adaptarse mejor a la solución del problema. Las pérdidas de potencia totales de cada configuración se determinan cuando se aplica el análisis de flujo de potencia para cada una de ellas, mostrado en el diagrama de flujo. Figura 3.3.2, en donde se resaltan las ecuaciones de las pérdidas de potencia activa y reactiva (3.3.4) y (3.3.5), respectivamente.



4.3.4 Selección por torneo

El objetivo del operador de selección es garantizar más oportunidades de obtener cromosomas con mejor función de aptitud. Cabe recalcar que la selección se realiza tomando en consideración la función de aptitud del cromosoma.

El tipo de selección que se utiliza en el algoritmo implementado es la selección por torneo, en donde el algoritmo selecciona dos grupos, con dos individuos cada uno; esto, de manera aleatoria. Posterior, se selecciona al mejor de cada uno de ellos para la reproducción.

4.3.5 Cruce de 1 punto

El operador de cruce seleccionado para el algoritmo es el operador de cruce de un punto, en donde el punto que divide a cada cromosoma se selecciona de manera aleatoria. Los padres seleccionados en el paso anterior, se cruzan, siempre que cumplan con una probabilidad de cruce, establecida en 70% en el algoritmo; si es el caso, se intercambian las partes finales de los cromosomas de los padres, formando dos descendientes. Para que cada descendiente pueda ingresar a la nueva población se debe verificar que cumplan con todas las restricciones establecidas (Voltaje, corriente y topología radial).

4.3.6 Mutación

En el algoritmo implementado, el operador de mutación se utiliza sólo en el caso en que un nuevo descendiente no cumpla con alguna de las restricciones. Si alguno no cumple, un bit del cromosoma será mutado de manera aleatoria. Cumplida la mutación, nuevamente se comprueba que, el cromosoma mutado cumpla todas las restricciones para poderlo ingresar a la nueva población.

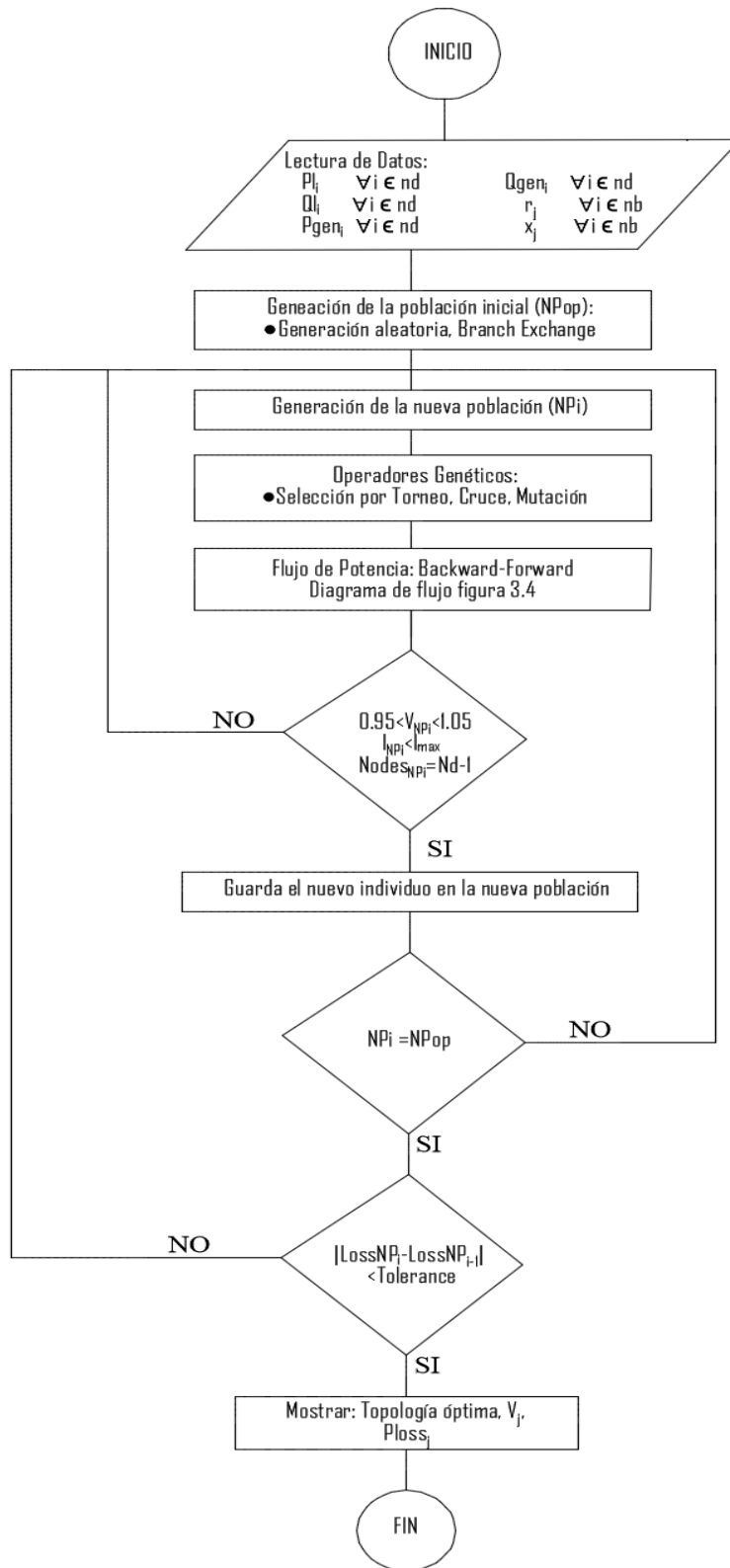


Figura 4.3.2 Diagrama de Flujo del Algoritmo Genético implementado.
Fuente: Elaboración propia



4.4 Reconfiguración de sistemas de distribución.

En el presente punto, se realiza el análisis de los sistemas de prueba a ser reconfigurados, de 33 y 69 barras cuyos datos han sido tomados de [24], cuyo trabajo también propone una solución al problema de reconfiguración, con el objetivo de reducir las pérdidas de potencia. Cabe mencionar que los datos de los sistemas son exactamente los mismos que los tomados de [11] para el análisis de flujo de potencia, a diferencia de que en [24], existen datos de líneas de conexión alternas y de la misma manera, resultados de la reconfiguración para poder realizar la comparación respectiva con los obtenidos en este trabajo.

Además, se destaca que el método propuesto ha sido implementado usando MATLAB software; en una computadora con un procesador *Intel(R) Core(TM) i7 – 5500U CPU @ 2.40GHz* y *8,00 GB* de RAM. En los cálculos, el voltaje de la subestación es asumido como 1 p.u

4.4.1 Reconfiguración del sistema de distribución de 33 barras sin generación distribuida

Uno de los sistemas más comunes de análisis es el de Baran – Wu de 33 barras, cuyos datos y configuración del sistema se muestran en la Tabla 6.1.2 y la Figura 4.4.1, respectivamente. Esta red tiene 5 líneas de enlace y la carga total es de $3.715 + j2.300$ MVA. Además, las pérdidas totales del sistema en su configuración inicial son de 202.67 kW, y un voltaje mínimo de 0.91324 p.u., en el nodo 18, tal como se muestra en los resultados obtenidos con el método propuesto en la Tabla 4.4.1.

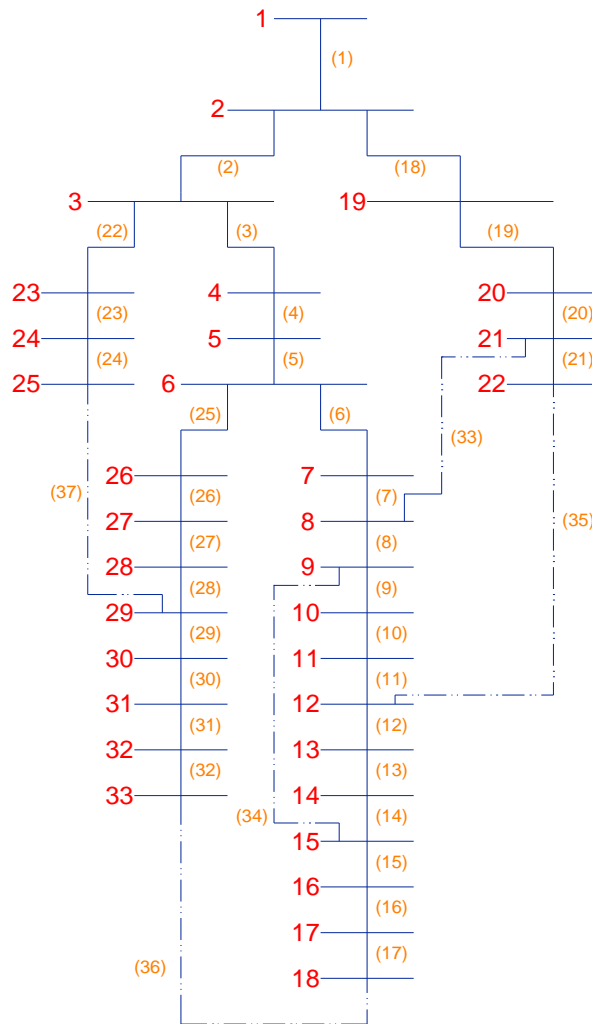


Figura 4.4.1 Sistema de distribución - 33B sin generación distribuida (antes de la reconfiguración)
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.4.1 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

| RESULTADOS DEL CASO BASE | |
|---|---------|
| Pérdidas de potencia activa: 202.67 kW | |
| Voltaje mínimo: 0.91324p.u. Nodo: 18 | |
| Línea Abierta: | 8 – 21 |
| Línea Abierta: | 9 – 15 |
| Línea Abierta: | 12 – 22 |
| Línea Abierta: | 18 – 33 |
| Línea Abierta: | 25 – 29 |



Los resultados obtenidos al aplicar el algoritmo de reconfiguración propuesto, han sido comparados con los publicados en el trabajo de referencia; según se puede observar en la Tabla 4.4.2, en dos de las simulaciones realizadas se han obtenido resultados bastante aproximados.

Tabla 4.4.2 Comparación de resultados de simulación para el sistema de 33 barras sin generación distribuida.

Fuente: Elaboración propia.

| Método | Configuración óptima | Pérdidas (kW) |
|----------|-------------------------|-------------------------|
| Ref.[24] | 7, 9, 14, 32, 37 | 139.55 |
| | 7, 10, 14, 36, 37 | 142.68 |
| | 9, 28, 33, 34, 36 | 146.37 |
| | 7, 9, 14, 28, 32 | 139.98 |
| | 7, 9, 14, 32, 37 | 139.55 |
| | Propuesto | 7, 9, 14, 28, 32 |
| | 7, 9, 14, 32, 25 | 139.55 |

La mejor configuración obtenida a lo largo de 10 simulaciones fue aquella cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.4.3. La reducción de la pérdida de potencia con relación al caso base es de 31.15% y se obtuvo en un tiempo computacional de 3.35 segundos, mientras que el peor caso de voltaje se da en el nodo número 32 con 0.93786 p.u. El proceso de convergencia del algoritmo, las magnitudes de voltaje en cada nodo y la configuración óptima del sistema de distribución de 33 barras se muestra en la Figura 4.4.2, Figura 4.4.3 y Figura 4.4.4, respectivamente.

Tabla 4.4.3 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB.

Fuente: Elaboración propia.

| RESULTADOS DE LA RECONFIGURACIÓN | |
|---|---------|
| Pérdidas de potencia activa: 139.55 kW | |
| Voltaje mínimo: 0.93786p.u. Nodo: 32 | |
| Línea Abierta: | 7 – 8 |
| Línea Abierta: | 9 – 10 |
| Línea Abierta: | 14 – 15 |
| Línea Abierta: | 32 – 33 |
| Línea Abierta: | 25 – 29 |

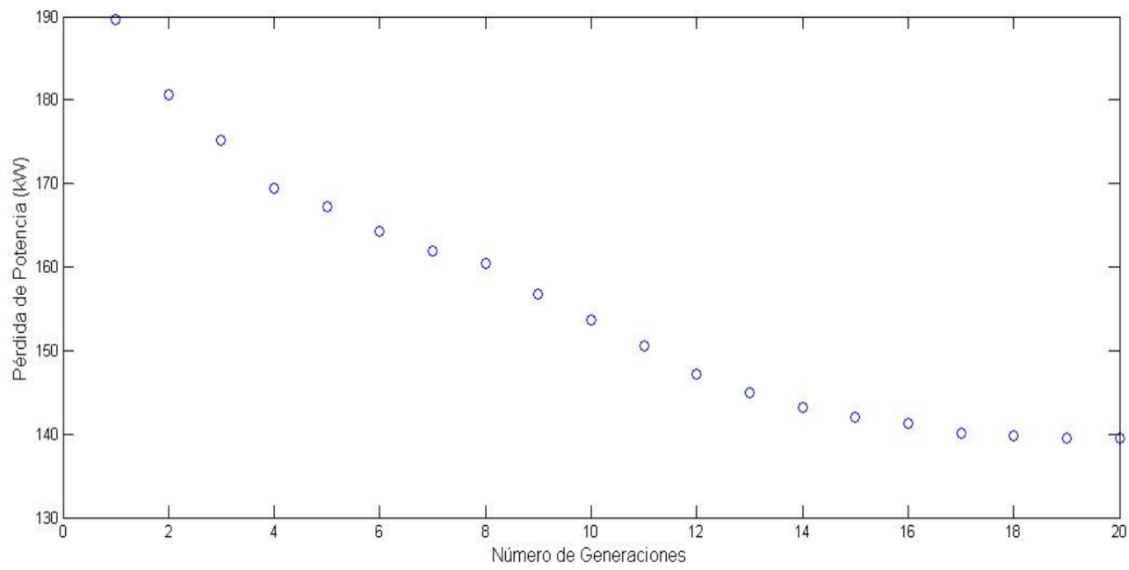


Figura 4.4.2 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

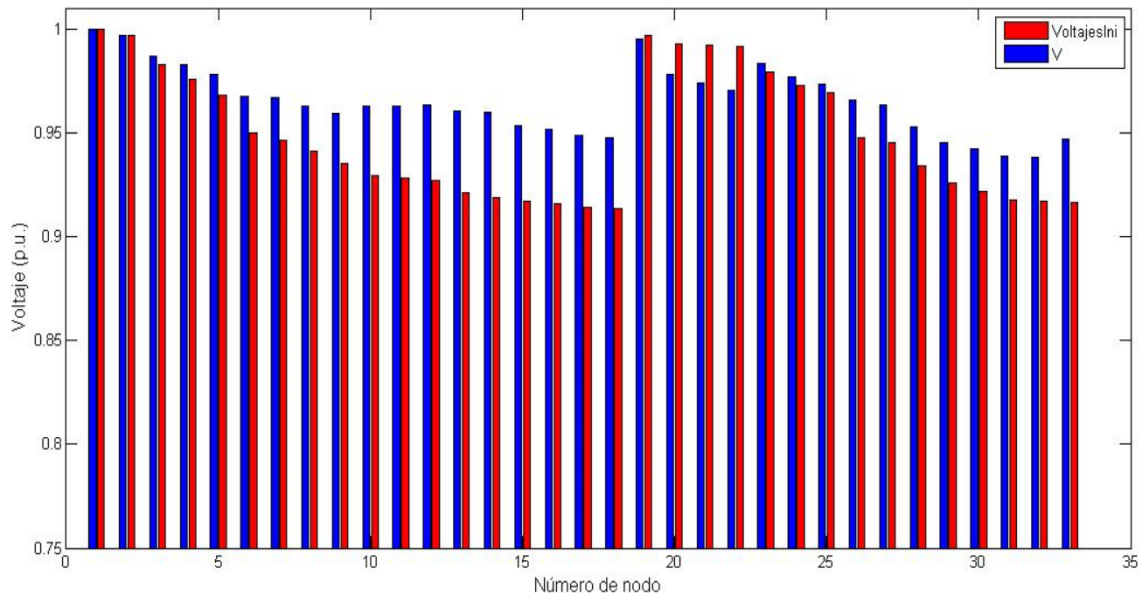


Figura 4.4.3 Magnitudes de voltaje del sistema de prueba de 33 barras antes y después de la reconfiguración.
Fuente: Elaboración propia.

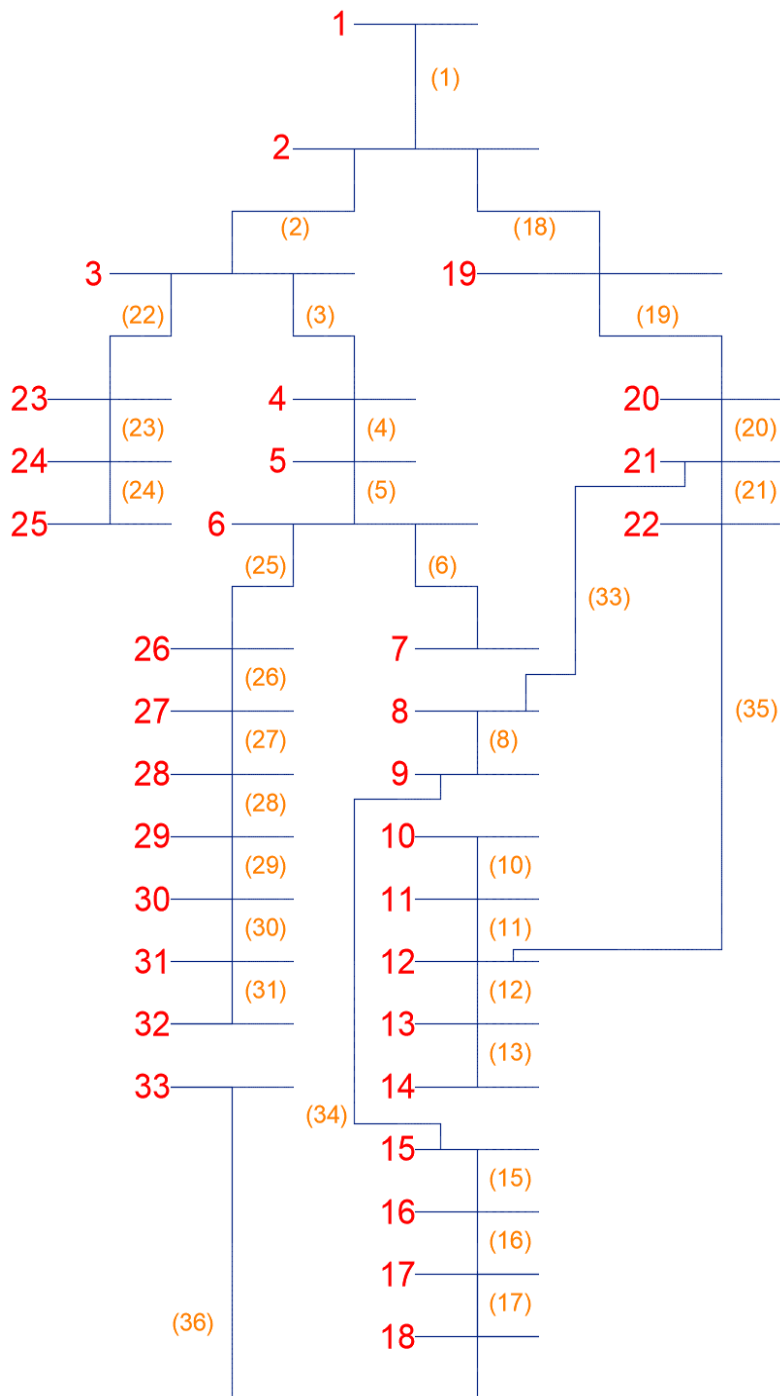


Figura 4.4.4 Sistema de distribución - 33B sin generación distribuida (después de la reconfiguración)
Fuente: Elaboración propia.

4.4.2 Reconfiguración del sistema de distribución de 33 barras con generación distribuida

Para el análisis del sistema de distribución de 33 barras con generación distribuida se consideran las mismas características de línea y carga, activa y reactiva, citadas en el punto anterior. Para este caso de estudio se asume cuatro generadores, distribuidos de 100 kW, los mismos que estarán conectados en los nodos 17, 18, 32 y 33, respectivamente, tal como se puede observar en la Figura 4.4.5. Las pérdidas de potencia para el caso base son de 155.92 kW, con un voltaje mínimo de 0.92903p.u., en el nodo 33, como se puede observar en la Tabla 4.4.4.

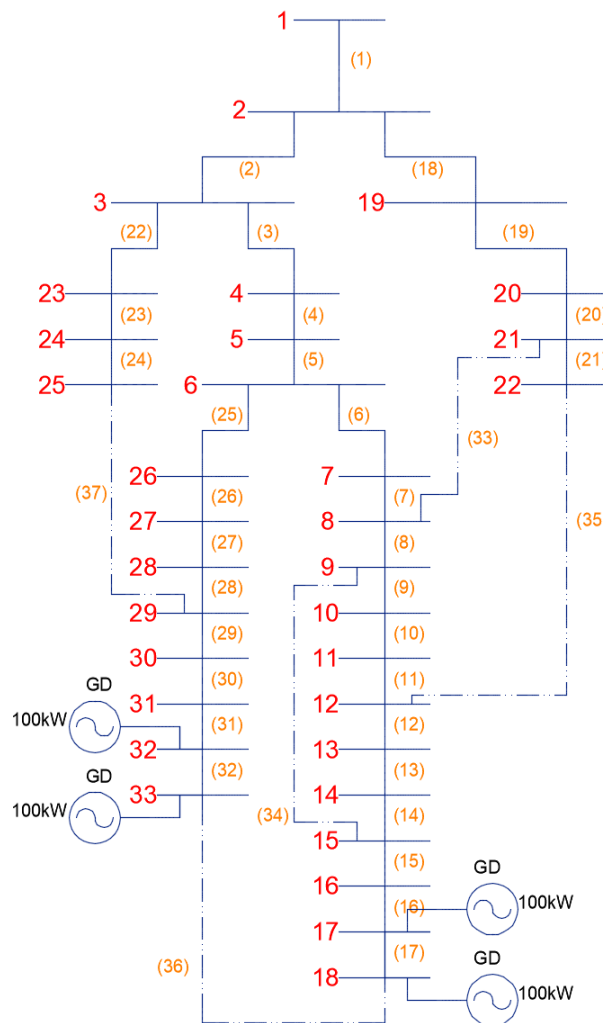


Figura 4.4.5 Sistema de distribución - 33B con generación distribuida (antes de la reconfiguración)
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.4.4 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

| RESULTADOS DEL CASO BASE | |
|--|---------|
| Pérdidas de potencia activa: 155.92 kW | |
| Voltaje mínimo: 0.92903p.u. Nodo: 33 | |
| Línea Abierta: | 8 – 21 |
| Línea Abierta: | 9 – 15 |
| Línea Abierta: | 12 – 22 |
| Línea Abierta: | 18 – 33 |
| Línea Abierta: | 25 – 29 |

Al aplicar el algoritmo de reconfiguración al sistema de distribución de 33 barras con generación distribuida, se pueden corroborar en la Tabla 4.4.5, que los resultados obtenidos son bastante aproximados, comparado con los publicados en el trabajo de referencia.

Tabla 4.4.5 Comparación de resultados de simulación para el sistema de 33 barras con generación distribuida.
Fuente: Elaboración propia.

| Método | Configuración óptima | Pérdidas (kW) |
|------------------|-------------------------|-----------------|
| Ref.[24] | 7, 9, 14, 31, 37 | 108.5535 |
| Propuesto | 7, 9, 14, 31, 37 | 108.5545 |

Los resultados de la mejor configuración obtenida, en un tiempo computacional de 19.28 segundos, se pueden observar en la Tabla 4.4.6. La reducción de la pérdida de potencia que se logró con relación al caso base es de 30.38%, mientras que el peor caso de voltaje se da en el nodo 32 con un valor de 0.95035p.u. El proceso de convergencia del algoritmo, las magnitudes de voltaje en cada nodo y el sistema de distribución de 33 barras con generación distribuida reconfigurado se muestra en la Figura 4.4.6, Figura 4.4.7 y Figura 4.4.8, respectivamente.

Tabla 4.4.6 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

| RESULTADOS DE LA RECONFIGURACIÓN | |
|--|---------|
| Pérdidas de potencia activa: 108.5545 kW | |
| Voltaje mínimo: 0.95035p.u. Nodo: 31 | |
| Línea Abierta: | 7 – 8 |
| Línea Abierta: | 9 – 10 |
| Línea Abierta: | 14 – 15 |
| Línea Abierta: | 31 – 32 |
| Línea Abierta: | 25 – 29 |

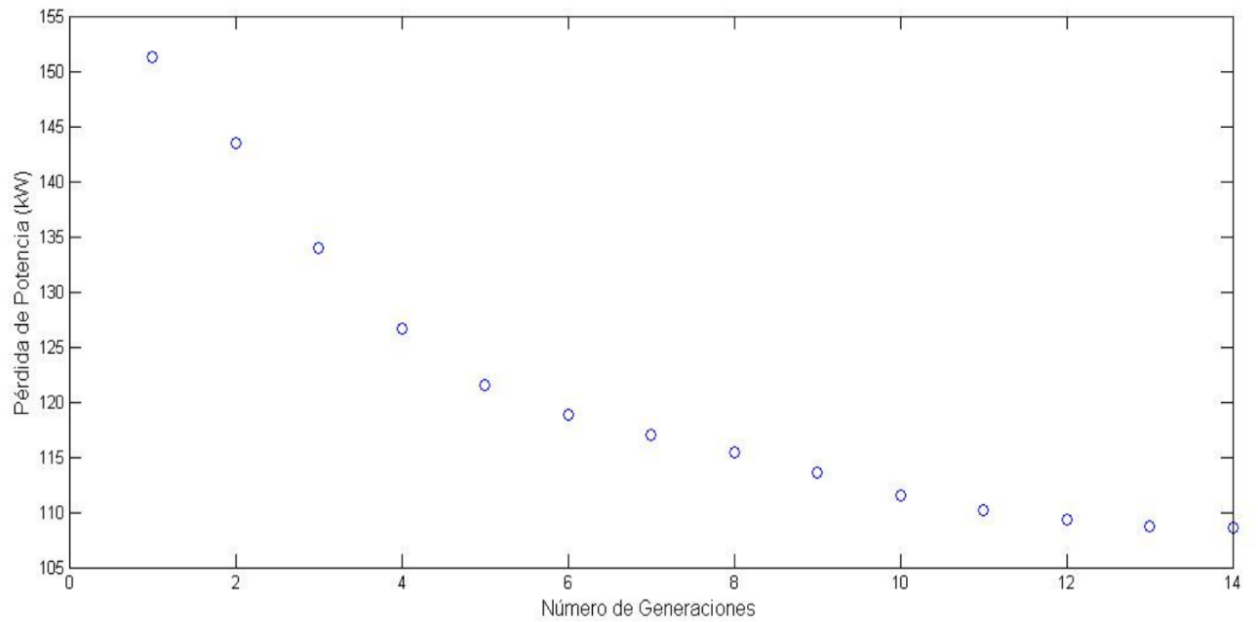


Figura 4.4.6 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

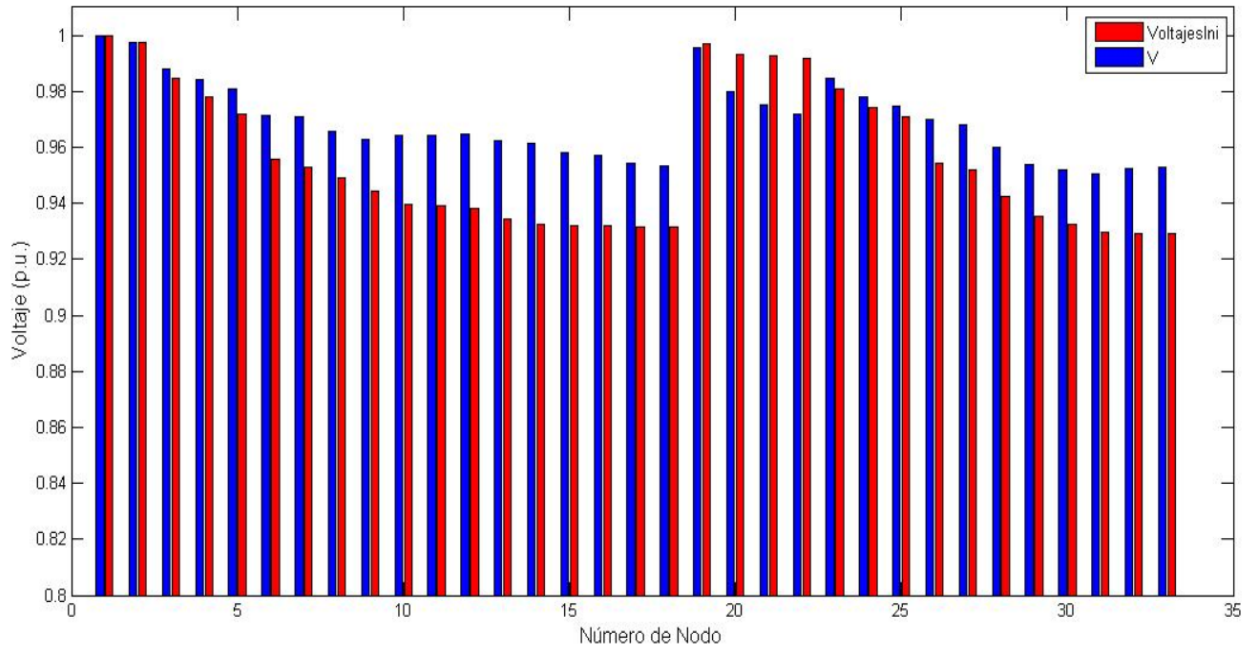


Figura 4.4.7 Magnitudes de voltaje del sistema de prueba de 33 barras antes y después de la reconfiguración.
Fuente: Elaboración propia.

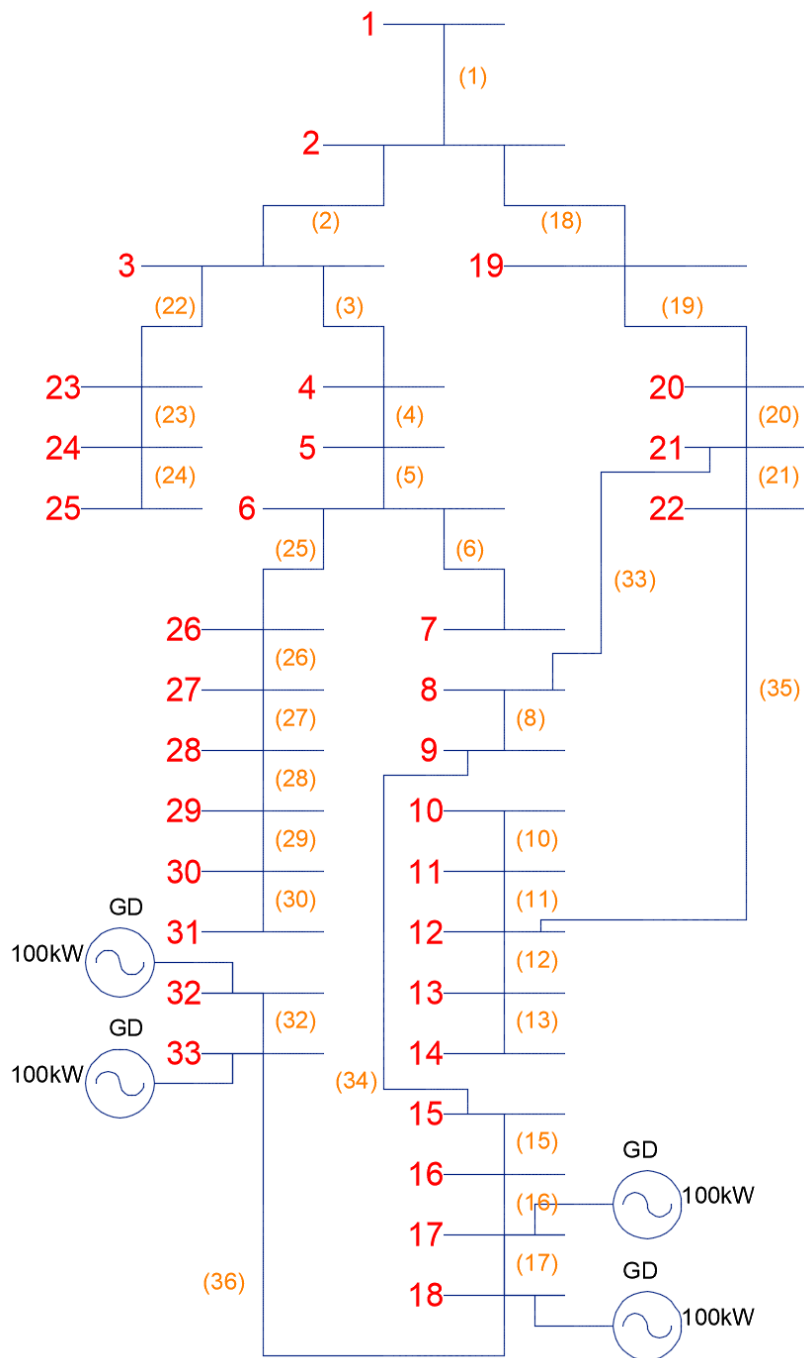


Figura 4.4.8 Sistema de distribución - 33B con generación distribuida (después de la reconfiguración)
Fuente: Elaboración propia.

4.4.3 Reconfiguración del sistema de distribución de 69 barras sin generación distribuida

Los datos y la configuración inicial del sistema de 69 barras están dados en la Tabla 6.1.3 y Figura 4.4.9, respectivamente. Este sistema también se encuentra conformado por 5 líneas de enlace y tiene una carga total de $3,802 MW$ y $3,696 MVAr$. Las pérdidas de potencia activa totales en el caso base de funcionamiento del sistema son de $225.0368 kW$, y un voltaje mínimo de $0.90927p.u$ en el nodo 54, tal como se muestra en los resultados obtenidos con el método propuesto en la Tabla 4.4.7.

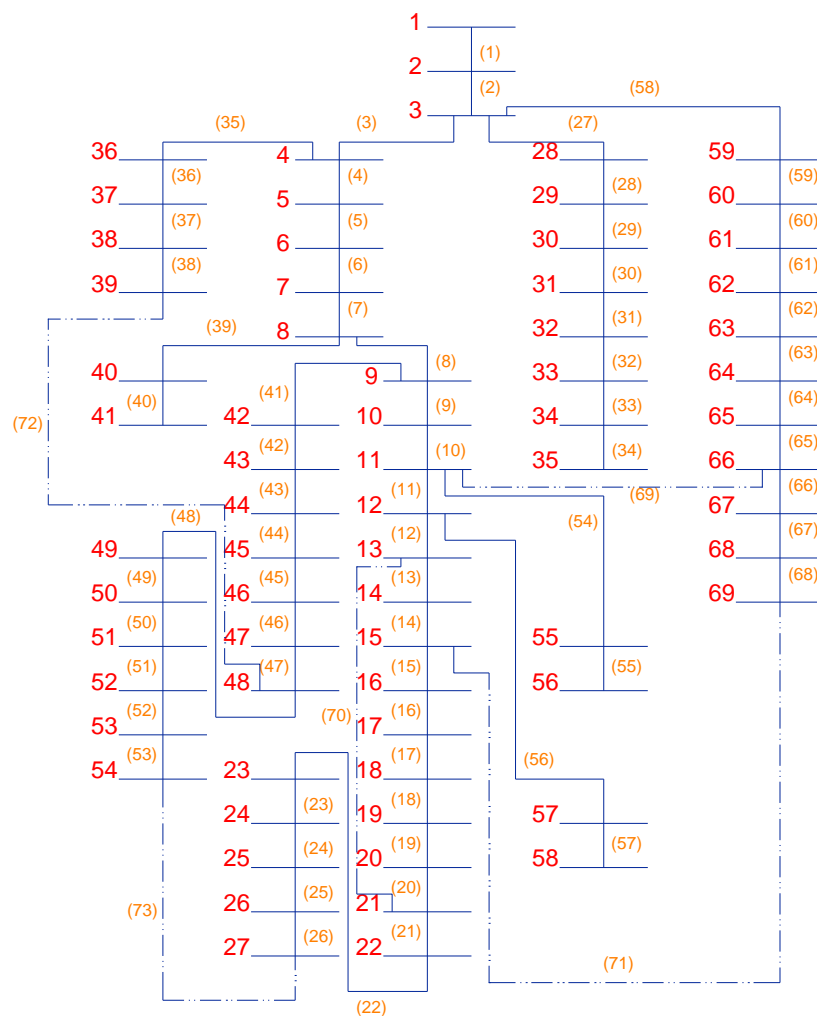


Figura 4.4.9 Sistema de distribución - 69B sin generación distribuida (antes de la reconfiguración)
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.4.7 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

| RESULTADOS DEL CASO BASE | |
|--|---------|
| Pérdidas de potencia activa: 225.0368 kW | |
| Voltaje mínimo: 0.90927p.u. Nodo: 54 | |
| Línea Abierta: | 11 – 66 |
| Línea Abierta: | 13 – 21 |
| Línea Abierta: | 15 – 69 |
| Línea Abierta: | 39 – 48 |
| Línea Abierta: | 27 – 54 |

Los resultados obtenidos aplicando el algoritmo de reconfiguración, han sido comparados con los publicados en el trabajo de referencia; según se puede observar en la Tabla 4.4.8, en dos de las simulaciones realizadas, se han obtenido resultados bastante aproximados.

Tabla 4.4.8 Comparación de resultados de simulación para el sistema de 69 barras sin generación distribuida.
Fuente: Elaboración propia.

| Método | Configuración óptima | Pérdidas (kW) |
|-----------|----------------------|---------------------------|
| Ref. [24] | 69, 70, 14, 45, 52 | 99.6209 |
| | 69, 18, 13, 45, 50 | 105.2404 |
| | 69, 70, 14, 45, 50 | 98.6174 |
| | 69, 70, 14, 47, 50 | 98.6174 |
| | 69, 70, 14, 45, 50 | 98.6174 |
| | 69, 70, 14, 44, 50 | 98.6174 |
| | 69, 70, 14, 46, 50 | 98.6174 |
| | Propuesto | 69, 70, 14, 47, 50 |

La mejor configuración obtenida a lo largo de 10 simulaciones fue aquella cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.4.9. La reducción de la pérdida de potencia con relación al caso base es de 56.19%, se obtuvo en un tiempo computacional de 52.82 segundos, mientras que el peor caso de voltaje se da en el nodo número 50 con 0.94947p.u. El proceso de convergencia del algoritmo, las magnitudes de voltaje en cada nodo y el sistema de distribución de 69 barras reconfigurado se muestra en la Figura 4.4.10, Figura 4.4.11 y Figura 4.4.12, respectivamente.

Tabla 4.4.9 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

| RESULTADOS DE LA RECONFIGURACIÓN | |
|---|---------|
| Pérdidas de potencia activa: 98.5943 kW | |
| Voltaje mínimo: 0.94947p.u. Nodo: 50 | |
| Línea Abierta: | 14 – 15 |
| Línea Abierta: | 47 – 48 |
| Línea Abierta: | 50 – 51 |
| Línea Abierta: | 11 – 66 |
| Línea Abierta: | 13 – 21 |

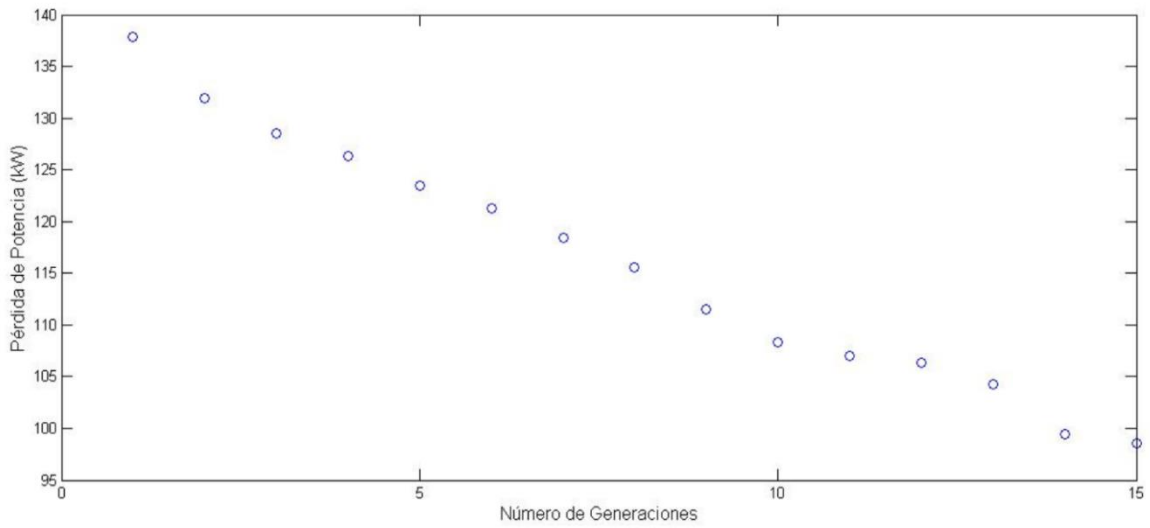


Figura 4.4.10 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

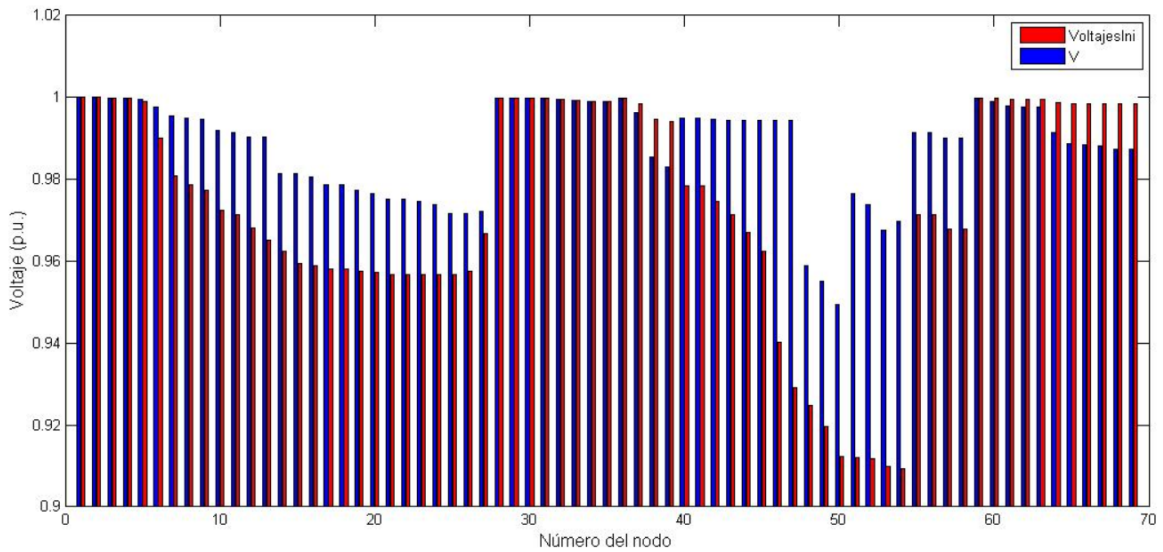


Figura 4.4.11 Magnitudes de voltaje del sistema de prueba de 69 barras antes y después de la reconfiguración.
Fuente: Elaboración propia.

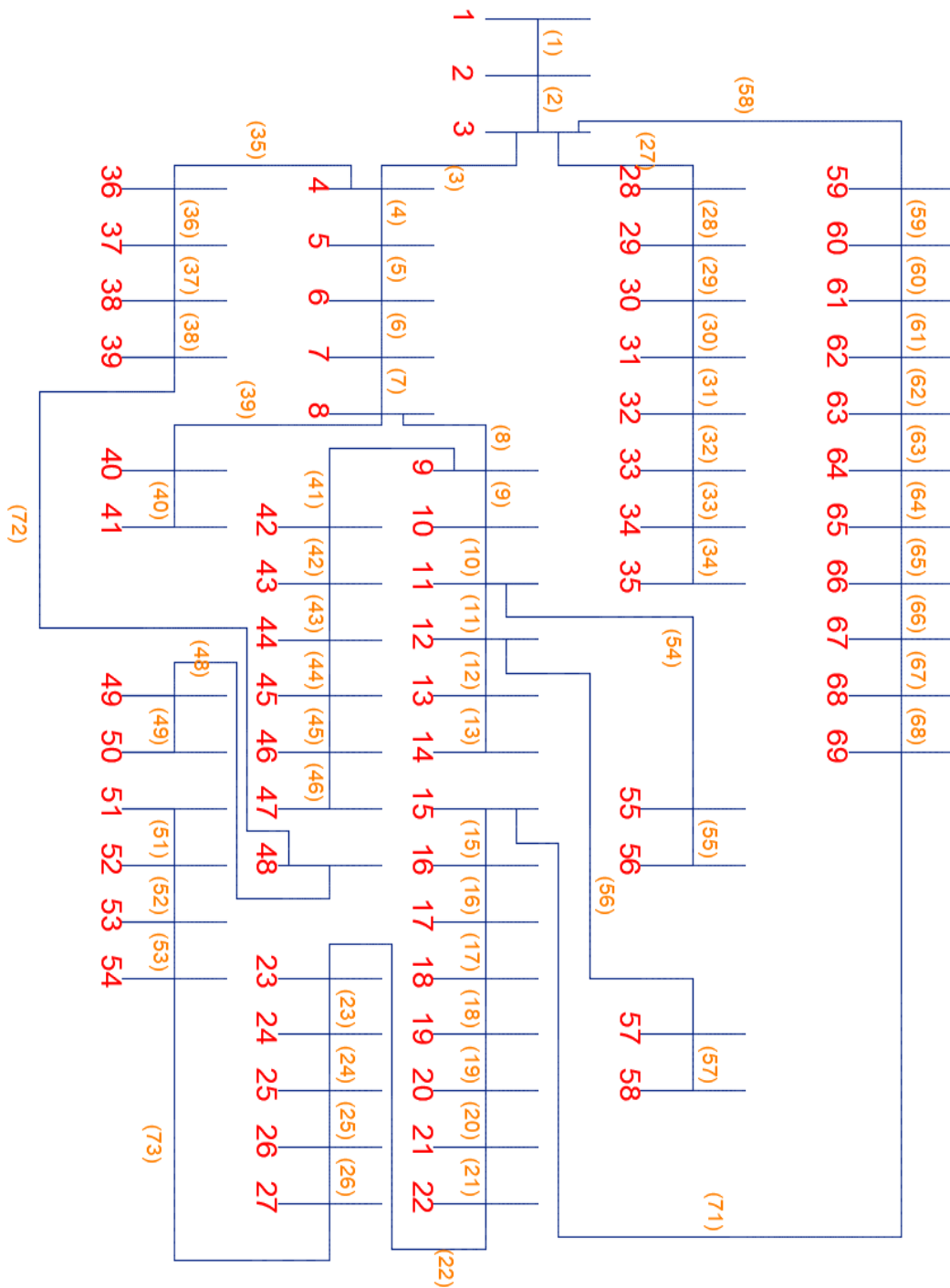


Figura 4.4.12 Sistema de distribución - 69B sin generación distribuida (después de la reconfiguración)
Fuente: Elaboración propia.

4.4.4 Reconfiguración del sistema de distribución de 69 barras con generación distribuida

El análisis de la reconfiguración del sistema de distribución de 69 barras con generación distribuida se realiza con las mismas características de línea y carga citadas en el punto anterior. Para este caso de estudio se consideran seis generadores distribuidos, cada uno de 450kW, los mismos que estarán ubicados en los nodos 11, 39, 49, 50, 51 y 53, respectivamente, tal como se muestra en la Figura 4.4.13. Las pérdidas de potencia para el caso base son de 74.6073kW, con un voltaje mínimo de 0.97371p.u., en el nodo 25, como se puede observar en la Tabla 4.4.10.

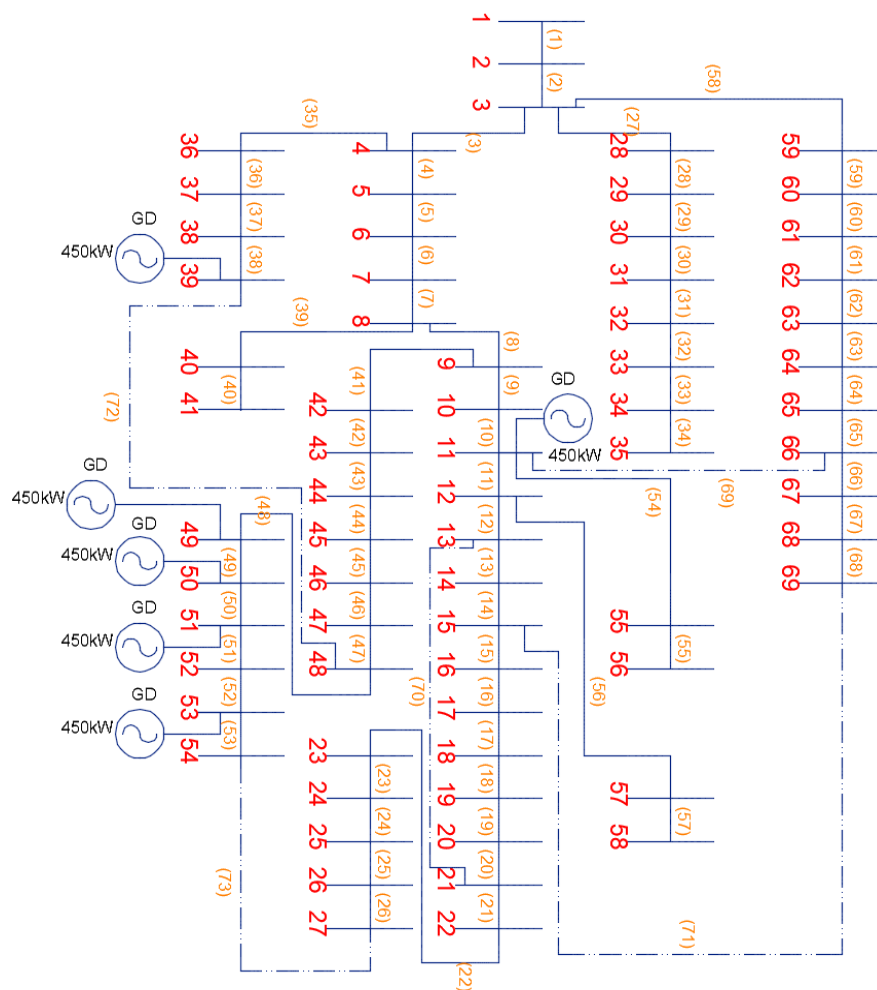


Figura 4.4.13 Sistema de distribución - 69B con generación distribuida (antes de la reconfiguración)
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.4.10 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

| RESULTADOS DEL CASO BASE | |
|---|---------|
| Pérdidas de potencia activa: 74.6073kW | |
| Voltaje mínimo: 0.97371p.u. Nodo: 25 | |
| Línea Abierta: | 11 – 66 |
| Línea Abierta: | 13 – 21 |
| Línea Abierta: | 15 – 69 |
| Línea Abierta: | 39 – 48 |
| Línea Abierta: | 27 – 54 |

Aplicando el algoritmo de reconfiguración al sistema de distribución de 69 barras con generación distribuida, se pueden corroborar en la Tabla 4.4.11, que los resultados obtenidos son bastante aproximados, comparado con los publicados en el trabajo de referencia.

Tabla 4.4.11 Comparación de resultados de simulación para el sistema de 69 barras con generación distribuida.
Fuente: Elaboración propia.

| Método | Configuración óptima | Pérdidas (kW) |
|------------------|---------------------------|----------------|
| Ref.[24] | 47, 52, 14, 70, 69 | 34.9366 |
| Propuesto | 47, 52, 14, 70, 69 | 34.9284 |

Los resultados se obtuvieron en un tiempo computacional de 47.39 segundos y se pueden observar en la Tabla 4.4.12. La reducción de la pérdida de potencia se logró en un 53.18% en relación al caso base, mientras que el voltaje más bajo se da en el nodo 50 con un valor de 0.97834p.u. El proceso de convergencia del algoritmo, las magnitudes de voltaje en cada nodo y el sistema de distribución de 69 barras con generación distribuida reconfigurado se muestra en la Figura 4.4.14, Figura 4.4.15, y Figura 4.4.16, respectivamente.

Tabla 4.4.12 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

| RESULTADOS DE LA RECONFIGURACIÓN | |
|---|---------|
| Pérdidas de potencia activa: 34.9284kW | |
| Voltaje mínimo: 0.97834p.u. Nodo: 50 | |
| Línea Abierta: | 14 – 15 |
| Línea Abierta: | 47 – 48 |
| Línea Abierta: | 52 – 53 |
| Línea Abierta: | 11 – 66 |
| Línea Abierta: | 13 – 21 |

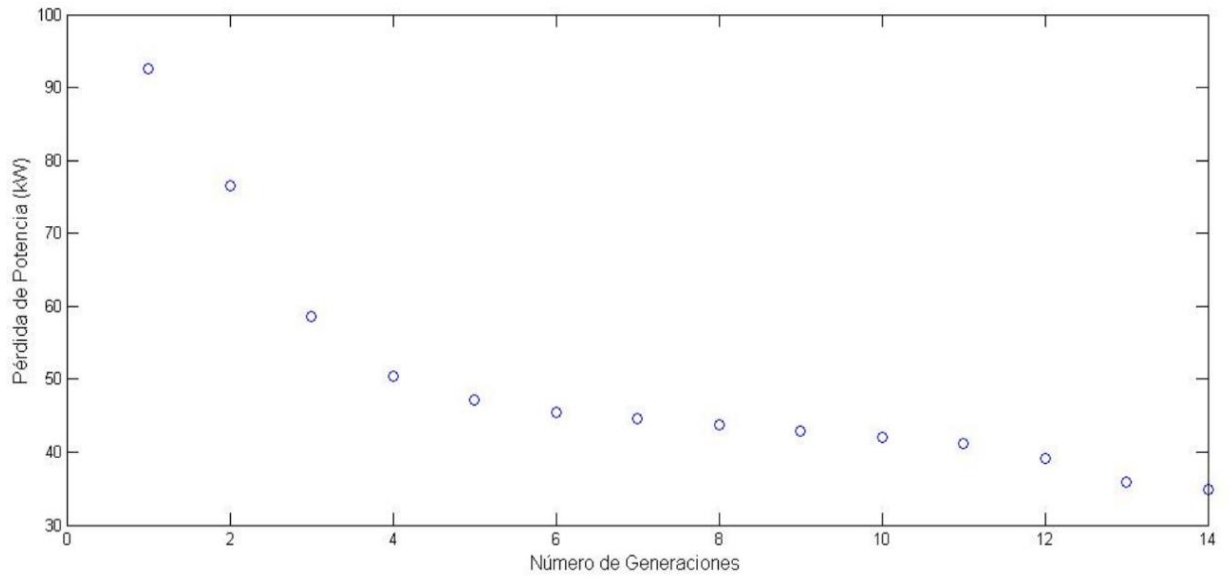


Figura 4.4.14 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

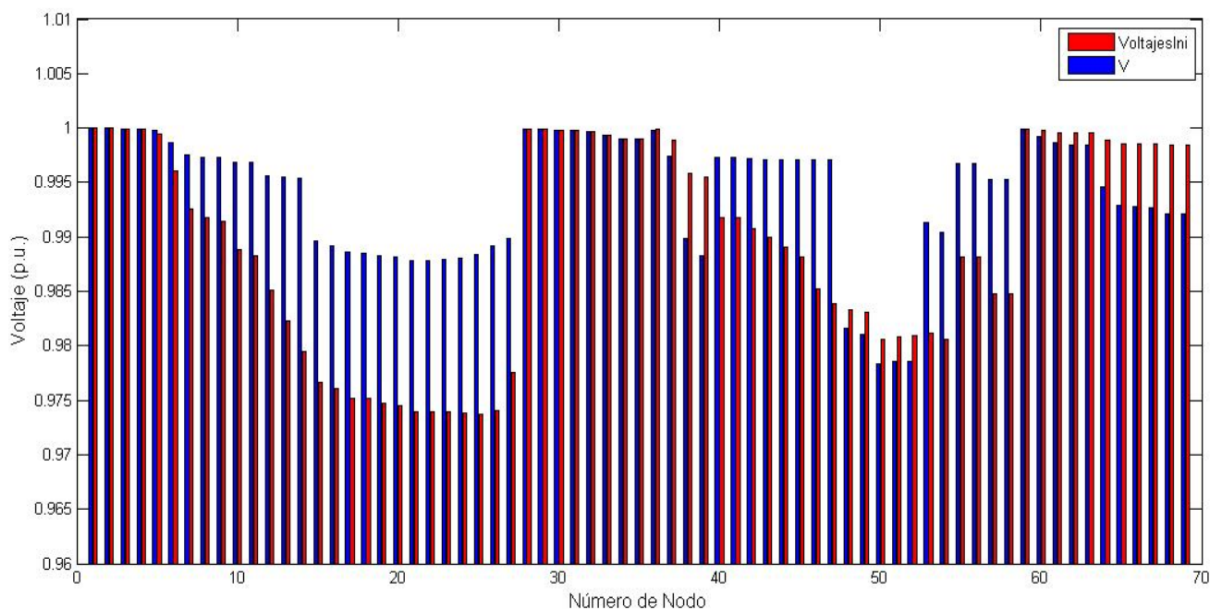


Figura 4.4.15 Magnitudes de voltaje del sistema de prueba de 69 barras antes y después de la reconfiguración.
Fuente: Elaboración propia.

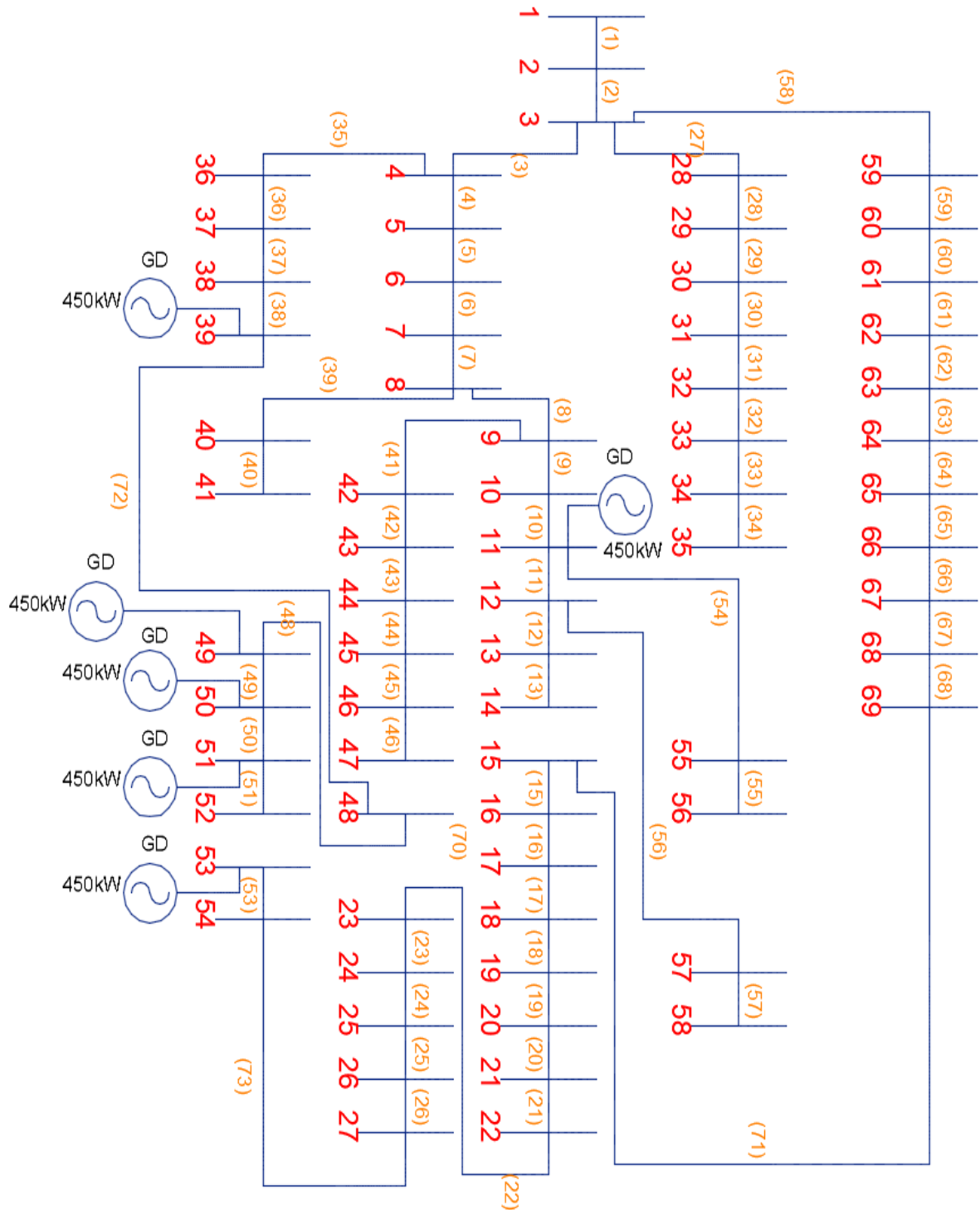


Figura 4.4.16 Sistema de distribución - 69B con generación distribuida (después de la reconfiguración)
Fuente: Elaboración propia.



4.5 Reconfiguración del sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

Corroborada la validez del algoritmo de reconfiguración implementado con los sistemas de testeo de la IEEE, en esta sección se analizará la reconfiguración del sistema de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, tomando en consideración tres casos de estudio. En el primero se analiza la reconfiguración de un alimentador del sistema de distribución, en el segundo caso se procede a reconfigurar alimentadores que provienen de una misma subestación; y, por último, se analiza la reconfiguración entre alimentadores de dos subestaciones.

4.5.1 Caso 1: Reconfiguración de un alimentador

4.5.1.1 Reconfiguración del alimentador 0101 de la S/E01

En este caso de estudio se analiza el alimentador 0101 de la subestación 01 perteneciente a la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, cuyos datos se muestran en la Tabla 6.1.4, mientras que la configuración inicial se puede observar en Anexos en la Figura 6.2.1. Este alimentador cuenta con 159 nodos, una línea de enlace, una carga total de 495.30 kW y 146.57 kVAr , y dos condensadores de 50 kVAr cada uno, ubicados en el nodo 14 (MTS_S_2906 – Nomenclatura EERCS) y 146 (MTS_S_2945), respectivamente. Además, las pérdidas totales del sistema en el caso base son de 3.0019 kW , y un voltaje mínimo de 0.98583 p.u en el nodo 111 (MTS_L_2928), tal como se muestra en la Tabla 4.5.1.

Tabla 4.5.1 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

| RESULTADOS DEL CASO BASE | |
|---|----------------------------|
| Pérdidas de potencia activa: 3.0019 kW | |
| Voltaje mínimo: 0.98583 p.u. Nodo: 111 (MTS_L_2928) | |
| Línea Abierta: 44 – 108 | (MTS_S_37659 - 4715_BARRA) |

Aplicando el algoritmo de reconfiguración propuesto al alimentador en estudio, se obtuvo en un tiempo computacional de 2.65 segundos, una reducción de las pérdidas de potencia del 12.06%, en relación al caso base, mientras que el voltaje más bajo después de la reconfiguración se da en el nodo 30 (MTS_S_38791), con un valor por unidad de 0.99905; estos resultados se pueden observar en la Tabla 4.5.2. El proceso de convergencia del algoritmo y las magnitudes de voltaje en cada nodo se muestran en la Figura 4.5.1 y Figura 4.5.2, respectivamente. Además el alimentador reconfigurado se muestra en Anexos en la Figura 6.2.2.

Tabla 4.5.2 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

| RESULTADOS DE LA RECONFIGURACIÓN | |
|---|---|
| Pérdidas de potencia activa: 2.6398kW | |
| Voltaje mínimo: 0.99905p.u. Nodo: 30 (MTS_S_38791) | |
| Línea Abierta: | 106 – 107 (MTS_S_38461 - MTS_S_4407) |

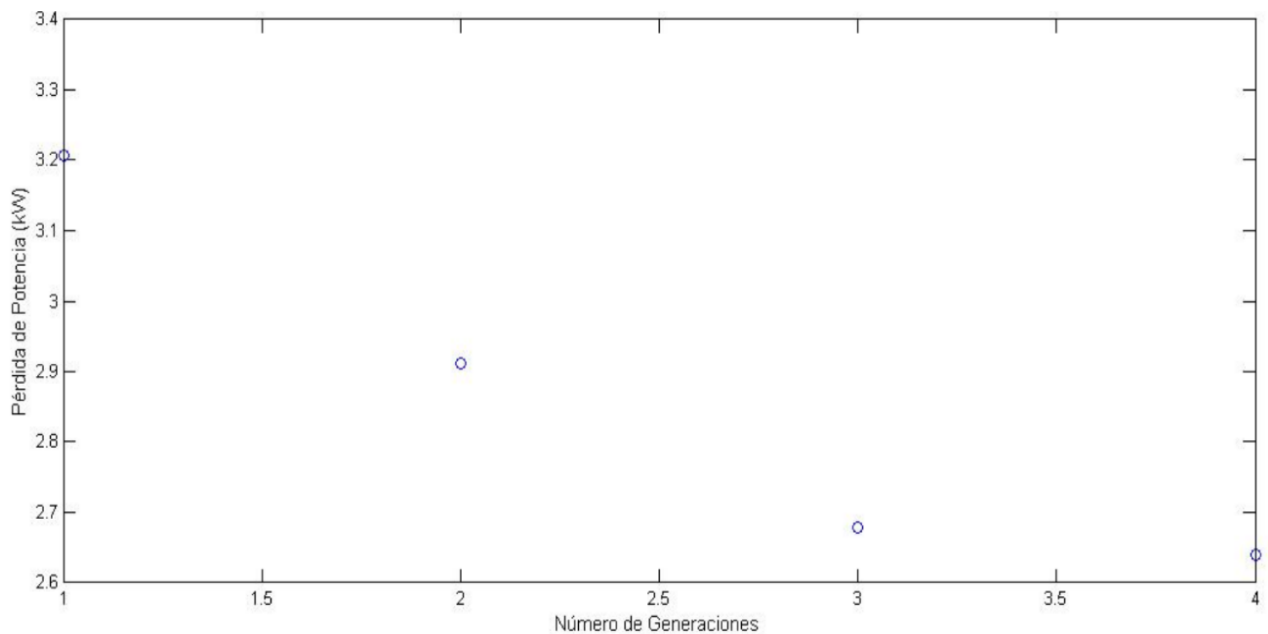


Figura 4.5.1 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

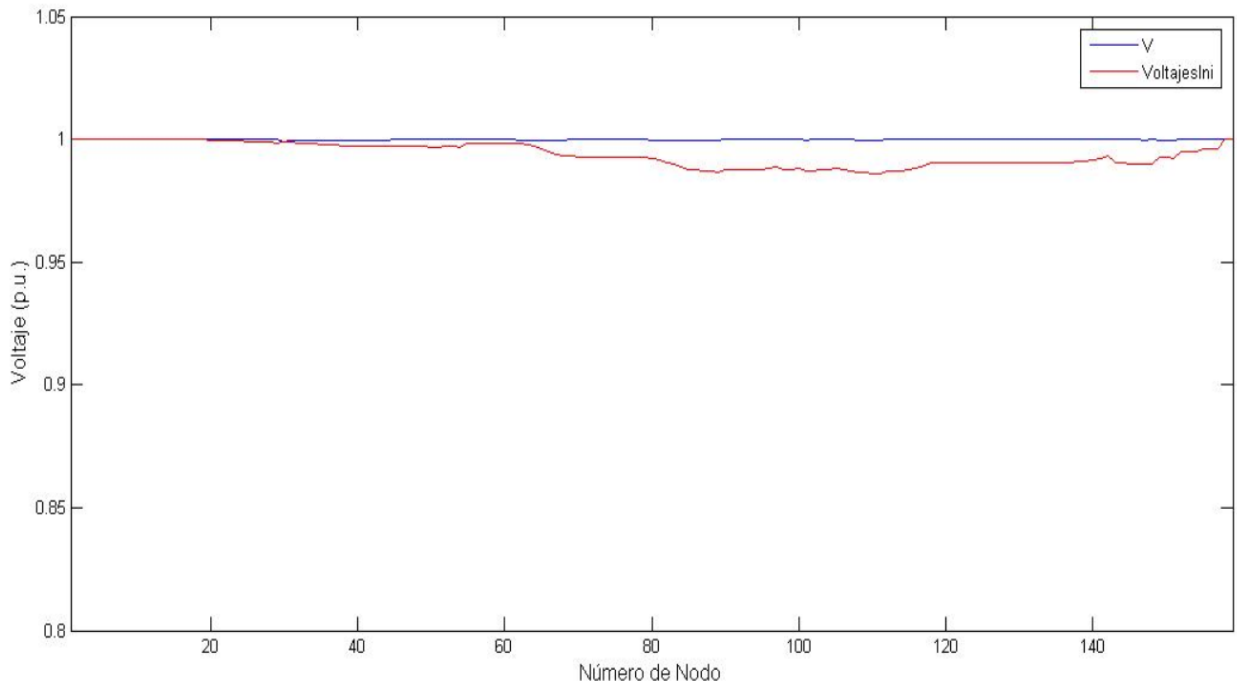


Figura 4.5.2 Magnitudes de voltaje del alimentador perteneciente a la EERCS antes y después de la reconfiguración.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.1.2 Reconfiguración del alimentador 0201 de la S/E02

Esta sección analiza la reconfiguración para el alimentador 0201 de la subestación 02, el mismo que pertenece Empresa Eléctrica Regional Centro Sur y se muestra en Anexos en la Figura 6.2.3. Las características de las líneas y las cargas se pueden observar en Tabla 6.1.5. El alimentador en estudio tiene 166 nodos, dos líneas de enlace, una carga total de 362.7416 kW y 125.4658 kVAr , y un condensador de 50 kVAr ubicado en el nodo 11. Además, las pérdidas totales del sistema en su configuración inicial son de 1.7339 kW , y un voltaje mínimo de 0.99013 p.u. en el nodo 120 (MTS_L_5488), tal como se indica en la Tabla 4.5.3.

*Tabla 4.5.3 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.*

| RESULTADOS DEL CASO BASE | |
|---|--|
| Pérdidas de potencia activa: 1.7339kW | |
| Voltaje mínimo: 0.99013p.u. Nodo: 120 (MTS_L_5488) | |
| Línea Abierta: | 100 – 24 (MTS_S_76064 - MTA_L_322971) |
| Línea Abierta: | 87 – 127 (MTS_S_37642 - 4707_BARRA) |

Al aplicar el algoritmo de reconfiguración al alimentador 0201 se obtuvo una reducción de las pérdidas de potencia en un 6.07%, mientras que el peor caso de voltaje se da en el nodo 161 (MTS_L_3212) con un valor por unidad de 0.98771. Estos resultados se obtuvieron en un tiempo computacional de 1.61 segundos y pueden ser observados en la Tabla 4.5.4. El proceso de convergencia del algoritmo y las magnitudes de voltaje en cada nodo se muestran en la Figura 4.5.3 y Figura 4.5.4, respectivamente. Además, el alimentador con su nueva configuración se presenta en Anexos en la Figura 6.2.4.

*Tabla 4.5.4 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.*

| RESULTADOS DE LA RECONFIGURACIÓN | |
|---|--|
| Pérdidas de potencia activa: 1.6294kW | |
| Voltaje mínimo: 0.98771p.u. Nodo: 161 (MTS_L_3212) | |
| Línea Abierta: | 105 – 106 (MTS_S_4404 - MTS_S_4383) |
| Línea Abierta: | 100 – 24 (MTS_S_76064 - MTA_L_322971) |

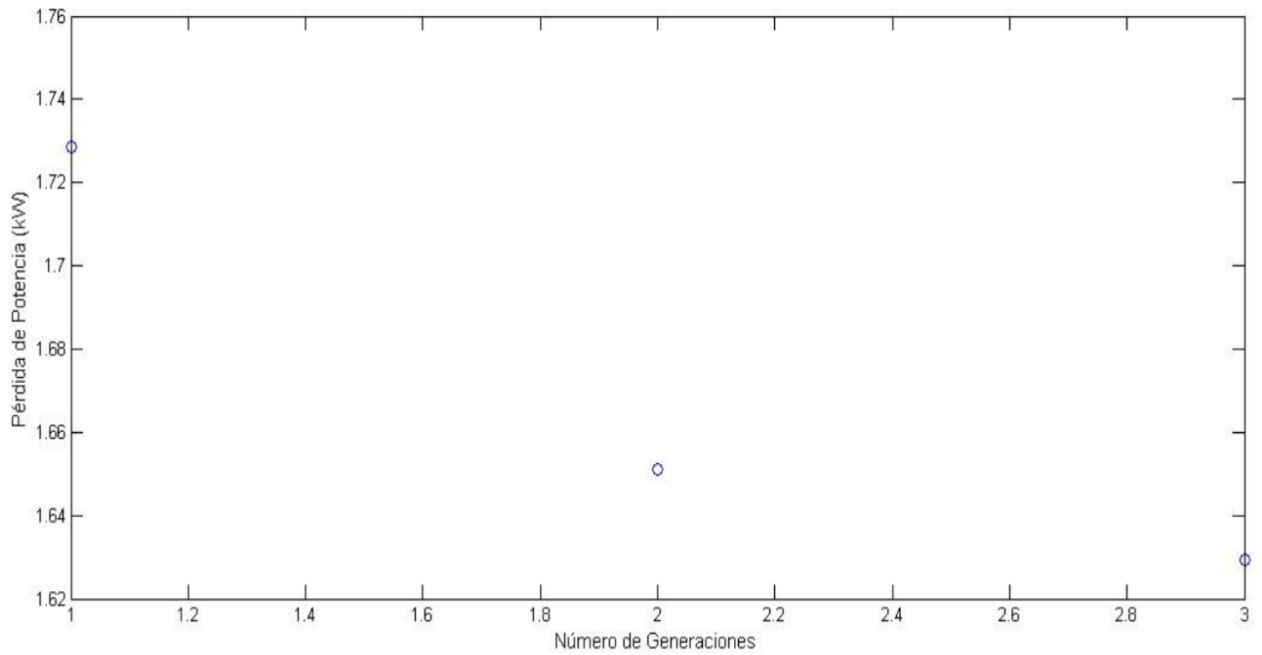


Figura 4.5.3 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

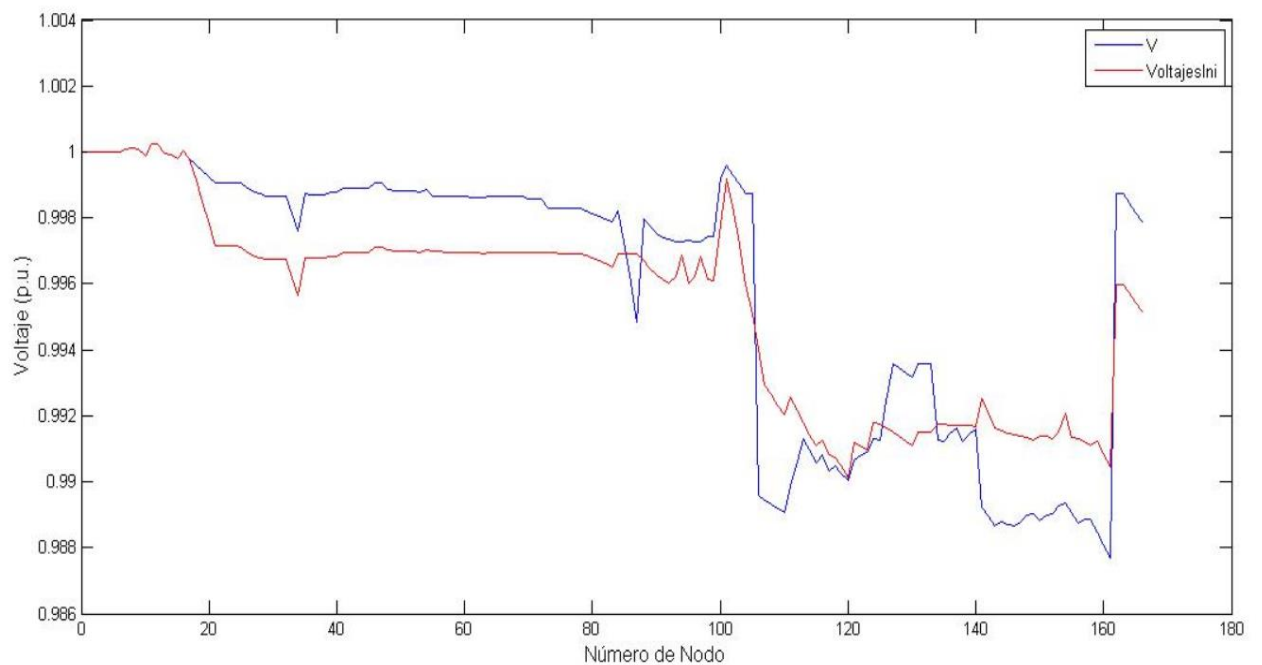


Figura 4.5.4 Magnitudes de voltaje del alimentador perteneciente a la EERCS antes y después de la reconfiguración.
Fuente: Elaboración propia.



4.5.2 Caso 2: Reconfiguración entre alimentadores de una misma subestación

4.5.2.1 Reconfiguración de los alimentadores 0101, 0102 y 0103 de la S/E01

En esta sección se analiza la reconfiguración de los alimentadores 0101, 0102 y 0103 de la S/E01, pertenecientes a la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, cuyos datos se pueden observar en la Tabla 6.1.6 y su configuración inicial en Anexos en la Figura 6.2.5. El sistema que se analiza cuenta con 415 barras, cuatro líneas de enlace, una carga total de 1387.78 kW y 238.58 kVAr , y cinco condensadores de 50 kVAr cada uno, ubicado en los nodos 14 (MTS_S_2906), 146 (MTS_S_2945), 168 (MTS_S_3779), 298 (MTS_S_3787) y 414 (MTS_S_3783), respectivamente. Además, las pérdidas totales del sistema en su configuración inicial son de 15.3106 kW , y un voltaje mínimo de 0.97739p.u. en el nodo 221 (MTS_S_3132), tal como se muestra en la Tabla 4.5.5.

Tabla 4.5.5 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

| RESULTADOS DEL CASO BASE | |
|---|--|
| Pérdidas de potencia activa: 15.3106kW | |
| Voltaje mínimo: 0.97739p.u. Nodo: 221 (MTS_S_3132) | |
| Línea Abierta: | 44 – 108 (MTS_S_37659 - 4715_BARRA) |
| Línea Abierta: | 261 – 216 (MTS_S_3775 - MTS_L_3774) |
| Línea Abierta: | 381 – 172 (10763_BARRA - MTS_L_37583) |
| Línea Abierta: | 176 – 79 (MTS_S_2886 - MTS_L_2886) |

Al aplicar el algoritmo de reconfiguración al sistema de tres alimentadores se obtuvo una reducción de las pérdidas de potencia de 7.95%, mientras que el voltaje más bajo se da en el nodo 218 (MTS_S_37666) con un valor por unidad de 0.98014. Estos resultados se obtuvieron en un tiempo computacional de 53.80 segundos y pueden ser observados en la Tabla 4.5.6. El proceso de convergencia del algoritmo y las magnitudes de voltaje en cada nodo se

muestran en la Figura 4.5.5 y Figura 4.5.6, respectivamente. Además, la nueva topología obtenida para los tres alimentadores en estudio se presenta en Anexos en la Figura 6.2.6.

Tabla 4.5.6 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

| RESULTADOS DE LA RECONFIGURACIÓN | |
|--|--|
| Pérdidas de potencia activa: 14.094kW | |
| Voltaje mínimo: 0.98014p.u. Nodo: 218 (MTS_S_37666) | |
| Línea Abierta: | 191 – 192 (MTS_S_3127 - MTS_S_3158) |
| Línea Abierta: | 44 – 108 (MTS_S_37659 - 4715_BARRA) |
| Línea Abierta: | 381 – 172 (10763_BARRA - MTS_L_37583) |
| Línea Abierta: | 176 – 79 (MTS_S_2886 - MTS_L_2886) |

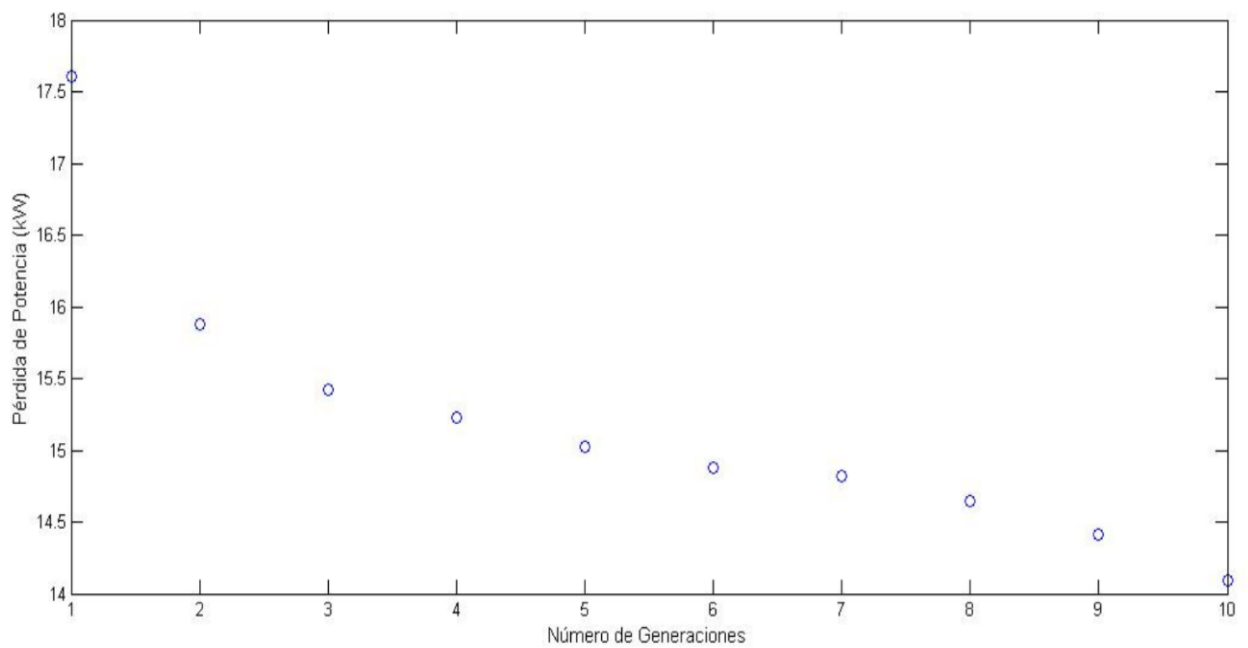


Figura 4.5.5 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

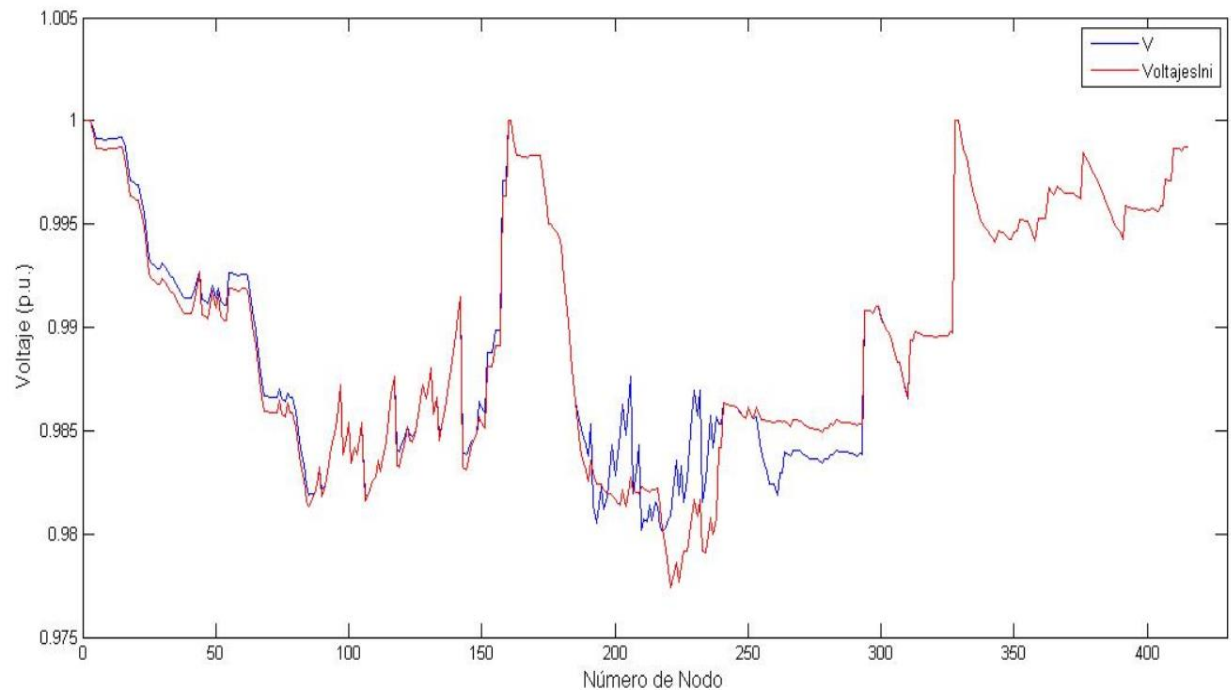


Figura 4.5.6 Magnitudes de voltaje de los alimentadores pertenecientes a la EERCS antes y después de la reconfiguración.

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2.2 Reconfiguración de los alimentadores 0201, 0202 y 0203 de la S/E02

En esta sección se analiza la reconfiguración de los alimentadores 0201, 0202 y 0203 de la S/E02, pertenecientes a la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, los mismos que se pueden apreciar en Anexos en la Figura 6.2.7. Las características de las líneas y las cargas de este sistema se pueden observar en la Tabla 6.1.7. El sistema cuenta con 465 barras, cuatro líneas de enlace, una carga total de 1237.65 kW y 365.04 kVAr , y cuatro condensadores de 50 kVAr cada uno, ubicado en los nodos 11 (MTS_S_4082), 175 (MTS_S_3791), 196 (MTS_S_3788) y 461 (MTS_S_3793), respectivamente. Además, las pérdidas totales del sistema en su configuración inicial son de 9.5442 kW , y un voltaje mínimo de 0.97911 p.u. , en el nodo 120 (MTS_L_5488), tal como se muestra en la Tabla 4.5.7.

*Tabla 4.5.7 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.*

| RESULTADOS DEL CASO BASE | | |
|---|-----------|------------------------------|
| Pérdidas de potencia activa: 9.5442kW | | |
| Voltaje mínimo: 0.97911p.u. Nodo: 120 (MTS_L_5488) | | |
| Línea Abierta: | 87 – 127 | (MTS_S_37642 - 4707_BARRA) |
| Línea Abierta: | 100 – 24 | (MTS_S_76064 - MTA_L_322971) |
| Línea Abierta: | 338 – 221 | (MTS_S_3245 - MTS_S_3246) |
| Línea Abierta: | 310 – 163 | (MTS_S_3040 - MTS_L_3190) |

Aplicando el algoritmo de reconfiguración al sistema de tres alimentadores, se obtuvo una reducción de las pérdidas de potencia de 6.87%, mientras que el voltaje más bajo se da en el nodo 141 (MTS_S_4028) con un valor en por unidad de 0.98228. Estos resultados se obtuvieron en un tiempo computacional de 72.07 segundos y pueden ser observados en la Tabla 4.5.8. El proceso de convergencia del algoritmo y las magnitudes de voltaje en cada nodo se muestran en la Figura 4.5.7 y Figura 4.5.8, respectivamente. Adicionalmente, la topología del sistema en estudio reconfigurado se presenta en Anexos en la Figura 6.2.8.

*Tabla 4.5.8 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.*

| RESULTADOS DE LA RECONFIGURACIÓN | | |
|---|-----------|------------------------------|
| Pérdidas de potencia activa: 8.8884kW | | |
| Voltaje mínimo: 0.98228p.u. Nodo: 141 (MTS_S_4028) | | |
| Línea Abierta: | 103 – 104 | (MTS_S_4408 - 4712_BARRA) |
| Línea Abierta: | 87 – 127 | (MTS_S_37642 - 4707_BARRA) |
| Línea Abierta: | 100 – 24 | (MTS_S_76064 - MTA_L_322971) |
| Línea Abierta: | 338 – 221 | (MTS_S_3245 - MTS_S_3246) |

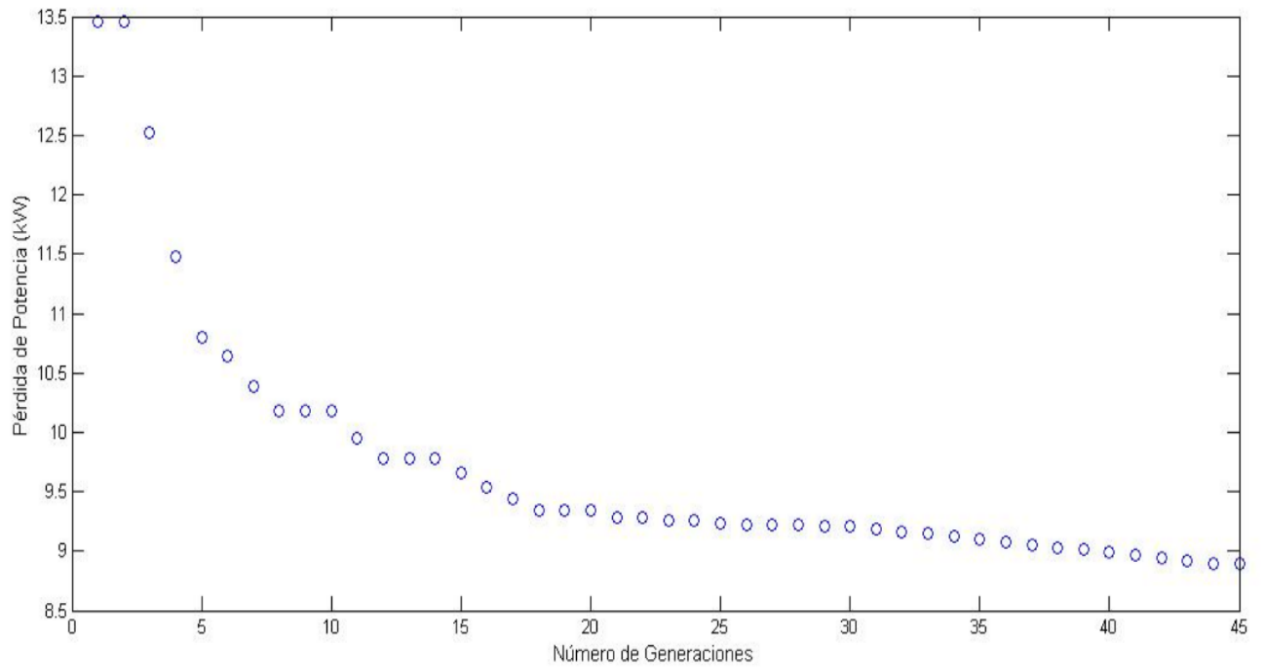


Figura 4.5.7 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

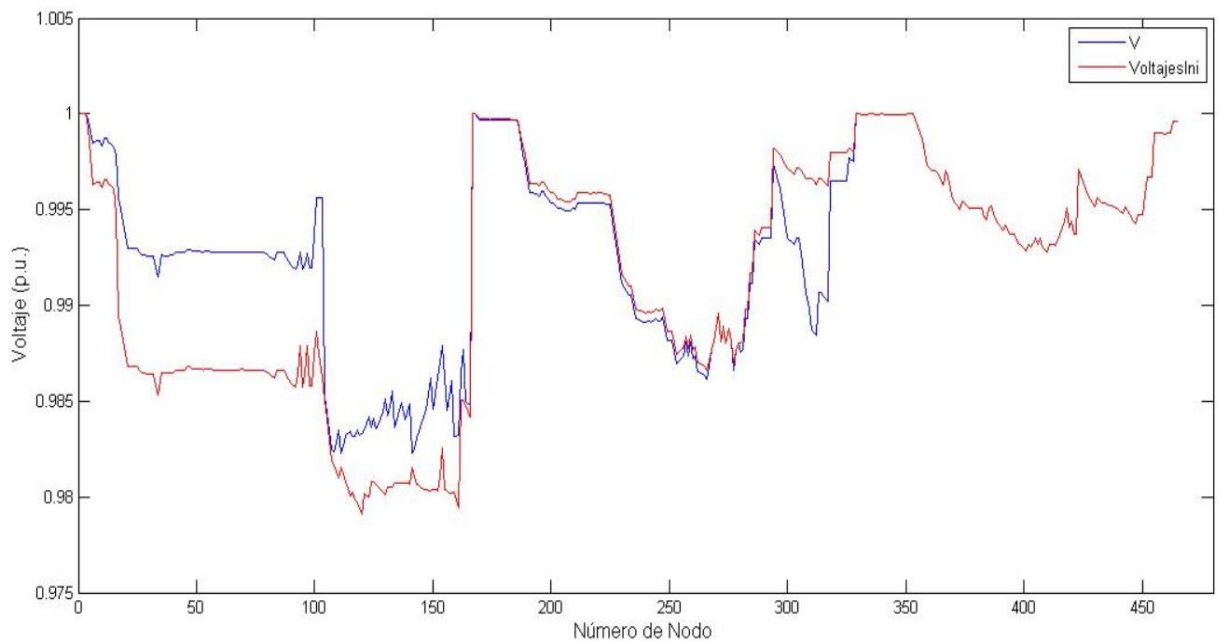


Figura 4.5.8 Magnitudes de voltaje de los alimentadores pertenecientes a la EERCS antes y después de la reconfiguración.
Fuente: Elaboración propia.

4.5.3 Caso 3: Reconfiguración entre alimentadores de dos subestaciones

4.5.3.1 Reconfiguración entre alimentadores de la S/E01 y S/E02

En esta sección se analiza la reconfiguración de la S/E01 y S/E02, cada una con tres alimentadores, pertenecientes a la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, cuyas características pueden ser observadas en la Tabla 6.1.8 y su configuración inicial en Anexos en la Figura 6.2.9. Las dos subestaciones que se van a reconfigurar tienen un total de 880 barras, trece líneas de enlace, una carga total de 2625.4307 kW y 603.6173 kVAr , y nueve condensadores de 50 kVAr cada uno, ubicados en los nodos 14 (MTS_S_2906), 146 (MTS_S_2945), 168 (MTS_S_3779), 298 (MTS_S_3787), 414 (MTS_S_3783), 427 (MTS_L_4082), 591 (MTS_L_3791), 612 (MTS_L_3788) y 877 (MTS_L_3793), respectivamente. Además, las pérdidas totales del sistema en su configuración inicial son de 24.8548 kW , y un voltaje mínimo de 0.97739 p.u. en el nodo 221 (MTS_S_3132), tal como se muestra en la Tabla 4.5.9.

Tabla 4.5.9 Resultados del análisis del caso base obtenidos en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

| RESULTADOS DEL CASO BASE | | |
|---|-----------|------------------------------|
| Pérdidas de potencia activa: 24.8548 kW | | |
| Voltaje mínimo: 0.97739 p.u. Nodo: 221 (MTS_S_3132) | | |
| Línea Abierta: | 44 – 108 | (MTS_S_37659 - 4715_BARRA) |
| Línea Abierta: | 261 – 216 | (MTS_S_3775 - MTS_L_3774) |
| Línea Abierta: | 381 – 172 | (10763_BARRA - MTS_L_37583) |
| Línea Abierta: | 176 – 79 | (MTS_S_2886 - MTS_L_2886) |
| Línea Abierta: | 502 – 542 | (MTS_S_37642 - 4707_BARRA) |
| Línea Abierta: | 515 – 439 | (MTS_S_76064 - MTA_L_322971) |
| Línea Abierta: | 753 – 636 | (MTS_S_3245 - MTS_S_3246) |
| Línea Abierta: | 725 – 578 | (MTS_S_3040 - MTS_L_3190) |
| Línea Abierta: | 558 – 123 | (4664_BARRA - MTS_L_37542) |
| Línea Abierta: | 616 – 244 | (MTS_S_4030 - MTS_L_4030) |
| Línea Abierta: | 570 – 280 | (MTS_S_4394 - MTS_L_4394) |
| Línea Abierta: | 397 – 688 | (MTS_S_2526 - MTS_L_2525) |
| Línea Abierta: | 803 – 350 | (4710_BARRA - MTS_L_3164) |

Al aplicar el algoritmo de reconfiguración a las dos subestaciones se obtuvo una reducción de las pérdidas de potencia de 4.90% , mientras que el voltaje

más bajo se da en el nodo 535 (MTS_L_5488) con un valor por unidad de 0.97911. Estos resultados se obtuvieron en un tiempo computacional de 465.51 segundos y pueden ser observados en la Tabla 4.5.10. El proceso de convergencia del algoritmo y las magnitudes de voltaje en cada nodo se muestran en la Figura 4.5.9 y Figura 4.5.10, respectivamente. Adicionalmente, la nueva topología obtenida se presenta en Anexos en la Figura 6.2.10.

Tabla 4.5.10 Resultados del análisis de reconfiguración obtenido en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

| RESULTADOS DE LA RECONFIGURACIÓN | | |
|---|-----------|------------------------------|
| Pérdidas de potencia activa: 23.6381kW | | |
| Voltaje mínimo: 0.97911p.u. Nodo: 535 (MTS_L_5488) | | |
| Línea Abierta: | 191 – 192 | (MTS_S_3127 - MTS_S_3158) |
| Línea Abierta: | 44 – 108 | (MTS_S_37659 - 4715_BARRA) |
| Línea Abierta: | 381 – 172 | (10763_BARRA - MTS_L_37583) |
| Línea Abierta: | 176 – 79 | (MTS_S_2886 - MTS_L_2886) |
| Línea Abierta: | 502 – 542 | (MTS_S_37642 - 4707_BARRA) |
| Línea Abierta: | 515 – 439 | (MTS_S_76064 - MTA_L_322971) |
| Línea Abierta: | 753 – 636 | (MTS_S_3245 - MTS_S_3246) |
| Línea Abierta: | 725 – 578 | (MTS_S_3040 - MTS_L_3190) |
| Línea Abierta: | 558 – 123 | (4664_BARRA - MTS_L_37542) |
| Línea Abierta: | 616 – 244 | (MTS_S_4030 - MTS_L_4030) |
| Línea Abierta: | 570 – 280 | (MTS_S_4394 - MTS_L_4394) |
| Línea Abierta: | 397 – 688 | (MTS_S_2526 - MTS_L_2525) |
| Línea Abierta: | 803 – 350 | (4710_BARRA - MTS_L_3164) |

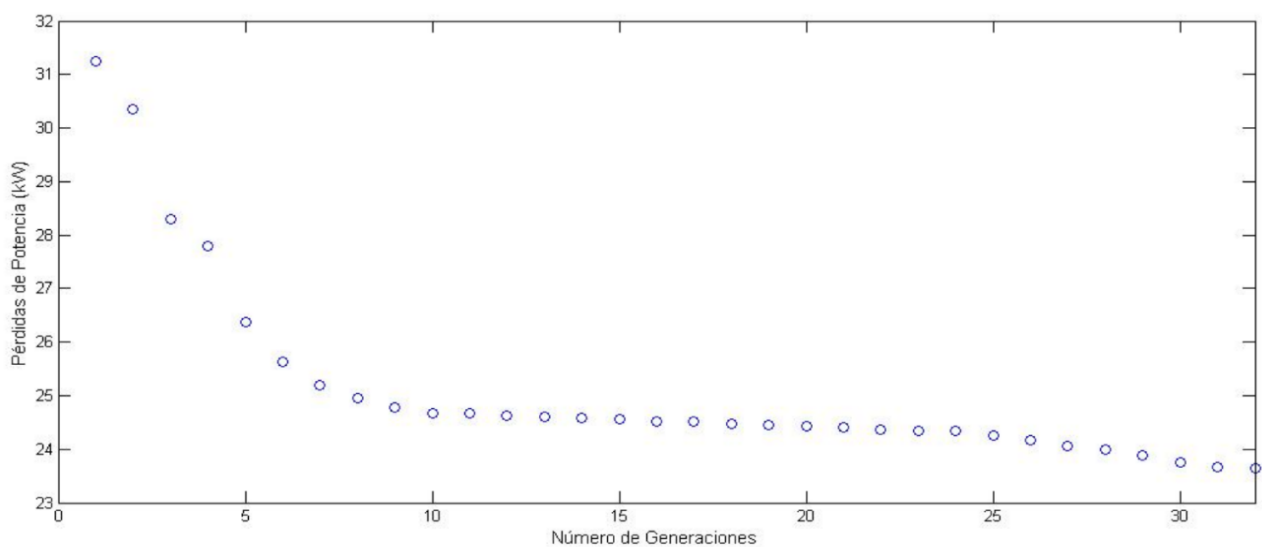


Figura 4.5.9 Proceso de convergencia del algoritmo propuesto en MATLAB.
Fuente: Elaboración propia.

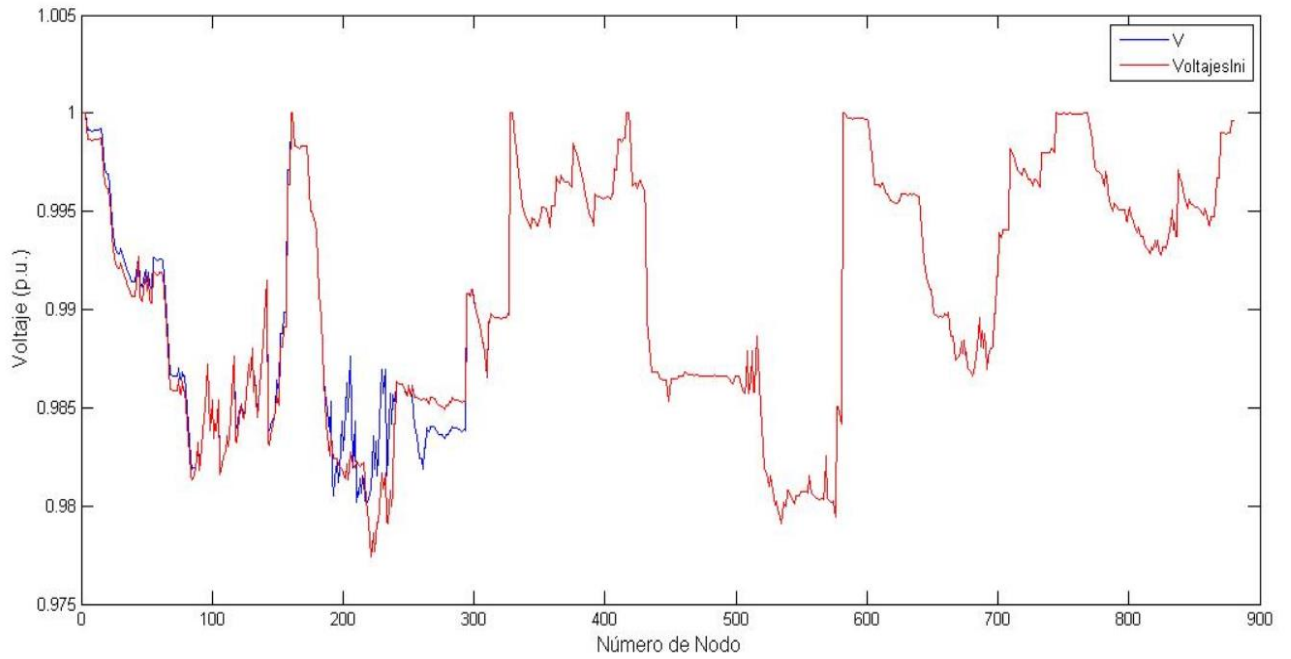


Figura 4.5.10 Magnitudes de voltaje de los alimentadores pertenecientes a la EERCS antes y después de la reconfiguración.
Fuente: Elaboración propia.



CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones:

- Para obtener los resultados de las pérdidas de potencia y niveles de voltaje de los sistemas de distribución se implementó un algoritmo de análisis de flujo de carga (Backward/Forward), el mismo que posterior a su validación fue utilizado en el sistema de distribución de la EERCS para obtener dichos resultados. Para verificar la validez del algoritmo fue necesario utilizar los sistemas de testeo de 15, 33 y 69 barras, sin generación distribuida y con la inclusión de la misma, presentados en los trabajos de referencia. Los resultados que se obtuvieron de la aplicación del algoritmo implementado comparados con los publicados en los trabajos de referencia tuvieron una gran similitud.
- Se formuló un modelo matemático basado en la heurística de Algoritmos Genéticos capaz de reconfigurar sistemas de distribución rigiéndose en una función-objetivo, enfocada en minimizar las pérdidas de potencia, y en las restricciones operativas del sistema. El modelo propuesto fue utilizado con los sistema de testeo de 33 y 69 barras de la IEEE, sin generación distribuida y con la inclusión de la misma, con la finalidad de comparar los resultados con otras metodologías utilizadas en los trabajos de referencia. Los resultados obtenidos de la reconfiguración de los sistemas muestran que efectivamente se cumple con la minimización de las pérdidas de potencia y un mejoramiento en los niveles de voltaje; comparando estos resultados, con los trabajos de referencia, se observó que existe una gran similitud, en la topología de la red reconfigurada, en las pérdidas de potencia y en los niveles de voltaje, lo que implica la validez del método propuesto para dicho propósito.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- El algoritmo de reconfiguración propuesto se aplicó al sistema de distribución de la EERCS en tres casos de estudio. En el primero se analizó la reconfiguración de un alimentador, en el segundo caso se planteó el análisis para realizar la reconfiguración entre alimentadores de una misma subestación; y, por último, se analizó la reconfiguración entre dos subestaciones. Para todos los casos de estudio, las nuevas topologías obtenidas mostraron entre sus resultados una reducción de las pérdidas de potencia, niveles de voltaje dentro del $\pm 5\%$ según la regulación y la capacidad de corriente entre los límites de cada línea.
- En el primer caso de estudio, se procedió a reconfigurar el alimentador 0101 de la S/E01 en donde hubo una reducción de las pérdidas de potencia del 12.06% y un voltaje mínimo con un valor en por unidad de 0.99905; además, en el mismo caso de estudio se reconfiguró el alimentador 0201 de la S/E02 obteniendo una reducción de las pérdidas de potencia del 6.07% y un voltaje mínimo de 0.98771p.u.; en las dos situaciones se logró una mejora en el perfil de voltaje y una capacidad máxima de potencia para cada línea dentro de los límites permitidos. En el segundo caso de estudio, se plantea la reconfiguración de alimentadores de una misma subestación, reconfigurando así los alimentadores 0101, 0102 y 0103 de la SE/01 y logrando una reducción de las pérdidas de potencia del 7.95%, con el peor caso de voltaje de 0.98014p.u.; también se reconfiguraron los alimentadores 0201, 0202 y 0203 de la S/E02, teniendo como resultados una reducción de las pérdidas de potencia de 6.87% y un voltaje mínimo de 0.98228p.u.; en este caso de estudio se cumplió con la función-objetivo de minimizar las pérdidas y al mismo tiempo se obtuvo una mejora en el perfil de voltaje para las dos situaciones. En el último caso de estudio se propone reconfigurar la S/E01 y S/E02 con los alimentadores mencionados en el caso dos; los resultados obtenidos indican que la pérdida de potencia se redujo en un 4.90% y se obtuvo un voltaje mínimo de 0.97911 por unidad, logrando así también una mejora en el perfil de voltaje.



5.2 Recomendaciones:

- Se recomienda la aplicación del algoritmo como una herramienta de apoyo para realizar el análisis de la reconfiguración de sistemas de distribución, ya que es un algoritmo que se ajusta a las características de operación de la EERCS.
- Los resultados obtenidos en los casos de estudio que se planteó para EERCS muestran una disminución de pérdidas y un mejoramiento en el perfil de voltaje, cumpliendo todas las restricciones operativas, con las nuevas topologías obtenidas; por ello se recomienda la implementación de este proyecto como una herramienta de apoyo.
- El algoritmo implementado muestra varias ventajas para realizar análisis técnicos, tales como, flujo de carga y reconfiguración de sistemas de distribución con generación distribuida y sin la misma; por ello que se recomienda continuar con este proyecto reforzando el algoritmo implementado, con la finalidad de prestar un mejor servicio y un análisis completo de los sistemas distribución.



REFERENCIAS

- [1] O. Badran, S. Mekhilef, H. Mokhlis, y W. Dahalan, «Optimal reconfiguration of distribution system connected with distributed generations: A review of different methodologies», *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 73, pp. 854-867, jun. 2017.
- [2] S. Luke, *Essentials of metaheuristics: a set of undergraduate lecture notes*, Second edition, Online version 2.0. Morrisville, N.C.: lulu.com, 2013.
- [3] M. R. Cruz, S. F. Santos, D. Z. Fitiwi, y J. P. Catalão, «Coordinated distribution network reconfiguration and distributed generation allocation via genetic algorithm», en *Environment and Electrical Engineering and 2017 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe), 2017 IEEE International Conference on*, 2017, pp. 1–6.
- [4] S. Hayfa, K. Omar, y H. A. Hsan, «Optimal power distribution system reconfiguration using genetic algorithm», en *2015 16th International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA)*, 2015, pp. 521-526.
- [5] R. S. Rao, K. Ravindra, K. Satish, y S. V. L. Narasimham, «Power Loss Minimization in Distribution System Using Network Reconfiguration in the Presence of Distributed Generation», *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 28, n.º 1, pp. 317-325, feb. 2013.
- [6] R. Benítez, G. Escudero, S. Kanaan, y D. M. Rodó, *Inteligencia artificial avanzada*. Editorial UOC, 2014.
- [7] H. A. Taha y R. Navarro Salas, *Investigación de operaciones*. Mexico, D.F.: Pearson Educación, 2015.
- [8] G. D. Eppen, Á. C. González Ruiz, y G. Sánchez García, *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa: construcción de modelos para la toma de decisiones con hojas de cálculo electrónicas*. México: Prentice-Hall, 2000.
- [9] L. I. Dulău, M. Abrudean, y D. Bică, «Effects of Distributed Generation on Electric Power Systems», *Procedia Technol.*, vol. 12, pp. 681-686, 2014.
- [10] A. R. Abul'Wafa, «A network-topology-based load flow for radial distribution networks with composite and exponential load», *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 91, pp. 37-43, oct. 2012.



- [11] A. Saxena y S. G. Ghosh, «Load flow analysis of radial distribution networks with reduced data preparation», PhD Thesis, 2008.
- [12] J. Izquierdo Franco, «Estudio de flujos de potencia y análisis de fallas en sistemas eléctricos de distribución radial», PhD Thesis, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2002.
- [13] M. E. Baran y F. F. Wu, «Network reconfiguration in distribution systems for loss reduction and load balancing», *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 4, n.º 2, pp. 1401-1407, abr. 1989.
- [14] M. A. Yadav, D. S. Reddy, K. S. N. Hitesh, y M. Tajuddin, «Performance Improvement of the Radial Distribution System by using Switched Capacitor Banks», *Int. J. Recent Trends Eng. Technol.*, vol. 10, n.º 2, p. 229, 2014.
- [15] R. Fan, S. Greiner, A. Jasim, W. Peng, y C. Yang, «Energy Flow in Electrical Grids», 2014.
- [16] L. Gan y S. H. Low, «An Online Gradient Algorithm for Optimal Power Flow on Radial Networks», *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, vol. 34, n.º 3, pp. 625-638, mar. 2016.
- [17] J. Franco, L. Ochoa, y R. Romero, «AC OPF for Smart Distribution Networks: An Efficient and Robust Quadratic Approach», *IEEE Trans. Smart Grid*, pp. 1-1, 2017.
- [18] F. V. Dantas, D. Z. Fitiwi, S. F. Santos, y J. P. S. Catalão, «Dynamic reconfiguration of distribution network systems: A key flexibility option for RES integration», en *Environment and Electrical Engineering and 2017 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe), 2017 IEEE International Conference on*, 2017, pp. 1–6.
- [19] K. Vasudevan, K. Balaraman, y C. S. R. Atla, «Optimal switch placement for automatic reconfiguration of distribution system in presence of DGs», en *Power and Energy Systems: Towards Sustainable Energy (PESTSE), 2016 Biennial International Conference on*, 2016, pp. 1–6.
- [20] C. Lee, C. Liu, S. Mehrotra, y Z. Bie, «Robust Distribution Network Reconfiguration», *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 6, n.º 2, pp. 836-842, mar. 2015.
- [21] A. Tiguercha, A. A. Ladjici, y M. Boudour, «Optimal radial distribution network reconfiguration based on multi objective differential evolution algorithm», en *PowerTech, 2017 IEEE Manchester*, 2017, pp. 1–6.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

[22] H. Manafi, N. Ghadimi, M. Ojaroudi, y P. Farhadi, «Optimal Placement of Distributed Generations in Radial Distribution Systems Using Various PSO and DE Algorithms», *Electron. Electr. Eng.*, vol. 19, n.º 10, dic. 2013.

[23] M. Gestal, Universidade da Coruña, y Servizo de Publicacións, *Introducción a los algoritmos genéticos y la programación genética*. Corunya: Universidade da Coruña. Servizo de Publicacións, 2010.

[24] S. A. Taher y M. H. Karimi, «Optimal reconfiguration and DG allocation in balanced and unbalanced distribution systems», *Ain Shams Eng. J.*, vol. 5, n.º 3, pp. 735-749, sep. 2014.

ANEXOS

6.1 Datos de sistemas de prueba.

6.1.1 Sistema de 15 Barras

Tabla 6.1.1 Datos del sistema de prueba - 15B

Fuente: [10]

| Rama N° | Barra de envió | Barra receptora | R(p.u.) | X(p.u.) | P(p.u.) – Barra r. | Q(p.u.) – Barra r. |
|---------|----------------|-----------------|---------|---------|--------------------|--------------------|
| 1 | 1 | 2 | 1,1183 | 1,0938 | 0,0004 | 0,0004 |
| 2 | 2 | 3 | 0,9671 | 0,9460 | 0,0007 | 0,0007 |
| 3 | 3 | 4 | 0,6951 | 0,6799 | 0,0014 | 0,0014 |
| 4 | 4 | 5 | 1,2591 | 0,8493 | 0,0004 | 0,0004 |
| 5 | 2 | 6 | 2,1134 | 1,4255 | 0,0014 | 0,0014 |
| 6 | 6 | 7 | 0,8993 | 0,6392 | 0,0014 | 0,0014 |
| 7 | 6 | 8 | 1,0342 | 0,6976 | 0,0007 | 0,0007 |
| 8 | 2 | 9 | 1,6638 | 1,1222 | 0,0007 | 0,0007 |
| 9 | 9 | 10 | 1,3940 | 0,9402 | 0,0004 | 0,0004 |
| 10 | 3 | 11 | 1,4839 | 1,0008 | 0,0014 | 0,0014 |
| 11 | 11 | 12 | 2,0235 | 1,3649 | 0,0007 | 0,0007 |
| 12 | 12 | 13 | 1,6638 | 1,1222 | 0,0004 | 0,0004 |
| 13 | 4 | 14 | 1,8436 | 1,2436 | 0,0007 | 0,0007 |
| 14 | 4 | 15 | 0,9893 | 0,6673 | 0,0014 | 0,0014 |

Valores base: 11kV y 100MVA



6.1.2 Sistema de 33 Barras

Tabla 6.1.2 Datos del sistema de prueba - 33B
Fuente: [11]

| Rama N° | Barra de envío | Barra receptora | R(Ω) | X(Ω) | P(kW) – Barra r. | Q(kVAr) – Barra r. |
|---------|----------------|-----------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|
| 1 | 1 | 2 | 0.0922 | 0.0470 | 100.0000 | 60.0000 |
| 2 | 2 | 3 | 0.4930 | 0.2511 | 90.0000 | 40.0000 |
| 3 | 3 | 4 | 0.3660 | 0.1864 | 120.0000 | 80.0000 |
| 4 | 4 | 5 | 0.3811 | 0.1941 | 60.0000 | 30.0000 |
| 5 | 5 | 6 | 0.8190 | 0.7070 | 60.0000 | 20.0000 |
| 6 | 6 | 7 | 0.1872 | 0.6188 | 200.0000 | 100.0000 |
| 7 | 7 | 8 | 0.7114 | 0.2351 | 200.0000 | 100.0000 |
| 8 | 8 | 9 | 1.0300 | 0.7400 | 60.0000 | 20.0000 |
| 9 | 9 | 10 | 1.0440 | 0.7400 | 60.0000 | 20.0000 |
| 10 | 10 | 11 | 0.1966 | 0.0650 | 45.0000 | 30.0000 |
| 11 | 11 | 12 | 0.3744 | 0.1238 | 60.0000 | 35.0000 |
| 12 | 12 | 13 | 1.4680 | 1.1550 | 60.0000 | 35.0000 |
| 13 | 13 | 14 | 0.5416 | 0.7129 | 120.0000 | 80.0000 |
| 14 | 14 | 15 | 0.5910 | 0.5260 | 60.0000 | 10.0000 |
| 15 | 15 | 16 | 0.7463 | 0.5450 | 60.0000 | 20.0000 |
| 16 | 16 | 17 | 1.2890 | 1.7210 | 60.0000 | 20.0000 |
| 17 | 17 | 18 | 0.7320 | 0.5740 | 90.0000 | 40.0000 |
| 18 | 2 | 19 | 0.1640 | 0.1565 | 90.0000 | 40.0000 |
| 19 | 19 | 20 | 1.5042 | 1.3554 | 90.0000 | 40.0000 |
| 20 | 20 | 21 | 0.4095 | 0.4784 | 90.0000 | 40.0000 |
| 21 | 21 | 22 | 0.7089 | 0.9373 | 90.0000 | 40.0000 |
| 22 | 3 | 23 | 0.4512 | 0.3083 | 90.0000 | 50.0000 |
| 23 | 23 | 24 | 0.8980 | 0.7091 | 420.0000 | 200.0000 |
| 24 | 24 | 25 | 0.8960 | 0.7011 | 420.0000 | 200.0000 |
| 25 | 6 | 26 | 0.2031 | 0.1034 | 60.0000 | 25.0000 |
| 26 | 26 | 27 | 0.2842 | 0.1447 | 60.0000 | 25.0000 |
| 27 | 27 | 28 | 1.0590 | 0.9337 | 60.0000 | 20.0000 |
| 28 | 28 | 29 | 0.8042 | 0.7006 | 120.0000 | 70.0000 |
| 29 | 29 | 30 | 0.5075 | 0.2585 | 200.0000 | 600.0000 |
| 30 | 30 | 31 | 0.9744 | 0.9630 | 150.0000 | 70.0000 |
| 31 | 31 | 32 | 0.3105 | 0.3619 | 210.0000 | 100.0000 |
| 32 | 32 | 33 | 0.3410 | 0.5302 | 60.0000 | 40.0000 |
| 33 | 8 | 21 | 2.0000 | 2.0000 | | |
| 34 | 9 | 15 | 2.0000 | 2.0000 | | |
| 35 | 12 | 22 | 2.0000 | 2.0000 | | |
| 36 | 18 | 33 | 0.5000 | 0.5000 | | |
| 37 | 25 | 29 | 0.5000 | 0.5000 | | |

Valores base: 12.66kV y 100MVA



6.1.3 Sistema de 69 Barras

Tabla 6.1.3 Datos del sistema de prueba - 69B
Fuente: [11]

| Rama N° | Barra de envío | Barra receptora | R(Ω) | X(Ω) | P(kW) – Barra r. | Q(kVar) – Barra r. |
|---------|----------------|-----------------|--------|--------|------------------|--------------------|
| 1 | 1 | 2 | 0.0005 | 0.0012 | 0.0000 | 0.0000 |
| 2 | 2 | 3 | 0.0005 | 0.0012 | 0.0000 | 0.0000 |
| 3 | 3 | 4 | 0.0015 | 0.0036 | 0.0000 | 0.0000 |
| 4 | 4 | 5 | 0.0251 | 0.0294 | 0.0000 | 0.0000 |
| 5 | 5 | 6 | 0.3660 | 0.1864 | 2.6000 | 2.2000 |
| 6 | 6 | 7 | 0.3811 | 0.1941 | 40.4000 | 30.0000 |
| 7 | 7 | 8 | 0.0922 | 0.0470 | 75.0000 | 54.0000 |
| 8 | 8 | 9 | 0.0493 | 0.0251 | 30.0000 | 22.0000 |
| 9 | 9 | 10 | 0.8190 | 0.2707 | 28.0000 | 19.0000 |
| 10 | 10 | 11 | 0.1872 | 0.0619 | 145.0000 | 104.0000 |
| 11 | 11 | 12 | 0.7114 | 0.2351 | 145.0000 | 104.0000 |
| 12 | 12 | 13 | 1.0300 | 0.3400 | 8.0000 | 5.5000 |
| 13 | 13 | 14 | 1.0440 | 0.3450 | 8.0000 | 5.5000 |
| 14 | 14 | 15 | 1.0580 | 0.3496 | 0.0000 | 0.0000 |
| 15 | 15 | 16 | 0.1966 | 0.0650 | 45.5000 | 30.0000 |
| 16 | 16 | 17 | 0.3744 | 0.1238 | 60.0000 | 35.0000 |
| 17 | 17 | 18 | 0.0047 | 0.0016 | 60.0000 | 35.0000 |
| 18 | 18 | 19 | 0.3276 | 0.1083 | 0.0000 | 0.0000 |
| 19 | 19 | 20 | 0.2106 | 0.0696 | 1.0000 | 0.6000 |
| 20 | 20 | 21 | 0.3416 | 0.1129 | 114.0000 | 81.0000 |
| 21 | 21 | 22 | 0.0140 | 0.0046 | 5.5000 | 3.5000 |
| 22 | 22 | 23 | 0.1591 | 0.0526 | 0.0000 | 0.0000 |
| 23 | 23 | 24 | 0.3463 | 0.1145 | 28.0000 | 20.0000 |
| 24 | 24 | 25 | 0.7488 | 0.2475 | 0.0000 | 0.0000 |
| 25 | 25 | 26 | 0.3089 | 0.1021 | 14.0000 | 10.0000 |
| 26 | 26 | 27 | 0.1732 | 0.0572 | 14.0000 | 10.0000 |
| 27 | 3 | 28 | 0.0044 | 0.0108 | 26.0000 | 18.6000 |
| 28 | 28 | 29 | 0.0640 | 0.1565 | 26.0000 | 18.6000 |
| 29 | 29 | 30 | 0.3978 | 0.1315 | 0.0000 | 0.0000 |
| 30 | 30 | 31 | 0.0702 | 0.0232 | 0.0000 | 0.0000 |
| 31 | 31 | 32 | 0.3510 | 0.1160 | 0.0000 | 0.0000 |
| 32 | 32 | 33 | 0.8390 | 0.2816 | 14.0000 | 10.0000 |
| 33 | 33 | 34 | 1.7080 | 0.5646 | 19.5000 | 14.0000 |
| 34 | 34 | 35 | 1.4740 | 0.4873 | 6.0000 | 4.0000 |
| 35 | 4 | 36 | 0.0034 | 0.0084 | 0.0000 | 0.0000 |
| 36 | 36 | 37 | 0.0851 | 0.2083 | 79.0000 | 56.4000 |
| 37 | 37 | 38 | 0.2898 | 0.7091 | 384.7000 | 274.5000 |
| 38 | 38 | 39 | 0.0822 | 0.2011 | 384.7000 | 274.5000 |
| 39 | 8 | 40 | 0.0928 | 0.0473 | 40.5000 | 28.3000 |
| 40 | 40 | 41 | 0.3319 | 0.1114 | 3.6000 | 3.7000 |
| 41 | 9 | 42 | 0.1740 | 0.0886 | 4.3500 | 3.5000 |
| 42 | 42 | 43 | 0.2030 | 0.1034 | 26.4000 | 19.0000 |
| 43 | 43 | 44 | 0.2842 | 0.1447 | 24.0000 | 17.2000 |
| 44 | 44 | 45 | 0.2813 | 0.1433 | 0.0000 | 0.0000 |
| 45 | 45 | 46 | 1.5900 | 0.5337 | 0.0000 | 0.0000 |
| 46 | 46 | 47 | 0.7837 | 0.2630 | 0.0000 | 0.0000 |
| 47 | 47 | 48 | 0.3042 | 0.1006 | 100.0000 | 72.0000 |
| 48 | 48 | 49 | 0.3861 | 0.1172 | 0.0000 | 0.0000 |
| 49 | 49 | 50 | 0.5075 | 0.2585 | 1244.0000 | 888.0000 |
| 50 | 50 | 51 | 0.0974 | 0.0496 | 32.0000 | 23.0000 |
| 51 | 51 | 52 | 0.1450 | 0.0738 | 0.0000 | 0.0000 |
| 52 | 52 | 53 | 0.7105 | 0.3619 | 227.0000 | 162.0000 |
| 53 | 53 | 54 | 1.0410 | 0.5302 | 59.0000 | 42.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | |
|----|----|----|--------|--------|---------|---------|
| 54 | 11 | 55 | 0.2012 | 0.0611 | 18.0000 | 13.0000 |
| 55 | 55 | 56 | 0.0047 | 0.0014 | 18.0000 | 13.0000 |
| 56 | 12 | 57 | 0.7394 | 0.2444 | 28.0000 | 20.0000 |
| 57 | 57 | 58 | 0.0047 | 0.0016 | 28.0000 | 20.0000 |
| 58 | 3 | 59 | 0.0044 | 0.0108 | 26.0000 | 18.5500 |
| 59 | 59 | 60 | 0.0640 | 0.1565 | 26.0000 | 18.5500 |
| 60 | 60 | 61 | 0.1053 | 0.1230 | 0.0000 | 0.0000 |
| 61 | 61 | 62 | 0.0304 | 0.0355 | 24.0000 | 17.0000 |
| 62 | 62 | 63 | 0.0018 | 0.0021 | 24.0000 | 17.0000 |
| 63 | 63 | 64 | 0.7283 | 0.8509 | 1.2000 | 1.0000 |
| 64 | 64 | 65 | 0.3100 | 0.3623 | 0.0000 | 0.0000 |
| 65 | 65 | 66 | 0.0410 | 0.0478 | 6.0000 | 4.3000 |
| 66 | 66 | 67 | 0.0092 | 0.0116 | 0.0000 | 0.0000 |
| 67 | 67 | 68 | 0.1089 | 0.1373 | 39.2200 | 26.3000 |
| 68 | 68 | 69 | 0.0009 | 0.0012 | 39.2200 | 26.3000 |
| 69 | 11 | 66 | 0.5000 | 0.5000 | | |
| 70 | 13 | 21 | 0.5000 | 0.5000 | | |
| 71 | 15 | 69 | 1.0000 | 0.5000 | | |
| 72 | 39 | 48 | 2.0000 | 1.0000 | | |
| 73 | 27 | 54 | 1.0000 | 0.5000 | | |

Valores base: 12.66kV y 100MVA



6.1.4 Alimentador 0101

Tabla 6.1.4 Datos del alimentador 0101 perteneciente a la EERCS

Fuente: Elaboración propia

| Rama N° | Barra de envío | Barra receptora | R(Ω) | X(Ω) | P(kW) – Barra r. | Q(kVAr) – Barra r. | Pg(kW) – Barra r. | Qg(kVAr) – Barra r. |
|---------|----------------|-----------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | 1 | 2 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 2 | 1 | 3 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 3 | 3 | 4 | 0.0300 | 0.0299 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 4 | 4 | 5 | 0.0305 | 0.0304 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 5 | 5 | 6 | 0.0308 | 0.0307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 6 | 6 | 7 | 0.0309 | 0.0309 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 7 | 7 | 8 | 0.1073 | 0.0599 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 8 | 8 | 9 | 0.1080 | 0.0603 | 18.0200 | 5.3300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 9 | 5 | 10 | 0.0305 | 0.0305 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 10 | 10 | 11 | 0.0307 | 0.0306 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 11 | 11 | 12 | 0.0308 | 0.0308 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 12 | 12 | 13 | 0.0309 | 0.0308 | 39.7700 | 11.7700 | 0.0000 | 0.0000 |
| 13 | 12 | 14 | 0.0310 | 0.0309 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 14 | 14 | 15 | 0.0310 | 0.0310 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 15 | 5 | 16 | 0.0308 | 0.0307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 16 | 16 | 17 | 0.0617 | 0.0616 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 17 | 17 | 18 | 0.0618 | 0.0617 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 18 | 18 | 19 | 0.0620 | 0.0618 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 19 | 19 | 20 | 0.0620 | 0.0619 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 20 | 20 | 21 | 0.0621 | 0.0620 | 46.7700 | 13.8400 | 0.0000 | 0.0000 |
| 21 | 18 | 22 | 0.0620 | 0.0619 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 22 | 22 | 23 | 0.0678 | 0.0677 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 23 | 23 | 24 | 0.0973 | 0.0971 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 24 | 24 | 25 | 0.0973 | 0.0971 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 25 | 25 | 26 | 0.0975 | 0.0973 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 26 | 26 | 27 | 0.0976 | 0.0974 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 27 | 27 | 28 | 0.0976 | 0.0975 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 28 | 28 | 29 | 0.0977 | 0.0975 | 50.7500 | 15.0200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 29 | 25 | 30 | 0.0974 | 0.0972 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 30 | 30 | 31 | 0.0975 | 0.0973 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 31 | 31 | 32 | 0.0976 | 0.0975 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 32 | 32 | 33 | 0.0985 | 0.0983 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 33 | 33 | 34 | 0.1004 | 0.1002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 34 | 34 | 35 | 0.1145 | 0.1143 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 35 | 35 | 36 | 0.1163 | 0.1161 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 36 | 36 | 37 | 0.1290 | 0.1288 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 37 | 37 | 38 | 0.1290 | 0.1288 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 38 | 38 | 39 | 0.1293 | 0.1290 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 39 | 39 | 40 | 0.1293 | 0.1291 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 40 | 40 | 41 | 0.1625 | 0.1622 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 41 | 41 | 42 | 0.1649 | 0.1646 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 42 | 42 | 43 | 0.1671 | 0.1668 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 43 | 43 | 44 | 0.1672 | 0.1669 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 44 | 38 | 45 | 0.1291 | 0.1289 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 45 | 45 | 46 | 0.1292 | 0.1290 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 46 | 46 | 47 | 0.3069 | 0.1714 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 47 | 47 | 48 | 0.3071 | 0.1716 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 48 | 48 | 49 | 0.3074 | 0.1717 | 0.0400 | 0.0100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 49 | 47 | 50 | 0.3083 | 0.1722 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 50 | 50 | 51 | 0.3086 | 0.1724 | 15.8300 | 4.6800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 51 | 38 | 52 | 0.1293 | 0.1290 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 52 | 52 | 53 | 0.1293 | 0.1291 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 53 | 53 | 54 | 0.1294 | 0.1292 | 39.7800 | 11.7700 | 0.0000 | 0.0000 |
| 54 | 32 | 55 | 0.2143 | 0.1197 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 55 | 55 | 56 | 0.2663 | 0.1488 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 56 | 56 | 57 | 0.2940 | 0.1642 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 57 | 57 | 58 | 0.2982 | 0.1666 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 58 | 58 | 59 | 0.1361 | 0.1359 | 5.1400 | 1.5200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 59 | 56 | 60 | 0.1215 | 0.1212 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 60 | 60 | 61 | 0.1215 | 0.1213 | 1.4600 | 0.4300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 61 | 25 | 62 | 0.0975 | 0.0973 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 62 | 62 | 63 | 0.0995 | 0.0993 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 63 | 63 | 64 | 0.1150 | 0.1148 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 64 | 64 | 65 | 0.1165 | 0.1163 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 65 | 65 | 66 | 0.1329 | 0.1327 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 66 | 66 | 67 | 0.1336 | 0.1334 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 67 | 67 | 68 | 0.1336 | 0.1334 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 68 | 68 | 69 | 0.1337 | 0.1335 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 69 | 69 | 70 | 0.1338 | 0.1335 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 70 | 70 | 71 | 0.1340 | 0.1338 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 71 | 71 | 72 | 0.2940 | 0.1642 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 72 | 72 | 73 | 0.3566 | 0.1992 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 73 | 73 | 74 | 0.3568 | 0.1993 | 0.5400 | 0.1600 | 0.0000 | 0.0000 |
| 74 | 71 | 75 | 0.5753 | 0.1801 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 75 | 75 | 76 | 0.6530 | 0.2044 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 76 | 76 | 77 | 0.6535 | 0.2046 | 5.3000 | 1.5700 | 0.0000 | 0.0000 |
| 77 | 71 | 78 | 0.1341 | 0.1338 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 78 | 78 | 79 | 0.1734 | 0.1731 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 79 | 68 | 80 | 0.1337 | 0.1335 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 80 | 80 | 81 | 0.1617 | 0.1614 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 81 | 81 | 82 | 0.1618 | 0.1615 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 82 | 82 | 83 | 0.1618 | 0.1615 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 83 | 83 | 84 | 0.2064 | 0.2061 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 84 | 84 | 85 | 0.2065 | 0.2061 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 85 | 85 | 86 | 0.2065 | 0.2062 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 86 | 86 | 87 | 0.2066 | 0.2062 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 87 | 87 | 88 | 0.2066 | 0.2063 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 88 | 88 | 89 | 0.2067 | 0.2063 | 54.1300 | 16.0200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 89 | 85 | 90 | 0.2065 | 0.2061 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 90 | 90 | 91 | 0.2066 | 0.2062 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 91 | 91 | 92 | 0.2068 | 0.2064 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 92 | 93 | 92 | 0.3368 | 0.2286 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 93 | 94 | 93 | 0.3418 | 0.2321 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 94 | 95 | 94 | 1.0267 | 0.3214 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 95 | 95 | 96 | 1.0270 | 0.3214 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 96 | 96 | 97 | 1.0272 | 0.3215 | 6.2500 | 1.8500 | 0.0000 | 0.0000 |
| 97 | 92 | 98 | 0.8877 | 0.2778 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 98 | 98 | 99 | 0.9774 | 0.3059 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 99 | 99 | 100 | 0.9799 | 0.3067 | 0.2700 | 0.0800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 100 | 92 | 101 | 0.9700 | 0.3036 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 101 | 101 | 102 | 0.2262 | 0.2257 | 16.8400 | 4.9800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 102 | 92 | 103 | 0.8878 | 0.2779 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 103 | 103 | 104 | 0.9809 | 0.3070 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 104 | 104 | 105 | 0.2287 | 0.2283 | 0.5000 | 0.1500 | 0.0000 | 0.0000 |
| 105 | 85 | 106 | 0.2066 | 0.2062 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 106 | 106 | 107 | 0.2343 | 0.2339 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 107 | 107 | 108 | 0.2344 | 0.2339 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 108 | 108 | 109 | 0.2346 | 0.2341 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 109 | 109 | 110 | 0.2347 | 0.2343 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 110 | 110 | 111 | 0.2348 | 0.2344 | 60.7600 | 17.9800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 111 | 108 | 112 | 0.2345 | 0.2341 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 112 | 112 | 113 | 0.2346 | 0.2342 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 113 | 113 | 114 | 0.5196 | 0.2902 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 114 | 114 | 115 | 0.5250 | 0.2933 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 115 | 115 | 116 | 0.5410 | 0.3022 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|---------|
| 116 | 116 | 117 | 0.2468 | 0.2464 | 0.1100 | 0.0300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 117 | 82 | 118 | 0.1619 | 0.1616 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 118 | 118 | 119 | 0.1619 | 0.1616 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 119 | 119 | 120 | 0.1622 | 0.1619 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 120 | 120 | 121 | 0.3916 | 0.2187 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 121 | 121 | 122 | 0.1787 | 0.1784 | 0.7200 | 0.2100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 122 | 120 | 123 | 0.2126 | 0.2122 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 123 | 120 | 124 | 0.4368 | 0.2440 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 124 | 124 | 125 | 0.5565 | 0.2339 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 125 | 125 | 126 | 0.5898 | 0.2479 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 126 | 126 | 127 | 0.2174 | 0.2170 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 127 | 127 | 128 | 0.2174 | 0.2170 | 4.7800 | 1.4200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 128 | 126 | 129 | 0.5992 | 0.2519 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 129 | 129 | 130 | 0.6433 | 0.2704 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 130 | 130 | 131 | 0.2373 | 0.2369 | 1.6200 | 0.4800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 131 | 125 | 132 | 0.5601 | 0.2354 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 132 | 132 | 133 | 0.2066 | 0.2062 | 1.0700 | 0.3200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 133 | 120 | 134 | 0.6978 | 0.2184 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 134 | 134 | 135 | 0.7012 | 0.2195 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 135 | 135 | 136 | 0.7097 | 0.2221 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 136 | 136 | 137 | 0.7230 | 0.2263 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 137 | 137 | 138 | 0.7301 | 0.2285 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 138 | 138 | 139 | 0.7653 | 0.2395 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 139 | 139 | 140 | 0.7662 | 0.2398 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 140 | 140 | 141 | 0.7665 | 0.2399 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 141 | 141 | 142 | 0.7668 | 0.2400 | 0.0300 | 0.0100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 142 | 82 | 143 | 0.1619 | 0.1616 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 143 | 143 | 144 | 0.1620 | 0.1617 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 144 | 144 | 145 | 0.1620 | 0.1617 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 145 | 145 | 146 | 0.1620 | 0.1617 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 146 | 146 | 147 | 0.1621 | 0.1618 | 61.8400 | 18.3000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 147 | 146 | 148 | 0.1621 | 0.1618 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 148 | 68 | 149 | 0.1338 | 0.1336 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 149 | 149 | 150 | 0.1338 | 0.1336 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 150 | 150 | 151 | 0.1339 | 0.1337 | 62.9800 | 18.6400 | 0.0000 | 0.0000 |
| 151 | 66 | 152 | 0.5723 | 0.1308 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 152 | 152 | 153 | 0.5725 | 0.1309 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 153 | 153 | 154 | 0.5727 | 0.1309 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 154 | 65 | 155 | 0.1587 | 0.1003 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 155 | 155 | 156 | 0.5194 | 0.1187 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 156 | 156 | 157 | 0.5196 | 0.1188 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 157 | 18 | 158 | 0.0619 | 0.0618 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 158 | 158 | 159 | 0.0619 | 0.0618 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 159 | 44 | 108 | 0.2346 | 0.2342 | | | | |

Valores base: 6.3kV y 100MVA



6.1.5 Alimentador 0201

Tabla 6.1.5 Datos del alimentador 0201 perteneciente a la EERCS
Fuente: Elaboración propia

| Rama N° | Barra de envío | Barra receptora | R(Ω) | X(Ω) | P(kW) – Barra r. | Q(kVAr) – Barra r. | Pg(kW) – Barra r. | Qg(kVAr) – Barra r. |
|---------|----------------|-----------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | 1 | 2 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 2 | 1 | 3 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 3 | 3 | 4 | 0.0662 | 0.0660 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 4 | 4 | 5 | 0.1309 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 5 | 5 | 6 | 0.1309 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 6 | 6 | 7 | 0.1310 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 7 | 7 | 8 | 0.1310 | 0.1308 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 8 | 8 | 9 | 0.3560 | 0.1497 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 9 | 9 | 10 | 0.3561 | 0.1497 | 22.1206 | 7.6511 | 0.0000 | 0.0000 |
| 10 | 9 | 11 | 0.1313 | 0.1310 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 11 | 11 | 12 | 0.1313 | 0.1311 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 12 | 6 | 13 | 0.1309 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 13 | 13 | 14 | 0.1310 | 0.1308 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 14 | 14 | 15 | 0.5884 | 0.1842 | 7.8643 | 2.7201 | 0.0000 | 0.0000 |
| 15 | 6 | 16 | 0.1310 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 16 | 16 | 17 | 0.5621 | 0.1759 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 17 | 17 | 18 | 0.1310 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 18 | 18 | 19 | 0.1385 | 0.1383 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 19 | 19 | 20 | 0.1391 | 0.1389 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 20 | 20 | 21 | 0.1393 | 0.1390 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 21 | 21 | 22 | 0.0006 | 0.0005 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 22 | 22 | 23 | 0.0006 | 0.0005 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 23 | 23 | 24 | 0.0006 | 0.0005 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 24 | 22 | 25 | 0.0067 | 0.0064 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 25 | 25 | 26 | 0.0680 | 0.0649 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 26 | 26 | 27 | 0.0490 | 0.0468 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 27 | 27 | 28 | 0.0214 | 0.0204 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 28 | 28 | 29 | 0.0497 | 0.0475 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 29 | 29 | 30 | 0.0285 | 0.0272 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 30 | 29 | 31 | 0.8263 | 0.2586 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 31 | 31 | 32 | 0.8264 | 0.2587 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 32 | 29 | 33 | 0.5311 | 0.2232 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 33 | 33 | 34 | 0.5319 | 0.2236 | 34.9678 | 12.0947 | 0.0000 | 0.0000 |
| 34 | 28 | 35 | 0.0361 | 0.0219 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 35 | 35 | 36 | 0.0375 | 0.0228 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 36 | 36 | 37 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 37 | 37 | 38 | 0.0002 | 0.0001 | 10.0694 | 3.4828 | 0.0000 | 0.0000 |
| 38 | 27 | 39 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 39 | 39 | 40 | 0.0001 | 0.0001 | 28.1611 | 9.7404 | 0.0000 | 0.0000 |
| 40 | 26 | 41 | 0.0079 | 0.0093 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 41 | 41 | 42 | 0.0001 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 42 | 42 | 43 | 0.2396 | 0.1627 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 43 | 43 | 44 | 0.1803 | 0.1800 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 44 | 44 | 45 | 0.2679 | 0.1819 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 45 | 25 | 46 | 0.0089 | 0.0085 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 46 | 46 | 47 | 0.0002 | 0.0002 | 12.3991 | 4.2886 | 0.0000 | 0.0000 |
| 47 | 25 | 48 | 0.0435 | 0.0416 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 48 | 48 | 49 | 0.0640 | 0.0611 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 49 | 49 | 50 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 50 | 50 | 51 | 0.0001 | 0.0001 | 16.4152 | 5.6777 | 0.0000 | 0.0000 |
| 51 | 49 | 52 | 0.3755 | 0.1918 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 52 | 52 | 53 | 0.3756 | 0.1918 | 1.7894 | 0.6189 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 53 | 48 | 54 | 0.0077 | 0.0074 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 54 | 48 | 55 | 0.0438 | 0.0418 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 55 | 55 | 56 | 0.0076 | 0.0073 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 56 | 56 | 57 | 0.0146 | 0.0139 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 57 | 57 | 58 | 0.0140 | 0.0134 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 58 | 58 | 59 | 0.0172 | 0.0164 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 59 | 59 | 60 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 60 | 60 | 61 | 0.0145 | 0.0139 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 61 | 61 | 62 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 62 | 62 | 63 | 0.0002 | 0.0002 | 6.0127 | 2.0797 | 0.0000 | 0.0000 |
| 63 | 59 | 64 | 0.0126 | 0.0120 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 64 | 64 | 65 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 65 | 65 | 66 | 0.0002 | 0.0002 | 3.1214 | 1.0796 | 0.0000 | 0.0000 |
| 66 | 59 | 67 | 0.0088 | 0.0084 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 67 | 57 | 68 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 68 | 68 | 69 | 0.0002 | 0.0002 | 3.2266 | 1.1160 | 0.0000 | 0.0000 |
| 69 | 55 | 70 | 0.0153 | 0.0146 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 70 | 70 | 71 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 71 | 71 | 72 | 0.0002 | 0.0002 | 6.7154 | 2.3227 | 0.0000 | 0.0000 |
| 72 | 70 | 73 | 0.0522 | 0.0498 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 73 | 73 | 74 | 0.0131 | 0.0126 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 74 | 73 | 75 | 0.0120 | 0.0115 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 75 | 75 | 76 | 0.0240 | 0.0229 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 76 | 76 | 77 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 77 | 77 | 78 | 0.0002 | 0.0002 | 4.8791 | 1.6876 | 0.0000 | 0.0000 |
| 78 | 75 | 79 | 0.7896 | 0.2472 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 79 | 79 | 80 | 0.7907 | 0.2475 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 80 | 80 | 81 | 0.8133 | 0.2546 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 81 | 81 | 82 | 0.8134 | 0.2546 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 82 | 82 | 83 | 0.8136 | 0.2547 | 3.4152 | 1.1813 | 0.0000 | 0.0000 |
| 83 | 73 | 84 | 0.0148 | 0.0141 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 84 | 84 | 85 | 0.1846 | 0.1843 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 85 | 85 | 86 | 0.2429 | 0.2425 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 86 | 86 | 87 | 0.2430 | 0.2425 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 87 | 84 | 88 | 0.7929 | 0.2482 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 88 | 88 | 89 | 0.7937 | 0.2484 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 89 | 89 | 90 | 0.8056 | 0.2522 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 90 | 90 | 91 | 0.8345 | 0.2612 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 91 | 91 | 92 | 0.8639 | 0.2704 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 92 | 92 | 93 | 0.8641 | 0.2705 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 93 | 93 | 94 | 0.0003 | 0.0002 | 2.5234 | 0.8728 | 0.0000 | 0.0000 |
| 94 | 91 | 95 | 0.8450 | 0.2645 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 95 | 95 | 96 | 0.8452 | 0.2645 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 96 | 96 | 97 | 0.0003 | 0.0002 | 2.9204 | 1.0101 | 0.0000 | 0.0000 |
| 97 | 90 | 98 | 0.8058 | 0.2522 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 98 | 98 | 99 | 0.0003 | 0.0002 | 4.6340 | 1.6028 | 0.0000 | 0.0000 |
| 99 | 20 | 100 | 0.1393 | 0.1390 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 100 | 17 | 101 | 0.1310 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 101 | 101 | 102 | 0.1776 | 0.1773 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 102 | 102 | 103 | 0.1812 | 0.1809 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 103 | 103 | 104 | 0.1812 | 0.1809 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 104 | 104 | 105 | 0.1813 | 0.1810 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 105 | 105 | 106 | 0.2159 | 0.2155 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 106 | 106 | 107 | 0.2159 | 0.2155 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 107 | 107 | 108 | 0.2160 | 0.2156 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 108 | 108 | 109 | 0.2161 | 0.2157 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 109 | 109 | 110 | 0.2162 | 0.2158 | 41.0646 | 14.2035 | 0.0000 | 0.0000 |
| 110 | 107 | 111 | 0.2160 | 0.2156 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 111 | 111 | 112 | 0.2160 | 0.2156 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 112 | 112 | 113 | 0.2162 | 0.2158 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 113 | 113 | 114 | 0.9671 | 0.3027 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 114 | 114 | 115 | 0.9675 | 0.3028 | 12.7370 | 4.4055 | 0.0000 | 0.0000 |
| 115 | 113 | 116 | 0.9657 | 0.3023 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 116 | 116 | 117 | 0.9826 | 0.3075 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 117 | 117 | 118 | 1.0173 | 0.3184 | 3.7028 | 1.2807 | 0.0000 | 0.0000 |
| 118 | 117 | 119 | 1.0244 | 0.3206 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 119 | 119 | 120 | 1.0247 | 0.3207 | 12.0425 | 4.1653 | 0.0000 | 0.0000 |
| 120 | 116 | 121 | 1.0142 | 0.3175 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 121 | 121 | 122 | 1.0145 | 0.3176 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 122 | 122 | 123 | 1.0148 | 0.3176 | 3.2038 | 1.1081 | 0.0000 | 0.0000 |
| 123 | 113 | 124 | 0.2219 | 0.2215 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 124 | 124 | 125 | 0.2221 | 0.2217 | 0.6653 | 0.2301 | 0.0000 | 0.0000 |
| 125 | 113 | 126 | 0.2532 | 0.2527 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 126 | 126 | 127 | 0.2532 | 0.2527 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 127 | 127 | 128 | 0.2532 | 0.2528 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 128 | 128 | 129 | 0.2533 | 0.2528 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 129 | 129 | 130 | 0.2534 | 0.2530 | 15.7252 | 5.4391 | 0.0000 | 0.0000 |
| 130 | 127 | 131 | 0.2533 | 0.2528 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 131 | 131 | 132 | 0.2533 | 0.2529 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 132 | 132 | 133 | 0.2534 | 0.2529 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 133 | 113 | 134 | 0.2294 | 0.2289 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 134 | 134 | 135 | 0.2294 | 0.2290 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 135 | 135 | 136 | 1.0577 | 0.3311 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 136 | 136 | 137 | 0.2466 | 0.2461 | 0.9105 | 0.3149 | 0.0000 | 0.0000 |
| 137 | 134 | 138 | 0.2296 | 0.2292 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 138 | 138 | 139 | 0.2297 | 0.2293 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 139 | 139 | 140 | 0.2298 | 0.2294 | 3.0658 | 1.0604 | 0.0000 | 0.0000 |
| 140 | 107 | 141 | 0.2159 | 0.2155 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 141 | 141 | 142 | 0.2527 | 0.2522 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 142 | 142 | 143 | 0.2527 | 0.2523 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 143 | 143 | 144 | 0.2528 | 0.2523 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 144 | 144 | 145 | 0.2528 | 0.2523 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 145 | 145 | 146 | 0.2534 | 0.2530 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 146 | 146 | 147 | 1.0453 | 0.2389 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 147 | 147 | 148 | 1.0455 | 0.2390 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 148 | 148 | 149 | 1.0457 | 0.2390 | 1.1951 | 0.4134 | 0.0000 | 0.0000 |
| 149 | 146 | 150 | 0.5559 | 0.3105 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 150 | 150 | 151 | 0.6085 | 0.3399 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 151 | 151 | 152 | 1.2336 | 0.3861 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 152 | 152 | 153 | 1.2342 | 0.3863 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 153 | 153 | 154 | 0.2881 | 0.2876 | 1.2266 | 0.4243 | 0.0000 | 0.0000 |
| 154 | 151 | 155 | 0.2777 | 0.2772 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 155 | 146 | 156 | 0.5559 | 0.3105 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 156 | 156 | 157 | 0.5880 | 0.3284 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 157 | 157 | 158 | 0.2687 | 0.2682 | 5.8801 | 2.0338 | 0.0000 | 0.0000 |
| 158 | 143 | 159 | 0.2528 | 0.2523 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 159 | 159 | 160 | 0.2529 | 0.2524 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 160 | 160 | 161 | 0.2529 | 0.2524 | 44.5975 | 15.4255 | 0.0000 | 0.0000 |
| 161 | 104 | 162 | 0.1813 | 0.1809 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 162 | 162 | 163 | 0.1813 | 0.1810 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 163 | 104 | 164 | 0.1813 | 0.1810 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 164 | 164 | 165 | 0.1814 | 0.1810 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 165 | 165 | 166 | 0.1815 | 0.1811 | 45.4896 | 15.7340 | 0.0000 | 0.0000 |
| 166 | 100 | 24 | 0.1394 | 0.1392 | | | | |
| 167 | 87 | 127 | 0.2533 | 0.2528 | | | | |

Valores base: 6.3kV y 100MVA



6.1.6 Alimentadores 0101, 0102 y 0103

Tabla 6.1.6 Datos de los alimentadores 0101, 0102 y 0103 pertenecientes a la EERCS
Fuente: Elaboración propia

| Rama N° | Barra de envío | Barra receptora | R(Ω) | X(Ω) | P(kW) – Barra r. | Q(kVAr) – Barra r. | Pg(kW) – Barra r. | Qg(kVAr) – Barra r. |
|---------|----------------|-----------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | 1 | 2 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 2 | 1 | 3 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 3 | 3 | 4 | 0.0300 | 0.0299 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 4 | 4 | 5 | 0.0305 | 0.0304 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 5 | 5 | 6 | 0.0308 | 0.0307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 6 | 6 | 7 | 0.0309 | 0.0309 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 7 | 7 | 8 | 0.1073 | 0.0599 | 18.0200 | 5.3300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 8 | 8 | 9 | 0.1080 | 0.0603 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 9 | 5 | 10 | 0.0305 | 0.0305 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 10 | 10 | 11 | 0.0307 | 0.0306 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 11 | 11 | 12 | 0.0308 | 0.0308 | 39.7700 | 11.7700 | 0.0000 | 0.0000 |
| 12 | 12 | 13 | 0.0309 | 0.0308 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 13 | 12 | 14 | 0.0310 | 0.0309 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 14 | 14 | 15 | 0.0310 | 0.0310 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 15 | 5 | 16 | 0.0308 | 0.0307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 16 | 16 | 17 | 0.0617 | 0.0616 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 17 | 17 | 18 | 0.0618 | 0.0617 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 18 | 18 | 19 | 0.0620 | 0.0618 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 19 | 19 | 20 | 0.0620 | 0.0619 | 46.7700 | 13.8400 | 0.0000 | 0.0000 |
| 20 | 20 | 21 | 0.0621 | 0.0620 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 21 | 18 | 22 | 0.0620 | 0.0619 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 22 | 22 | 23 | 0.0678 | 0.0677 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 23 | 23 | 24 | 0.0973 | 0.0971 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 24 | 24 | 25 | 0.0973 | 0.0971 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 25 | 25 | 26 | 0.0975 | 0.0973 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 26 | 26 | 27 | 0.0976 | 0.0974 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 27 | 27 | 28 | 0.0976 | 0.0975 | 50.7500 | 15.0200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 28 | 28 | 29 | 0.0977 | 0.0975 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 29 | 25 | 30 | 0.0974 | 0.0972 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 30 | 30 | 31 | 0.0975 | 0.0973 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 31 | 31 | 32 | 0.0976 | 0.0975 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 32 | 32 | 33 | 0.0985 | 0.0983 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 33 | 33 | 34 | 0.1004 | 0.1002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 34 | 34 | 35 | 0.1145 | 0.1143 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 35 | 35 | 36 | 0.1163 | 0.1161 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 36 | 36 | 37 | 0.1290 | 0.1288 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 37 | 37 | 38 | 0.1290 | 0.1288 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 38 | 38 | 39 | 0.1293 | 0.1290 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 39 | 39 | 40 | 0.1293 | 0.1291 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 40 | 40 | 41 | 0.1625 | 0.1622 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 41 | 41 | 42 | 0.1649 | 0.1646 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 42 | 42 | 43 | 0.1671 | 0.1668 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 43 | 43 | 44 | 0.1672 | 0.1669 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 44 | 38 | 45 | 0.1291 | 0.1289 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 45 | 45 | 46 | 0.1292 | 0.1290 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 46 | 46 | 47 | 0.3069 | 0.1714 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 47 | 47 | 48 | 0.3071 | 0.1716 | 0.0400 | 0.0100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 48 | 48 | 49 | 0.3074 | 0.1717 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 49 | 47 | 50 | 0.3083 | 0.1722 | 15.8300 | 4.6800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 50 | 50 | 51 | 0.3086 | 0.1724 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 51 | 38 | 52 | 0.1293 | 0.1290 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 52 | 52 | 53 | 0.1293 | 0.1291 | 39.7800 | 11.7700 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 53 | 53 | 54 | 0.1294 | 0.1292 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 54 | 32 | 55 | 0.2143 | 0.1197 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 55 | 55 | 56 | 0.2663 | 0.1488 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 56 | 56 | 57 | 0.2940 | 0.1642 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 57 | 57 | 58 | 0.2982 | 0.1666 | 5.1400 | 1.5200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 58 | 58 | 59 | 0.1361 | 0.1359 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 59 | 56 | 60 | 0.1215 | 0.1212 | 1.4600 | 0.4300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 60 | 60 | 61 | 0.1215 | 0.1213 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 61 | 25 | 62 | 0.0975 | 0.0973 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 62 | 62 | 63 | 0.0995 | 0.0993 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 63 | 63 | 64 | 0.1150 | 0.1148 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 64 | 64 | 65 | 0.1165 | 0.1163 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 65 | 65 | 66 | 0.1329 | 0.1327 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 66 | 66 | 67 | 0.1336 | 0.1334 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 67 | 67 | 68 | 0.1336 | 0.1334 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 68 | 68 | 69 | 0.1337 | 0.1335 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 69 | 69 | 70 | 0.1338 | 0.1335 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 70 | 70 | 71 | 0.1340 | 0.1338 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 71 | 71 | 72 | 0.2940 | 0.1642 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 72 | 72 | 73 | 0.3566 | 0.1992 | 0.5400 | 0.1600 | 0.0000 | 0.0000 |
| 73 | 73 | 74 | 0.3568 | 0.1993 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 74 | 71 | 75 | 0.5753 | 0.1801 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 75 | 75 | 76 | 0.6530 | 0.2044 | 5.3000 | 1.5700 | 0.0000 | 0.0000 |
| 76 | 76 | 77 | 0.6535 | 0.2046 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 77 | 71 | 78 | 0.1341 | 0.1338 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 78 | 78 | 79 | 0.1734 | 0.1731 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 79 | 68 | 80 | 0.1337 | 0.1335 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 80 | 80 | 81 | 0.1617 | 0.1614 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 81 | 81 | 82 | 0.1618 | 0.1615 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 82 | 82 | 83 | 0.1618 | 0.1615 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 83 | 83 | 84 | 0.2064 | 0.2061 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 84 | 84 | 85 | 0.2065 | 0.2061 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 85 | 85 | 86 | 0.2065 | 0.2062 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 86 | 86 | 87 | 0.2066 | 0.2062 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 87 | 87 | 88 | 0.2066 | 0.2063 | 54.1300 | 16.0200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 88 | 88 | 89 | 0.2067 | 0.2063 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 89 | 85 | 90 | 0.2065 | 0.2061 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 90 | 90 | 91 | 0.2066 | 0.2062 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 91 | 91 | 92 | 0.2068 | 0.2064 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 92 | 93 | 92 | 0.3368 | 0.2286 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 93 | 94 | 93 | 0.3418 | 0.2321 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 94 | 95 | 94 | 1.0267 | 0.3214 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 95 | 95 | 96 | 1.0270 | 0.3214 | 6.2500 | 1.8500 | 0.0000 | 0.0000 |
| 96 | 96 | 97 | 1.0272 | 0.3215 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 97 | 92 | 98 | 0.8877 | 0.2778 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 98 | 98 | 99 | 0.9774 | 0.3059 | 0.2700 | 0.0800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 99 | 99 | 100 | 0.9799 | 0.3067 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 100 | 92 | 101 | 0.9700 | 0.3036 | 16.8400 | 4.9800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 101 | 101 | 102 | 0.2262 | 0.2257 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 102 | 92 | 103 | 0.8878 | 0.2779 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 103 | 103 | 104 | 0.9809 | 0.3070 | 0.5000 | 0.1500 | 0.0000 | 0.0000 |
| 104 | 104 | 105 | 0.2287 | 0.2283 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 105 | 85 | 106 | 0.2066 | 0.2062 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 106 | 106 | 107 | 0.2343 | 0.2339 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 107 | 107 | 108 | 0.2344 | 0.2339 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 108 | 108 | 109 | 0.2346 | 0.2341 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 109 | 109 | 110 | 0.2347 | 0.2343 | 60.7600 | 17.9800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 110 | 110 | 111 | 0.2348 | 0.2344 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 111 | 108 | 112 | 0.2345 | 0.2341 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 112 | 112 | 113 | 0.2346 | 0.2342 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 113 | 113 | 114 | 0.5196 | 0.2902 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 114 | 114 | 115 | 0.5250 | 0.2933 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 115 | 115 | 116 | 0.5410 | 0.3022 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|---------|
| 116 | 116 | 117 | 0.2468 | 0.2464 | 0.1100 | 0.0300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 117 | 82 | 118 | 0.1619 | 0.1616 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 118 | 118 | 119 | 0.1619 | 0.1616 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 119 | 119 | 120 | 0.1622 | 0.1619 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 120 | 120 | 121 | 0.3916 | 0.2187 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 121 | 121 | 122 | 0.1787 | 0.1784 | 0.7200 | 0.2100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 122 | 120 | 123 | 0.2126 | 0.2122 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 123 | 120 | 124 | 0.4368 | 0.2440 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 124 | 124 | 125 | 0.5565 | 0.2339 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 125 | 125 | 126 | 0.5898 | 0.2479 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 126 | 126 | 127 | 0.2174 | 0.2170 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 127 | 127 | 128 | 0.2174 | 0.2170 | 4.7800 | 1.4200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 128 | 126 | 129 | 0.5992 | 0.2519 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 129 | 129 | 130 | 0.6433 | 0.2704 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 130 | 130 | 131 | 0.2373 | 0.2369 | 1.6200 | 0.4800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 131 | 125 | 132 | 0.5601 | 0.2354 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 132 | 132 | 133 | 0.2066 | 0.2062 | 1.0700 | 0.3200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 133 | 120 | 134 | 0.6978 | 0.2184 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 134 | 134 | 135 | 0.7012 | 0.2195 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 135 | 135 | 136 | 0.7097 | 0.2221 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 136 | 136 | 137 | 0.7230 | 0.2263 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 137 | 137 | 138 | 0.7301 | 0.2285 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 138 | 138 | 139 | 0.7653 | 0.2395 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 139 | 139 | 140 | 0.7662 | 0.2398 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 140 | 140 | 141 | 0.7665 | 0.2399 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 141 | 141 | 142 | 0.7668 | 0.2400 | 0.0300 | 0.0100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 142 | 82 | 143 | 0.1619 | 0.1616 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 143 | 143 | 144 | 0.1620 | 0.1617 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 144 | 144 | 145 | 0.1620 | 0.1617 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 145 | 145 | 146 | 0.1620 | 0.1617 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 146 | 146 | 147 | 0.1621 | 0.1618 | 61.8400 | 18.3000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 147 | 146 | 148 | 0.1621 | 0.1618 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 148 | 68 | 149 | 0.1338 | 0.1336 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 149 | 149 | 150 | 0.1338 | 0.1336 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 150 | 150 | 151 | 0.1339 | 0.1337 | 62.9800 | 18.6400 | 0.0000 | 0.0000 |
| 151 | 66 | 152 | 0.5723 | 0.1308 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 152 | 152 | 153 | 0.5725 | 0.1309 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 153 | 153 | 154 | 0.5727 | 0.1309 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 154 | 65 | 155 | 0.1587 | 0.1003 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 155 | 155 | 156 | 0.5194 | 0.1187 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 156 | 156 | 157 | 0.5196 | 0.1188 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 157 | 18 | 158 | 0.0619 | 0.0618 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 158 | 158 | 159 | 0.0619 | 0.0618 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 159 | 1 | 160 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 160 | 1 | 161 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 161 | 161 | 162 | 0.0619 | 0.0618 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 162 | 162 | 163 | 0.0620 | 0.0619 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 163 | 163 | 164 | 0.0622 | 0.0620 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 164 | 164 | 165 | 0.0622 | 0.0621 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 165 | 165 | 166 | 0.0624 | 0.0623 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 166 | 166 | 167 | 0.0624 | 0.0623 | 49.7300 | 8.3500 | 0.0000 | 0.0000 |
| 167 | 166 | 168 | 0.0625 | 0.0624 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 168 | 168 | 169 | 0.0626 | 0.0625 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 169 | 163 | 170 | 0.0621 | 0.0620 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 170 | 170 | 171 | 0.0622 | 0.0621 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 171 | 171 | 172 | 0.0944 | 0.0943 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 172 | 163 | 173 | 0.0622 | 0.0621 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 173 | 173 | 174 | 0.0932 | 0.0930 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 174 | 174 | 175 | 0.0932 | 0.0931 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 175 | 175 | 176 | 0.0933 | 0.0931 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 176 | 175 | 177 | 0.0933 | 0.0932 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 177 | 177 | 178 | 0.0934 | 0.0932 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 178 | 178 | 179 | 0.0935 | 0.0933 | 66.3500 | 11.1400 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 179 | 175 | 180 | 0.0933 | 0.0931 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 180 | 180 | 181 | 0.1362 | 0.1360 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 181 | 181 | 182 | 0.1362 | 0.1360 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 182 | 182 | 183 | 0.1363 | 0.1360 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 183 | 183 | 184 | 0.1715 | 0.1712 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 184 | 184 | 185 | 0.1715 | 0.1712 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 185 | 185 | 186 | 0.2114 | 0.2111 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 186 | 186 | 187 | 0.2115 | 0.2111 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 187 | 187 | 188 | 0.2115 | 0.2111 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 188 | 188 | 189 | 0.2116 | 0.2112 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 189 | 189 | 190 | 0.2117 | 0.2113 | 84.3100 | 14.1500 | 0.0000 | 0.0000 |
| 190 | 187 | 191 | 0.2115 | 0.2111 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 191 | 191 | 192 | 0.2116 | 0.2112 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 192 | 192 | 193 | 0.2117 | 0.2114 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 193 | 193 | 194 | 0.2152 | 0.2148 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 194 | 194 | 195 | 0.2153 | 0.2149 | 0.1300 | 0.0200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 195 | 193 | 196 | 0.2189 | 0.2185 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 196 | 196 | 197 | 0.2304 | 0.2300 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 197 | 197 | 198 | 0.2304 | 0.2300 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 198 | 198 | 199 | 0.2305 | 0.2301 | 1.0300 | 0.1700 | 0.0000 | 0.0000 |
| 199 | 197 | 200 | 0.2304 | 0.2300 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 200 | 200 | 201 | 0.2438 | 0.2434 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 201 | 201 | 202 | 0.2438 | 0.2434 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 202 | 202 | 203 | 0.2439 | 0.2435 | 12.7700 | 2.1400 | 0.0000 | 0.0000 |
| 203 | 201 | 204 | 0.2438 | 0.2434 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 204 | 204 | 205 | 0.2513 | 0.2509 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 205 | 205 | 206 | 0.2514 | 0.2510 | 19.5600 | 3.2800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 206 | 196 | 207 | 0.9461 | 0.2961 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 207 | 207 | 208 | 0.9463 | 0.2962 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 208 | 208 | 209 | 0.9465 | 0.2962 | 3.1600 | 0.5300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 209 | 193 | 210 | 0.2119 | 0.2115 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 210 | 210 | 211 | 0.2232 | 0.2228 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 211 | 211 | 212 | 0.2240 | 0.2236 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 212 | 212 | 213 | 0.2240 | 0.2236 | 12.8100 | 2.1500 | 0.0000 | 0.0000 |
| 213 | 211 | 214 | 0.2232 | 0.2228 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 214 | 214 | 215 | 0.2232 | 0.2228 | 2.9500 | 0.5000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 215 | 211 | 216 | 0.2232 | 0.2228 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 216 | 193 | 217 | 0.9475 | 0.2966 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 217 | 217 | 218 | 0.9477 | 0.2966 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 218 | 218 | 219 | 0.9478 | 0.2967 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 219 | 219 | 220 | 0.9480 | 0.2967 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 220 | 220 | 221 | 0.9489 | 0.2970 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 221 | 221 | 222 | 0.9498 | 0.2973 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 222 | 222 | 223 | 0.2213 | 0.2209 | 14.3500 | 2.4100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 223 | 221 | 224 | 0.9645 | 0.3019 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 224 | 224 | 225 | 0.2248 | 0.2244 | 21.2000 | 3.5600 | 0.0000 | 0.0000 |
| 225 | 219 | 226 | 0.9480 | 0.2967 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 226 | 226 | 227 | 0.2243 | 0.2239 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 227 | 227 | 228 | 0.2243 | 0.2239 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 228 | 228 | 229 | 0.2318 | 0.2314 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 229 | 229 | 230 | 0.2319 | 0.2314 | 1.0000 | 0.1700 | 0.0000 | 0.0000 |
| 230 | 228 | 231 | 0.2244 | 0.2240 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 231 | 231 | 232 | 0.2245 | 0.2240 | 1.4900 | 0.2500 | 0.0000 | 0.0000 |
| 232 | 219 | 233 | 0.9481 | 0.2967 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 233 | 233 | 234 | 0.2213 | 0.2209 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 234 | 234 | 235 | 0.9685 | 0.3032 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 235 | 235 | 236 | 0.9687 | 0.3032 | 0.3800 | 0.0600 | 0.0000 | 0.0000 |
| 236 | 234 | 237 | 0.2261 | 0.2257 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 237 | 237 | 238 | 0.2262 | 0.2258 | 2.7100 | 0.4600 | 0.0000 | 0.0000 |
| 238 | 187 | 239 | 0.2115 | 0.2111 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 239 | 239 | 240 | 0.2116 | 0.2112 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 240 | 185 | 241 | 0.1716 | 0.1713 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 241 | 241 | 242 | 0.1867 | 0.1863 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|--------|--------|---------|
| 242 | 242 | 243 | 0.1867 | 0.1864 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 243 | 243 | 244 | 0.1868 | 0.1864 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 244 | 243 | 245 | 0.4096 | 0.2288 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 245 | 243 | 246 | 0.4096 | 0.2288 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 246 | 246 | 247 | 0.4097 | 0.2288 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 247 | 247 | 248 | 0.4108 | 0.2294 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 248 | 248 | 249 | 0.4108 | 0.2295 | 13.5300 | 2.2700 | 0.0000 | 0.0000 |
| 249 | 185 | 250 | 0.1716 | 0.1713 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 250 | 250 | 251 | 0.1716 | 0.1713 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 251 | 251 | 252 | 0.1717 | 0.1714 | 55.0500 | 9.2400 | 0.0000 | 0.0000 |
| 252 | 185 | 253 | 0.1715 | 0.1712 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 253 | 253 | 254 | 0.1716 | 0.1713 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 254 | 254 | 255 | 0.1718 | 0.1715 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 255 | 255 | 256 | 0.1718 | 0.1715 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 256 | 256 | 257 | 0.1786 | 0.1783 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 257 | 257 | 258 | 0.1894 | 0.1891 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 258 | 258 | 259 | 0.1895 | 0.1891 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 259 | 259 | 260 | 0.1895 | 0.1891 | 4.8600 | 0.8200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 260 | 258 | 261 | 0.1895 | 0.1891 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 261 | 257 | 262 | 0.1836 | 0.1833 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 262 | 262 | 263 | 0.1836 | 0.1833 | 2.8400 | 0.4800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 263 | 255 | 264 | 0.1719 | 0.1715 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 264 | 264 | 265 | 0.1819 | 0.1816 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 265 | 265 | 266 | 0.1819 | 0.1816 | 19.8300 | 3.3300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 266 | 255 | 267 | 0.1718 | 0.1715 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 267 | 267 | 268 | 0.1868 | 0.1865 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 268 | 268 | 269 | 0.1868 | 0.1865 | 2.6600 | 0.4500 | 0.0000 | 0.0000 |
| 269 | 255 | 270 | 0.1719 | 0.1715 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 270 | 270 | 271 | 0.1864 | 0.1861 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 271 | 271 | 272 | 0.1864 | 0.1861 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 272 | 272 | 273 | 0.2068 | 0.2064 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 273 | 273 | 274 | 0.2068 | 0.2064 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 274 | 274 | 275 | 0.2147 | 0.2143 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 275 | 275 | 276 | 0.2147 | 0.2143 | 1.6100 | 0.2700 | 0.0000 | 0.0000 |
| 276 | 273 | 277 | 0.2068 | 0.2064 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 277 | 277 | 278 | 0.2068 | 0.2065 | 16.7700 | 2.8100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 278 | 273 | 279 | 0.2068 | 0.2064 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 279 | 279 | 280 | 0.2310 | 0.2306 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 280 | 271 | 281 | 0.1864 | 0.1861 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 281 | 281 | 282 | 0.1864 | 0.1861 | 2.3400 | 0.3900 | 0.0000 | 0.0000 |
| 282 | 255 | 283 | 0.1719 | 0.1716 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 283 | 283 | 284 | 0.1791 | 0.1788 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 284 | 284 | 285 | 0.1791 | 0.1788 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 285 | 285 | 286 | 0.1792 | 0.1788 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 286 | 286 | 287 | 0.1792 | 0.1789 | 0.1100 | 0.0200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 287 | 285 | 288 | 0.1802 | 0.1799 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 288 | 288 | 289 | 0.1802 | 0.1799 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 289 | 289 | 290 | 0.1802 | 0.1799 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 290 | 290 | 291 | 0.1803 | 0.1799 | 6.7600 | 1.1300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 291 | 289 | 292 | 0.1959 | 0.1955 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 292 | 292 | 293 | 0.1959 | 0.1956 | 0.5000 | 0.0800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 293 | 182 | 294 | 0.1363 | 0.1360 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 294 | 294 | 295 | 0.1363 | 0.1361 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 295 | 295 | 296 | 0.1364 | 0.1362 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 296 | 296 | 297 | 0.1364 | 0.1362 | 41.1900 | 6.9100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 297 | 296 | 298 | 0.1365 | 0.1362 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 298 | 298 | 299 | 0.1365 | 0.1363 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 299 | 182 | 300 | 0.1363 | 0.1361 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 300 | 300 | 301 | 0.1364 | 0.1361 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 301 | 301 | 302 | 0.1408 | 0.1405 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 302 | 302 | 303 | 0.1408 | 0.1406 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 303 | 303 | 304 | 0.1739 | 0.1736 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 304 | 304 | 305 | 0.7476 | 0.2340 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 305 | 305 | 306 | 0.7477 | 0.2340 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 306 | 306 | 307 | 0.1742 | 0.1739 | 1.9100 | 0.3200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 307 | 306 | 308 | 0.7479 | 0.2341 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 308 | 308 | 309 | 0.8324 | 0.2605 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 309 | 309 | 310 | 0.8352 | 0.2614 | 26.8800 | 4.5100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 310 | 304 | 311 | 0.1739 | 0.1736 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 311 | 311 | 312 | 0.1739 | 0.1736 | 13.2900 | 2.2300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 312 | 302 | 313 | 0.1408 | 0.1405 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 313 | 313 | 314 | 0.1445 | 0.1443 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 314 | 314 | 315 | 0.1445 | 0.1443 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 315 | 315 | 316 | 0.5744 | 0.1313 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 316 | 316 | 317 | 0.5747 | 0.1313 | 1.4200 | 0.2400 | 0.0000 | 0.0000 |
| 317 | 315 | 318 | 0.1497 | 0.1494 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 318 | 318 | 319 | 0.1497 | 0.1494 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 319 | 319 | 320 | 0.1507 | 0.1505 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 320 | 320 | 321 | 0.1508 | 0.1505 | 6.4900 | 1.0900 | 0.0000 | 0.0000 |
| 321 | 318 | 322 | 0.1497 | 0.1494 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 322 | 322 | 323 | 0.1497 | 0.1495 | 2.9900 | 0.5000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 323 | 315 | 324 | 0.1446 | 0.1443 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 324 | 324 | 325 | 0.1446 | 0.1443 | 7.5300 | 1.2600 | 0.0000 | 0.0000 |
| 325 | 302 | 326 | 0.1408 | 0.1405 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 326 | 326 | 327 | 0.1408 | 0.1406 | 15.3900 | 2.5800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 327 | 1 | 328 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 328 | 1 | 329 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 329 | 329 | 330 | 0.0846 | 0.0845 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 330 | 330 | 331 | 0.0846 | 0.0845 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 331 | 331 | 332 | 0.0847 | 0.0846 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 332 | 332 | 333 | 0.1338 | 0.1336 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 333 | 333 | 334 | 0.1338 | 0.1336 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 334 | 334 | 335 | 0.1339 | 0.1337 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 335 | 335 | 336 | 0.1743 | 0.1740 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 336 | 336 | 337 | 0.1744 | 0.1740 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 337 | 337 | 338 | 0.1744 | 0.1741 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 338 | 338 | 339 | 0.2115 | 0.2111 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 339 | 339 | 340 | 0.2115 | 0.2111 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 340 | 340 | 341 | 0.2116 | 0.2112 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 341 | 341 | 342 | 0.2116 | 0.2113 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 342 | 342 | 343 | 0.2117 | 0.2113 | 33.2224 | 0.1630 | 0.0000 | 0.0000 |
| 343 | 340 | 344 | 0.2116 | 0.2112 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 344 | 344 | 345 | 0.2116 | 0.2112 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 345 | 345 | 346 | 0.2118 | 0.2114 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 346 | 346 | 347 | 0.9091 | 0.2846 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 347 | 347 | 348 | 0.9379 | 0.2936 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 348 | 348 | 349 | 0.2186 | 0.2182 | 6.1136 | 0.0300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 349 | 346 | 350 | 0.2545 | 0.2541 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 350 | 340 | 351 | 0.2116 | 0.2112 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 351 | 337 | 352 | 0.1744 | 0.1741 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 352 | 352 | 353 | 0.1745 | 0.1742 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 353 | 353 | 354 | 0.1819 | 0.1816 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 354 | 354 | 355 | 0.1821 | 0.1818 | 8.4470 | 0.0414 | 0.0000 | 0.0000 |
| 355 | 337 | 356 | 0.1745 | 0.1742 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 356 | 356 | 357 | 0.1745 | 0.1742 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 357 | 357 | 358 | 0.1746 | 0.1743 | 83.2499 | 0.4084 | 0.0000 | 0.0000 |
| 358 | 337 | 359 | 0.7486 | 0.2343 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 359 | 359 | 360 | 0.8710 | 0.2726 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 360 | 360 | 361 | 0.8715 | 0.2728 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 361 | 361 | 362 | 0.8719 | 0.2729 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 362 | 334 | 363 | 0.1339 | 0.1336 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 363 | 363 | 364 | 0.1339 | 0.1337 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 364 | 364 | 365 | 0.1340 | 0.1338 | 43.0789 | 0.2113 | 0.0000 | 0.0000 |
| 365 | 334 | 366 | 0.1339 | 0.1337 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 366 | 366 | 367 | 0.1340 | 0.1337 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 367 | 367 | 368 | 0.1630 | 0.1627 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|--------|--------|---------|
| 368 | 368 | 369 | 0.1630 | 0.1627 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 369 | 369 | 370 | 0.1631 | 0.1628 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 370 | 369 | 371 | 0.1631 | 0.1628 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 371 | 371 | 372 | 0.1631 | 0.1628 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 372 | 369 | 373 | 0.1631 | 0.1628 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 373 | 373 | 374 | 0.1631 | 0.1628 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 374 | 374 | 375 | 0.1632 | 0.1629 | 24.6718 | 0.1210 | 0.0000 | 0.0000 |
| 375 | 331 | 376 | 0.0847 | 0.0845 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 376 | 376 | 377 | 0.0847 | 0.0846 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 377 | 377 | 378 | 0.0913 | 0.0912 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 378 | 378 | 379 | 0.1027 | 0.1025 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 379 | 379 | 380 | 0.1131 | 0.1129 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 380 | 380 | 381 | 0.1132 | 0.1130 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 381 | 381 | 382 | 0.1133 | 0.1130 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 382 | 382 | 383 | 0.1133 | 0.1131 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 383 | 383 | 384 | 0.1503 | 0.1500 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 384 | 384 | 385 | 0.1503 | 0.1500 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 385 | 385 | 386 | 0.1504 | 0.1502 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 386 | 386 | 387 | 0.1505 | 0.1502 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 387 | 387 | 388 | 0.1505 | 0.1502 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 388 | 388 | 389 | 0.1506 | 0.1503 | 61.2286 | 0.3004 | 0.0000 | 0.0000 |
| 389 | 388 | 390 | 0.6531 | 0.2044 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 390 | 390 | 391 | 0.6533 | 0.2045 | 21.2955 | 0.1045 | 0.0000 | 0.0000 |
| 391 | 385 | 392 | 0.1504 | 0.1501 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 392 | 392 | 393 | 0.1504 | 0.1502 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 393 | 393 | 394 | 0.1507 | 0.1505 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 394 | 394 | 395 | 0.1508 | 0.1505 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 395 | 395 | 396 | 0.1580 | 0.1577 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 396 | 396 | 397 | 0.1787 | 0.1784 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 397 | 397 | 398 | 0.1788 | 0.1784 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 398 | 398 | 399 | 0.1788 | 0.1785 | 6.0498 | 0.0297 | 0.0000 | 0.0000 |
| 399 | 396 | 400 | 0.1668 | 0.1665 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 400 | 400 | 401 | 0.1668 | 0.1665 | 1.6429 | 0.0081 | 0.0000 | 0.0000 |
| 401 | 394 | 402 | 0.1508 | 0.1505 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 402 | 402 | 403 | 0.6723 | 0.2104 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 403 | 403 | 404 | 0.6732 | 0.2107 | 3.4855 | 0.0171 | 0.0000 | 0.0000 |
| 404 | 385 | 405 | 0.1504 | 0.1501 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 405 | 405 | 406 | 0.1504 | 0.1501 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 406 | 381 | 407 | 0.1133 | 0.1131 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 407 | 407 | 408 | 0.1133 | 0.1131 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 408 | 408 | 409 | 0.1134 | 0.1132 | 6.5323 | 0.0320 | 0.0000 | 0.0000 |
| 409 | 331 | 410 | 0.0847 | 0.0845 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 410 | 410 | 411 | 0.0847 | 0.0846 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 411 | 411 | 412 | 0.0848 | 0.0847 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 412 | 412 | 413 | 0.0848 | 0.0847 | 55.5864 | 0.2727 | 0.0000 | 0.0000 |
| 413 | 412 | 414 | 0.0849 | 0.0847 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 414 | 414 | 415 | 0.0849 | 0.0848 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 415 | 44 | 108 | 0.2346 | 0.2342 | | | | |
| 416 | 261 | 216 | 0.2029 | 0.2025 | | | | |
| 417 | 381 | 172 | 0.1133 | 0.1131 | | | | |
| 418 | 176 | 79 | 0.0934 | 0.0932 | | | | |

Valores base: 6.3kV y 100MVA



6.1.7 Alimentadores 0201, 0202 y 0203

Tabla 6.1.7 Datos de los alimentadores 0201, 0202 y 0203 pertenecientes a la EERCS
Fuente: Elaboración propia

| Rama N° | Barra de envío | Barra receptora | R(Ω) | X(Ω) | P(kW) – Barra r. | Q(kVAr) – Barra r. | Pg(kW) – Barra r. | Qg(kVAr) – Barra r. |
|---------|----------------|-----------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | 1 | 2 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 2 | 1 | 3 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 3 | 3 | 4 | 0.0662 | 0.0660 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 4 | 4 | 5 | 0.1309 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 5 | 5 | 6 | 0.1309 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 6 | 6 | 7 | 0.1310 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 7 | 7 | 8 | 0.1310 | 0.1308 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 8 | 8 | 9 | 0.3560 | 0.1497 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 9 | 9 | 10 | 0.3561 | 0.1497 | 22.1206 | 7.6511 | 0.0000 | 0.0000 |
| 10 | 9 | 11 | 0.1313 | 0.1310 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 11 | 11 | 12 | 0.1313 | 0.1311 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 12 | 6 | 13 | 0.1309 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 13 | 13 | 14 | 0.1310 | 0.1308 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 14 | 14 | 15 | 0.5884 | 0.1842 | 7.8643 | 2.7201 | 0.0000 | 0.0000 |
| 15 | 6 | 16 | 0.1310 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 16 | 16 | 17 | 0.5621 | 0.1759 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 17 | 17 | 18 | 0.1310 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 18 | 18 | 19 | 0.1385 | 0.1383 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 19 | 19 | 20 | 0.1391 | 0.1389 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 20 | 20 | 21 | 0.1393 | 0.1390 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 21 | 21 | 22 | 0.0006 | 0.0005 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 22 | 22 | 23 | 0.0006 | 0.0005 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 23 | 23 | 24 | 0.0006 | 0.0005 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 24 | 22 | 25 | 0.0067 | 0.0064 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 25 | 25 | 26 | 0.0680 | 0.0649 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 26 | 26 | 27 | 0.0490 | 0.0468 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 27 | 27 | 28 | 0.0214 | 0.0204 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 28 | 28 | 29 | 0.0497 | 0.0475 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 29 | 29 | 30 | 0.0285 | 0.0272 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 30 | 29 | 31 | 0.8263 | 0.2586 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 31 | 31 | 32 | 0.8264 | 0.2587 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 32 | 29 | 33 | 0.5311 | 0.2232 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 33 | 33 | 34 | 0.5319 | 0.2236 | 34.9678 | 12.0947 | 0.0000 | 0.0000 |
| 34 | 28 | 35 | 0.0361 | 0.0219 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 35 | 35 | 36 | 0.0375 | 0.0228 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 36 | 36 | 37 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 37 | 37 | 38 | 0.0002 | 0.0001 | 10.0694 | 3.4828 | 0.0000 | 0.0000 |
| 38 | 27 | 39 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 39 | 39 | 40 | 0.0001 | 0.0001 | 28.1611 | 9.7404 | 0.0000 | 0.0000 |
| 40 | 26 | 41 | 0.0079 | 0.0093 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 41 | 41 | 42 | 0.0001 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 42 | 42 | 43 | 0.2396 | 0.1627 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 43 | 43 | 44 | 0.1803 | 0.1800 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 44 | 44 | 45 | 0.2679 | 0.1819 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 45 | 25 | 46 | 0.0089 | 0.0085 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 46 | 46 | 47 | 0.0002 | 0.0002 | 12.3991 | 4.2886 | 0.0000 | 0.0000 |
| 47 | 25 | 48 | 0.0435 | 0.0416 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 48 | 48 | 49 | 0.0640 | 0.0611 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 49 | 49 | 50 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 50 | 50 | 51 | 0.0001 | 0.0001 | 16.4152 | 5.6777 | 0.0000 | 0.0000 |
| 51 | 49 | 52 | 0.3755 | 0.1918 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 52 | 52 | 53 | 0.3756 | 0.1918 | 1.7894 | 0.6189 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 53 | 48 | 54 | 0.0077 | 0.0074 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 54 | 48 | 55 | 0.0438 | 0.0418 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 55 | 55 | 56 | 0.0076 | 0.0073 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 56 | 56 | 57 | 0.0146 | 0.0139 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 57 | 57 | 58 | 0.0140 | 0.0134 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 58 | 58 | 59 | 0.0172 | 0.0164 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 59 | 59 | 60 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 60 | 60 | 61 | 0.0145 | 0.0139 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 61 | 61 | 62 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 62 | 62 | 63 | 0.0002 | 0.0002 | 6.0127 | 2.0797 | 0.0000 | 0.0000 |
| 63 | 59 | 64 | 0.0126 | 0.0120 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 64 | 64 | 65 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 65 | 65 | 66 | 0.0002 | 0.0002 | 3.1214 | 1.0796 | 0.0000 | 0.0000 |
| 66 | 59 | 67 | 0.0088 | 0.0084 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 67 | 57 | 68 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 68 | 68 | 69 | 0.0002 | 0.0002 | 3.2266 | 1.1160 | 0.0000 | 0.0000 |
| 69 | 55 | 70 | 0.0153 | 0.0146 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 70 | 70 | 71 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 71 | 71 | 72 | 0.0002 | 0.0002 | 6.7154 | 2.3227 | 0.0000 | 0.0000 |
| 72 | 70 | 73 | 0.0522 | 0.0498 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 73 | 73 | 74 | 0.0131 | 0.0126 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 74 | 73 | 75 | 0.0120 | 0.0115 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 75 | 75 | 76 | 0.0240 | 0.0229 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 76 | 76 | 77 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 77 | 77 | 78 | 0.0002 | 0.0002 | 4.8791 | 1.6876 | 0.0000 | 0.0000 |
| 78 | 75 | 79 | 0.7896 | 0.2472 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 79 | 79 | 80 | 0.7907 | 0.2475 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 80 | 80 | 81 | 0.8133 | 0.2546 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 81 | 81 | 82 | 0.8134 | 0.2546 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 82 | 82 | 83 | 0.8136 | 0.2547 | 3.4152 | 1.1813 | 0.0000 | 0.0000 |
| 83 | 73 | 84 | 0.0148 | 0.0141 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 84 | 84 | 85 | 0.1846 | 0.1843 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 85 | 85 | 86 | 0.2429 | 0.2425 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 86 | 86 | 87 | 0.2430 | 0.2425 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 87 | 84 | 88 | 0.7929 | 0.2482 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 88 | 88 | 89 | 0.7937 | 0.2484 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 89 | 89 | 90 | 0.8056 | 0.2522 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 90 | 90 | 91 | 0.8345 | 0.2612 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 91 | 91 | 92 | 0.8639 | 0.2704 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 92 | 92 | 93 | 0.8641 | 0.2705 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 93 | 93 | 94 | 0.0003 | 0.0002 | 2.5234 | 0.8728 | 0.0000 | 0.0000 |
| 94 | 91 | 95 | 0.8450 | 0.2645 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 95 | 95 | 96 | 0.8452 | 0.2645 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 96 | 96 | 97 | 0.0003 | 0.0002 | 2.9204 | 1.0101 | 0.0000 | 0.0000 |
| 97 | 90 | 98 | 0.8058 | 0.2522 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 98 | 98 | 99 | 0.0003 | 0.0002 | 4.6340 | 1.6028 | 0.0000 | 0.0000 |
| 99 | 20 | 100 | 0.1393 | 0.1390 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 100 | 17 | 101 | 0.1310 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 101 | 101 | 102 | 0.1776 | 0.1773 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 102 | 102 | 103 | 0.1812 | 0.1809 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 103 | 103 | 104 | 0.1812 | 0.1809 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 104 | 104 | 105 | 0.1813 | 0.1810 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 105 | 105 | 106 | 0.2159 | 0.2155 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 106 | 106 | 107 | 0.2159 | 0.2155 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 107 | 107 | 108 | 0.2160 | 0.2156 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 108 | 108 | 109 | 0.2161 | 0.2157 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 109 | 109 | 110 | 0.2162 | 0.2158 | 41.0646 | 14.2035 | 0.0000 | 0.0000 |
| 110 | 107 | 111 | 0.2160 | 0.2156 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 111 | 111 | 112 | 0.2160 | 0.2156 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 112 | 112 | 113 | 0.2162 | 0.2158 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 113 | 113 | 114 | 0.9671 | 0.3027 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 114 | 114 | 115 | 0.9675 | 0.3028 | 12.7370 | 4.4055 | 0.0000 | 0.0000 |
| 115 | 113 | 116 | 0.9657 | 0.3023 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|---------|
| 116 | 116 | 117 | 0.9826 | 0.3075 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 117 | 117 | 118 | 1.0173 | 0.3184 | 3.7028 | 1.2807 | 0.0000 | 0.0000 |
| 118 | 117 | 119 | 1.0244 | 0.3206 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 119 | 119 | 120 | 1.0247 | 0.3207 | 12.0425 | 4.1653 | 0.0000 | 0.0000 |
| 120 | 116 | 121 | 1.0142 | 0.3175 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 121 | 121 | 122 | 1.0145 | 0.3176 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 122 | 122 | 123 | 1.0148 | 0.3176 | 3.2038 | 1.1081 | 0.0000 | 0.0000 |
| 123 | 113 | 124 | 0.2219 | 0.2215 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 124 | 124 | 125 | 0.2221 | 0.2217 | 0.6653 | 0.2301 | 0.0000 | 0.0000 |
| 125 | 113 | 126 | 0.2532 | 0.2527 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 126 | 126 | 127 | 0.2532 | 0.2527 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 127 | 127 | 128 | 0.2532 | 0.2528 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 128 | 128 | 129 | 0.2533 | 0.2528 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 129 | 129 | 130 | 0.2534 | 0.2530 | 15.7252 | 5.4391 | 0.0000 | 0.0000 |
| 130 | 127 | 131 | 0.2533 | 0.2528 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 131 | 131 | 132 | 0.2533 | 0.2529 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 132 | 132 | 133 | 0.2534 | 0.2529 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 133 | 113 | 134 | 0.2294 | 0.2289 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 134 | 134 | 135 | 0.2294 | 0.2290 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 135 | 135 | 136 | 1.0577 | 0.3311 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 136 | 136 | 137 | 0.2466 | 0.2461 | 0.9105 | 0.3149 | 0.0000 | 0.0000 |
| 137 | 134 | 138 | 0.2296 | 0.2292 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 138 | 138 | 139 | 0.2297 | 0.2293 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 139 | 139 | 140 | 0.2298 | 0.2294 | 3.0658 | 1.0604 | 0.0000 | 0.0000 |
| 140 | 107 | 141 | 0.2159 | 0.2155 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 141 | 141 | 142 | 0.2527 | 0.2522 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 142 | 142 | 143 | 0.2527 | 0.2523 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 143 | 143 | 144 | 0.2528 | 0.2523 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 144 | 144 | 145 | 0.2528 | 0.2523 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 145 | 145 | 146 | 0.2534 | 0.2530 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 146 | 146 | 147 | 1.0453 | 0.2389 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 147 | 147 | 148 | 1.0455 | 0.2390 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 148 | 148 | 149 | 1.0457 | 0.2390 | 1.1951 | 0.4134 | 0.0000 | 0.0000 |
| 149 | 146 | 150 | 0.5559 | 0.3105 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 150 | 150 | 151 | 0.6085 | 0.3399 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 151 | 151 | 152 | 1.2336 | 0.3861 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 152 | 152 | 153 | 1.2342 | 0.3863 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 153 | 153 | 154 | 0.2881 | 0.2876 | 1.2266 | 0.4243 | 0.0000 | 0.0000 |
| 154 | 151 | 155 | 0.2777 | 0.2772 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 155 | 146 | 156 | 0.5559 | 0.3105 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 156 | 156 | 157 | 0.5880 | 0.3284 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 157 | 157 | 158 | 0.2687 | 0.2682 | 5.8801 | 2.0338 | 0.0000 | 0.0000 |
| 158 | 143 | 159 | 0.2528 | 0.2523 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 159 | 159 | 160 | 0.2529 | 0.2524 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 160 | 160 | 161 | 0.2529 | 0.2524 | 44.5975 | 15.4255 | 0.0000 | 0.0000 |
| 161 | 104 | 162 | 0.1813 | 0.1809 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 162 | 162 | 163 | 0.1813 | 0.1810 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 163 | 104 | 164 | 0.1813 | 0.1810 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 164 | 164 | 165 | 0.1814 | 0.1810 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 165 | 165 | 166 | 0.1815 | 0.1811 | 45.4896 | 15.7340 | 0.0000 | 0.0000 |
| 166 | 1 | 167 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 167 | 167 | 168 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 168 | 168 | 169 | 0.0101 | 0.0101 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 169 | 169 | 170 | 0.0101 | 0.0101 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 170 | 170 | 171 | 0.0102 | 0.0102 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 171 | 171 | 172 | 0.0102 | 0.0102 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 172 | 172 | 173 | 0.0103 | 0.0103 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 173 | 173 | 174 | 0.0103 | 0.0103 | 41.8995 | 10.8497 | 0.0000 | 0.0000 |
| 174 | 173 | 175 | 0.0104 | 0.0104 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 175 | 175 | 176 | 0.0105 | 0.0104 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 176 | 170 | 177 | 0.0102 | 0.0102 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 177 | 177 | 178 | 0.0464 | 0.0145 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 178 | 178 | 179 | 0.0512 | 0.0160 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|---------|
| 179 | 179 | 180 | 0.0613 | 0.0192 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 180 | 180 | 181 | 0.0759 | 0.0238 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 181 | 181 | 182 | 0.0772 | 0.0241 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 182 | 182 | 183 | 0.0877 | 0.0275 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 183 | 183 | 184 | 0.0879 | 0.0275 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 184 | 184 | 185 | 0.0881 | 0.0276 | 0.8037 | 0.2081 | 0.0000 | 0.0000 |
| 185 | 170 | 186 | 0.0102 | 0.0102 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 186 | 186 | 187 | 0.0473 | 0.0472 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 187 | 187 | 188 | 0.0473 | 0.0472 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 188 | 188 | 189 | 0.0474 | 0.0473 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 189 | 189 | 190 | 0.0899 | 0.0897 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 190 | 190 | 191 | 0.0900 | 0.0899 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 191 | 191 | 192 | 0.0901 | 0.0899 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 192 | 192 | 193 | 0.0901 | 0.0900 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 193 | 193 | 194 | 0.0902 | 0.0900 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 194 | 194 | 195 | 0.0902 | 0.0901 | 43.6336 | 11.2987 | 0.0000 | 0.0000 |
| 195 | 194 | 196 | 0.0902 | 0.0901 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 196 | 196 | 197 | 0.0903 | 0.0901 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 197 | 191 | 198 | 0.0901 | 0.0899 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 198 | 199 | 198 | 0.0901 | 0.0899 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 199 | 200 | 199 | 0.0902 | 0.0900 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 200 | 200 | 201 | 0.0902 | 0.0900 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 201 | 200 | 202 | 0.0902 | 0.0901 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 202 | 202 | 203 | 0.1088 | 0.1086 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 203 | 203 | 204 | 0.4804 | 0.1504 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 204 | 204 | 205 | 0.4809 | 0.1505 | 2.1707 | 0.5621 | 0.0000 | 0.0000 |
| 205 | 203 | 206 | 0.1089 | 0.1087 | 41.0690 | 10.6346 | 0.0000 | 0.0000 |
| 206 | 206 | 207 | 0.1090 | 0.1088 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 207 | 207 | 208 | 0.1092 | 0.1090 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 208 | 203 | 209 | 0.1258 | 0.1256 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 209 | 209 | 210 | 0.1260 | 0.1257 | 4.9842 | 1.2906 | 0.0000 | 0.0000 |
| 210 | 200 | 211 | 0.0902 | 0.0900 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 211 | 211 | 212 | 0.0938 | 0.0936 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 212 | 212 | 213 | 0.0941 | 0.0939 | 2.1657 | 0.5608 | 0.0000 | 0.0000 |
| 213 | 200 | 214 | 0.0902 | 0.0901 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 214 | 214 | 215 | 0.1080 | 0.1078 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 215 | 215 | 216 | 0.1082 | 0.1080 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 216 | 216 | 217 | 0.1084 | 0.1082 | 2.3975 | 0.6208 | 0.0000 | 0.0000 |
| 217 | 215 | 218 | 0.1259 | 0.1256 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 218 | 218 | 219 | 0.1260 | 0.1258 | 0.6532 | 0.1691 | 0.0000 | 0.0000 |
| 219 | 220 | 200 | 0.0902 | 0.0901 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 220 | 221 | 220 | 0.0950 | 0.0949 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 221 | 200 | 222 | 0.3873 | 0.1212 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 222 | 222 | 223 | 0.4556 | 0.1426 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 223 | 223 | 224 | 0.4558 | 0.1427 | 3.1270 | 0.8097 | 0.0000 | 0.0000 |
| 224 | 191 | 225 | 0.0901 | 0.0899 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 225 | 225 | 226 | 0.1282 | 0.1279 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 226 | 226 | 227 | 0.1282 | 0.1280 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 227 | 227 | 228 | 0.1283 | 0.1281 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 228 | 228 | 229 | 0.1455 | 0.1452 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 229 | 229 | 230 | 0.1455 | 0.1452 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 230 | 230 | 231 | 0.1457 | 0.1454 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 231 | 231 | 232 | 0.1457 | 0.1454 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 232 | 232 | 233 | 0.1458 | 0.1455 | 46.4177 | 12.0196 | 0.0000 | 0.0000 |
| 233 | 230 | 234 | 0.1456 | 0.1454 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 234 | 234 | 235 | 0.1457 | 0.1454 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 235 | 235 | 236 | 0.1458 | 0.1455 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 236 | 236 | 237 | 0.1458 | 0.1456 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 237 | 237 | 238 | 0.1459 | 0.1456 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 238 | 238 | 239 | 0.1604 | 0.1601 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 239 | 239 | 240 | 0.1604 | 0.1601 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 240 | 240 | 241 | 0.1606 | 0.1603 | 9.4409 | 2.4447 | 0.0000 | 0.0000 |
| 241 | 239 | 242 | 0.7283 | 0.2280 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 242 | 242 | 243 | 0.7285 | 0.2280 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 243 | 243 | 244 | 0.7287 | 0.2281 | 2.3526 | 0.6092 | 0.0000 | 0.0000 |
| 244 | 238 | 245 | 0.7085 | 0.2218 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 245 | 245 | 246 | 0.7091 | 0.2220 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 246 | 246 | 247 | 0.7096 | 0.2221 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 247 | 236 | 248 | 0.1458 | 0.1456 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 248 | 248 | 249 | 0.1544 | 0.1541 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 249 | 249 | 250 | 0.1555 | 0.1552 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 250 | 250 | 251 | 0.1557 | 0.1554 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 251 | 249 | 252 | 0.1564 | 0.1561 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 252 | 252 | 253 | 0.1575 | 0.1572 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 253 | 253 | 254 | 0.1648 | 0.1645 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 254 | 254 | 255 | 0.1792 | 0.1789 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 255 | 255 | 256 | 0.1809 | 0.1805 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 256 | 256 | 257 | 0.1810 | 0.1807 | 3.9521 | 1.0234 | 0.0000 | 0.0000 |
| 257 | 255 | 258 | 0.1794 | 0.1791 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 258 | 258 | 259 | 0.1795 | 0.1792 | 1.0704 | 0.2772 | 0.0000 | 0.0000 |
| 259 | 254 | 260 | 0.1650 | 0.1647 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 260 | 260 | 261 | 0.1651 | 0.1648 | 2.5358 | 0.6566 | 0.0000 | 0.0000 |
| 261 | 253 | 262 | 0.1591 | 0.1589 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 262 | 262 | 263 | 0.1592 | 0.1589 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 263 | 263 | 264 | 0.1593 | 0.1590 | 43.7354 | 11.3250 | 0.0000 | 0.0000 |
| 264 | 262 | 265 | 0.1626 | 0.1623 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 265 | 265 | 266 | 0.1639 | 0.1636 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 266 | 266 | 267 | 0.1716 | 0.1713 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 267 | 267 | 268 | 0.1717 | 0.1714 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 268 | 268 | 269 | 0.1719 | 0.1715 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 269 | 269 | 270 | 0.1731 | 0.1728 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 270 | 270 | 271 | 0.1733 | 0.1730 | 4.0213 | 1.0413 | 0.0000 | 0.0000 |
| 271 | 268 | 272 | 0.1719 | 0.1716 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 272 | 272 | 273 | 0.2105 | 0.2101 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 273 | 268 | 274 | 0.1719 | 0.1716 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 274 | 274 | 275 | 0.1720 | 0.1717 | 11.7308 | 3.0376 | 0.0000 | 0.0000 |
| 275 | 268 | 276 | 0.1720 | 0.1717 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 276 | 266 | 277 | 0.1640 | 0.1637 | 51.7066 | 13.3891 | 0.0000 | 0.0000 |
| 277 | 277 | 278 | 0.1642 | 0.1639 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 278 | 278 | 279 | 0.1643 | 0.1640 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 279 | 252 | 280 | 0.1575 | 0.1572 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 280 | 280 | 281 | 0.1577 | 0.1574 | 0.7602 | 0.1968 | 0.0000 | 0.0000 |
| 281 | 236 | 282 | 0.1458 | 0.1456 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 282 | 282 | 283 | 0.1586 | 0.1583 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 283 | 230 | 284 | 0.1456 | 0.1453 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 284 | 284 | 285 | 0.1808 | 0.1805 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 285 | 227 | 286 | 0.1284 | 0.1282 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 286 | 286 | 287 | 0.1284 | 0.1282 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 287 | 287 | 288 | 0.1285 | 0.1283 | 29.7324 | 7.6990 | 0.0000 | 0.0000 |
| 288 | 227 | 289 | 0.1283 | 0.1281 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 289 | 289 | 290 | 0.6526 | 0.2043 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 290 | 290 | 291 | 0.6527 | 0.2043 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 291 | 291 | 292 | 0.6527 | 0.2043 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 292 | 292 | 293 | 0.6529 | 0.2044 | 0.1840 | 0.0476 | 0.0000 | 0.0000 |
| 293 | 188 | 294 | 0.0473 | 0.0472 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 294 | 294 | 295 | 0.0474 | 0.0473 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 295 | 295 | 296 | 0.0476 | 0.0475 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 296 | 296 | 297 | 0.0476 | 0.0476 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 297 | 297 | 298 | 0.0894 | 0.0892 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 298 | 298 | 299 | 0.0985 | 0.0983 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 299 | 299 | 300 | 0.0985 | 0.0983 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 300 | 300 | 301 | 0.0986 | 0.0984 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 301 | 301 | 302 | 0.0986 | 0.0984 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 302 | 302 | 303 | 0.0987 | 0.0985 | 31.7778 | 8.2287 | 0.0000 | 0.0000 |
| 303 | 300 | 304 | 0.0985 | 0.0984 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 304 | 304 | 305 | 0.0986 | 0.0984 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 305 | 300 | 306 | 0.0986 | 0.0984 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 306 | 306 | 307 | 0.1268 | 0.1266 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 307 | 307 | 308 | 0.1268 | 0.1266 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 308 | 308 | 309 | 0.1269 | 0.1267 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 309 | 309 | 310 | 0.1560 | 0.1557 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 310 | 310 | 311 | 0.7221 | 0.2260 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 311 | 311 | 312 | 0.7231 | 0.2263 | 6.8644 | 1.7775 | 0.0000 | 0.0000 |
| 312 | 308 | 313 | 0.1269 | 0.1266 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 313 | 313 | 314 | 0.1269 | 0.1267 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 314 | 308 | 315 | 0.1269 | 0.1267 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 315 | 315 | 316 | 0.1269 | 0.1267 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 316 | 316 | 317 | 0.1270 | 0.1268 | 37.7579 | 9.7772 | 0.0000 | 0.0000 |
| 317 | 296 | 318 | 0.2044 | 0.0640 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 318 | 318 | 319 | 0.2126 | 0.0666 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 319 | 319 | 320 | 0.2128 | 0.0666 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 320 | 320 | 321 | 0.2130 | 0.0667 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 321 | 296 | 322 | 0.1045 | 0.0584 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 322 | 322 | 323 | 0.1168 | 0.0652 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 323 | 323 | 324 | 0.2768 | 0.0866 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 324 | 324 | 325 | 0.0646 | 0.0645 | 0.7488 | 0.1939 | 0.0000 | 0.0000 |
| 325 | 188 | 326 | 0.0474 | 0.0473 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 326 | 326 | 327 | 0.0474 | 0.0473 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 327 | 327 | 328 | 0.0475 | 0.0474 | 71.4345 | 18.4976 | 0.0000 | 0.0000 |
| 328 | 168 | 329 | 0.0377 | 0.0376 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 329 | 329 | 330 | 0.1625 | 0.0509 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 330 | 330 | 331 | 0.1628 | 0.0510 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 331 | 331 | 332 | 0.2216 | 0.0694 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 332 | 332 | 333 | 0.0517 | 0.0516 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 333 | 333 | 334 | 0.0518 | 0.0517 | 0.6111 | 0.1583 | 0.0000 | 0.0000 |
| 334 | 329 | 335 | 0.0382 | 0.0382 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 335 | 335 | 336 | 0.0387 | 0.0386 | 1.2487 | 0.3233 | 0.0000 | 0.0000 |
| 336 | 329 | 337 | 0.0588 | 0.0587 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 337 | 337 | 338 | 0.0753 | 0.0752 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 338 | 337 | 339 | 0.0611 | 0.0610 | 2.5979 | 0.6727 | 0.0000 | 0.0000 |
| 339 | 168 | 340 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 340 | 340 | 341 | 0.0286 | 0.0286 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 341 | 341 | 342 | 0.0786 | 0.0439 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 342 | 342 | 343 | 0.0361 | 0.0360 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 343 | 343 | 344 | 0.0501 | 0.0500 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 344 | 344 | 345 | 0.0502 | 0.0501 | 3.9286 | 1.0173 | 0.0000 | 0.0000 |
| 345 | 342 | 346 | 0.0361 | 0.0360 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 346 | 346 | 347 | 0.2342 | 0.0733 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 347 | 347 | 348 | 0.2363 | 0.0740 | 2.3476 | 0.6079 | 0.0000 | 0.0000 |
| 348 | 342 | 349 | 0.0360 | 0.0359 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 349 | 349 | 350 | 0.0361 | 0.0360 | 6.3060 | 1.6329 | 0.0000 | 0.0000 |
| 350 | 1 | 351 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 351 | 1 | 352 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 352 | 1 | 353 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 353 | 353 | 354 | 0.0321 | 0.0320 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 354 | 354 | 355 | 0.0324 | 0.0323 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 355 | 355 | 356 | 0.0324 | 0.0323 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 356 | 356 | 357 | 0.0324 | 0.0324 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 357 | 357 | 358 | 0.0656 | 0.0655 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 358 | 358 | 359 | 0.0657 | 0.0655 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 359 | 359 | 360 | 0.0657 | 0.0656 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 360 | 360 | 361 | 0.0658 | 0.0656 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 361 | 361 | 362 | 0.0658 | 0.0657 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 362 | 362 | 363 | 0.0659 | 0.0657 | 26.1613 | 7.7238 | 0.0000 | 0.0000 |
| 363 | 361 | 364 | 0.2929 | 0.0917 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 364 | 364 | 365 | 0.2930 | 0.0917 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 365 | 365 | 366 | 0.2932 | 0.0918 | 31.7624 | 9.3775 | 0.0000 | 0.0000 |
| 366 | 359 | 367 | 0.0657 | 0.0656 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 367 | 367 | 368 | 0.0658 | 0.0657 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 368 | 368 | 369 | 0.1222 | 0.1219 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 369 | 369 | 370 | 0.1222 | 0.1219 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 370 | 370 | 371 | 0.1222 | 0.1220 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 371 | 371 | 372 | 0.1223 | 0.1221 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 372 | 372 | 373 | 0.1224 | 0.1222 | 44.6394 | 13.1793 | 0.0000 | 0.0000 |
| 373 | 370 | 374 | 0.1222 | 0.1220 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 374 | 374 | 375 | 0.1223 | 0.1220 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 375 | 375 | 376 | 0.1554 | 0.1551 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 376 | 376 | 377 | 0.1554 | 0.1551 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 377 | 377 | 378 | 0.1554 | 0.1551 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 378 | 378 | 379 | 0.1556 | 0.1554 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 379 | 379 | 380 | 0.1557 | 0.1554 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 380 | 380 | 381 | 0.1703 | 0.1700 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 381 | 381 | 382 | 0.1704 | 0.1701 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 382 | 377 | 383 | 0.6673 | 0.2089 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 383 | 383 | 384 | 0.1557 | 0.1554 | 25.5005 | 7.5287 | 0.0000 | 0.0000 |
| 384 | 377 | 385 | 0.1555 | 0.1552 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 385 | 370 | 386 | 0.1222 | 0.1220 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 386 | 386 | 387 | 0.1649 | 0.1646 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 387 | 387 | 388 | 0.1650 | 0.1647 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 388 | 388 | 389 | 0.1651 | 0.1648 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 389 | 389 | 390 | 0.1651 | 0.1648 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 390 | 390 | 391 | 0.1652 | 0.1649 | 30.3521 | 8.9611 | 0.0000 | 0.0000 |
| 391 | 388 | 392 | 0.1650 | 0.1647 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 392 | 392 | 393 | 0.1651 | 0.1648 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 393 | 393 | 394 | 0.1653 | 0.1650 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 394 | 394 | 395 | 0.3951 | 0.2207 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 395 | 395 | 396 | 0.1804 | 0.1800 | 0.4033 | 0.1191 | 0.0000 | 0.0000 |
| 396 | 394 | 397 | 0.1916 | 0.1913 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 397 | 397 | 398 | 0.1917 | 0.1913 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 398 | 398 | 399 | 0.1917 | 0.1914 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 399 | 399 | 400 | 0.2187 | 0.2183 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 400 | 400 | 401 | 0.2188 | 0.2184 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 401 | 401 | 402 | 0.2188 | 0.2184 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 402 | 401 | 403 | 0.2188 | 0.2184 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 403 | 403 | 404 | 0.2189 | 0.2185 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 404 | 404 | 405 | 0.2190 | 0.2186 | 16.9429 | 5.0022 | 0.0000 | 0.0000 |
| 405 | 401 | 406 | 0.2188 | 0.2184 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 406 | 406 | 407 | 0.2189 | 0.2185 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 407 | 398 | 408 | 0.1917 | 0.1914 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 408 | 408 | 409 | 0.1918 | 0.1914 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 409 | 409 | 410 | 0.1919 | 0.1915 | 21.8205 | 6.4422 | 0.0000 | 0.0000 |
| 410 | 398 | 411 | 0.1917 | 0.1914 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 411 | 411 | 412 | 0.1918 | 0.1914 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 412 | 412 | 413 | 0.4553 | 0.2543 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 413 | 413 | 414 | 0.2175 | 0.2171 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 414 | 414 | 415 | 0.2176 | 0.2172 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 415 | 415 | 416 | 0.2404 | 0.2399 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 416 | 416 | 417 | 0.2422 | 0.2418 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 417 | 417 | 418 | 0.2423 | 0.2419 | 2.0593 | 0.6080 | 0.0000 | 0.0000 |
| 418 | 415 | 419 | 0.2176 | 0.2172 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 419 | 419 | 420 | 0.2177 | 0.2173 | 0.9369 | 0.2766 | 0.0000 | 0.0000 |
| 420 | 394 | 421 | 0.3762 | 0.2101 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 421 | 421 | 422 | 0.1717 | 0.1714 | 1.6757 | 0.4947 | 0.0000 | 0.0000 |
| 422 | 359 | 423 | 0.0658 | 0.0656 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 423 | 423 | 424 | 0.0949 | 0.0947 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 424 | 424 | 425 | 0.0960 | 0.0958 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 425 | 425 | 426 | 0.0966 | 0.0964 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 426 | 426 | 427 | 0.0968 | 0.0966 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 427 | 427 | 428 | 0.0968 | 0.0967 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 428 | 428 | 429 | 0.0969 | 0.0967 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 429 | 429 | 430 | 0.0970 | 0.0968 | 66.2740 | 19.5666 | 0.0000 | 0.0000 |
| 430 | 427 | 431 | 0.0968 | 0.0966 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|---------|
| 431 | 431 | 432 | 0.0969 | 0.0967 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 432 | 432 | 433 | 0.0971 | 0.0969 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 433 | 433 | 434 | 0.2130 | 0.1190 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 434 | 434 | 435 | 0.2259 | 0.1262 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 435 | 435 | 436 | 0.4978 | 0.1558 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 436 | 436 | 437 | 0.1160 | 0.1158 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 437 | 437 | 438 | 0.1161 | 0.1159 | 0.5612 | 0.1657 | 0.0000 | 0.0000 |
| 438 | 436 | 439 | 0.4980 | 0.1559 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 439 | 439 | 440 | 0.5450 | 0.1706 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 440 | 440 | 441 | 0.5468 | 0.1712 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 441 | 441 | 442 | 0.5470 | 0.1712 | 6.8117 | 2.0111 | 0.0000 | 0.0000 |
| 442 | 433 | 443 | 0.2130 | 0.1190 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 443 | 443 | 444 | 0.2176 | 0.1215 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 444 | 444 | 445 | 0.2279 | 0.1273 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 445 | 445 | 446 | 0.4507 | 0.1411 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 446 | 446 | 447 | 0.1054 | 0.1052 | 29.7765 | 8.7912 | 0.0000 | 0.0000 |
| 447 | 445 | 448 | 0.1167 | 0.1165 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 448 | 448 | 449 | 0.1174 | 0.1172 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 449 | 449 | 450 | 0.1178 | 0.1176 | 1.9993 | 0.5903 | 0.0000 | 0.0000 |
| 450 | 427 | 451 | 0.0968 | 0.0967 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 451 | 424 | 452 | 0.2762 | 0.1161 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 452 | 452 | 453 | 0.1019 | 0.1017 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 453 | 453 | 454 | 0.1019 | 0.1017 | 2.3577 | 0.6961 | 0.0000 | 0.0000 |
| 454 | 356 | 455 | 0.0324 | 0.0324 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 455 | 455 | 456 | 0.0325 | 0.0324 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 456 | 356 | 457 | 0.0324 | 0.0324 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 457 | 457 | 458 | 0.0325 | 0.0324 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 458 | 458 | 459 | 0.0326 | 0.0325 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 459 | 459 | 460 | 0.0326 | 0.0325 | 45.6171 | 13.4679 | 0.0000 | 0.0000 |
| 460 | 459 | 461 | 0.0326 | 0.0325 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 461 | 461 | 462 | 0.0327 | 0.0326 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 462 | 354 | 463 | 0.1993 | 0.0624 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 463 | 463 | 464 | 0.1995 | 0.0624 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 464 | 464 | 465 | 0.1996 | 0.0625 | 3.0854 | 0.9109 | 0.0000 | 0.0000 |
| 465 | 87 | 127 | 0.2533 | 0.2528 | | | | |
| 466 | 100 | 24 | 0.1394 | 0.1392 | | | | |
| 467 | 338 | 221 | 0.2412 | 0.1014 | | | | |
| 468 | 310 | 163 | 0.1561 | 0.1558 | | | | |

Valores base: 6.3kV y 100MVA



6.1.8 Subestación Eléctrica 01 y 02

Tabla 6.1.8 Datos de la S/E01 y S/E02 pertenecientes a la EERCS

Fuente: Elaboración propia

| Rama N° | Barra de envío | Barra receptora | R(Ω) | X(Ω) | P(kW) – Barra r. | Q(kVAr) – Barra r. | Pg(kW) – Barra r. | Qg(kVAr) – Barra r. |
|---------|----------------|-----------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | 1 | 2 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 2 | 1 | 3 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 3 | 3 | 4 | 0.0300 | 0.0299 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 4 | 4 | 5 | 0.0305 | 0.0304 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 5 | 5 | 6 | 0.0308 | 0.0307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 6 | 6 | 7 | 0.0309 | 0.0309 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 7 | 7 | 8 | 0.1073 | 0.0599 | 18.0200 | 5.3300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 8 | 8 | 9 | 0.1080 | 0.0603 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 9 | 5 | 10 | 0.0305 | 0.0305 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 10 | 10 | 11 | 0.0307 | 0.0306 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 11 | 11 | 12 | 0.0308 | 0.0308 | 39.7700 | 11.7700 | 0.0000 | 0.0000 |
| 12 | 12 | 13 | 0.0309 | 0.0308 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 13 | 12 | 14 | 0.0310 | 0.0309 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 14 | 14 | 15 | 0.0310 | 0.0310 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 15 | 5 | 16 | 0.0308 | 0.0307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 16 | 16 | 17 | 0.0617 | 0.0616 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 17 | 17 | 18 | 0.0618 | 0.0617 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 18 | 18 | 19 | 0.0620 | 0.0618 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 19 | 19 | 20 | 0.0620 | 0.0619 | 46.7700 | 13.8400 | 0.0000 | 0.0000 |
| 20 | 20 | 21 | 0.0621 | 0.0620 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 21 | 18 | 22 | 0.0620 | 0.0619 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 22 | 22 | 23 | 0.0678 | 0.0677 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 23 | 23 | 24 | 0.0973 | 0.0971 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 24 | 24 | 25 | 0.0973 | 0.0971 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 25 | 25 | 26 | 0.0975 | 0.0973 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 26 | 26 | 27 | 0.0976 | 0.0974 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 27 | 27 | 28 | 0.0976 | 0.0975 | 50.7500 | 15.0200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 28 | 28 | 29 | 0.0977 | 0.0975 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 29 | 25 | 30 | 0.0974 | 0.0972 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 30 | 30 | 31 | 0.0975 | 0.0973 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 31 | 31 | 32 | 0.0976 | 0.0975 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 32 | 32 | 33 | 0.0985 | 0.0983 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 33 | 33 | 34 | 0.1004 | 0.1002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 34 | 34 | 35 | 0.1145 | 0.1143 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 35 | 35 | 36 | 0.1163 | 0.1161 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 36 | 36 | 37 | 0.1290 | 0.1288 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 37 | 37 | 38 | 0.1290 | 0.1288 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 38 | 38 | 39 | 0.1293 | 0.1290 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 39 | 39 | 40 | 0.1293 | 0.1291 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 40 | 40 | 41 | 0.1625 | 0.1622 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 41 | 41 | 42 | 0.1649 | 0.1646 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 42 | 42 | 43 | 0.1671 | 0.1668 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 43 | 43 | 44 | 0.1672 | 0.1669 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 44 | 38 | 45 | 0.1291 | 0.1289 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 45 | 45 | 46 | 0.1292 | 0.1290 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 46 | 46 | 47 | 0.3069 | 0.1714 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 47 | 47 | 48 | 0.3071 | 0.1716 | 0.0400 | 0.0100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 48 | 48 | 49 | 0.3074 | 0.1717 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 49 | 47 | 50 | 0.3083 | 0.1722 | 15.8300 | 4.6800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 50 | 50 | 51 | 0.3086 | 0.1724 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 51 | 38 | 52 | 0.1293 | 0.1290 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 52 | 52 | 53 | 0.1293 | 0.1291 | 39.7800 | 11.7700 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 53 | 53 | 54 | 0.1294 | 0.1292 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 54 | 32 | 55 | 0.2143 | 0.1197 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 55 | 55 | 56 | 0.2663 | 0.1488 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 56 | 56 | 57 | 0.2940 | 0.1642 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 57 | 57 | 58 | 0.2982 | 0.1666 | 5.1400 | 1.5200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 58 | 58 | 59 | 0.1361 | 0.1359 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 59 | 56 | 60 | 0.1215 | 0.1212 | 1.4600 | 0.4300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 60 | 60 | 61 | 0.1215 | 0.1213 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 61 | 25 | 62 | 0.0975 | 0.0973 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 62 | 62 | 63 | 0.0995 | 0.0993 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 63 | 63 | 64 | 0.1150 | 0.1148 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 64 | 64 | 65 | 0.1165 | 0.1163 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 65 | 65 | 66 | 0.1329 | 0.1327 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 66 | 66 | 67 | 0.1336 | 0.1334 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 67 | 67 | 68 | 0.1336 | 0.1334 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 68 | 68 | 69 | 0.1337 | 0.1335 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 69 | 69 | 70 | 0.1338 | 0.1335 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 70 | 70 | 71 | 0.1340 | 0.1338 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 71 | 71 | 72 | 0.2940 | 0.1642 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 72 | 72 | 73 | 0.3566 | 0.1992 | 0.5400 | 0.1600 | 0.0000 | 0.0000 |
| 73 | 73 | 74 | 0.3568 | 0.1993 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 74 | 71 | 75 | 0.5753 | 0.1801 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 75 | 75 | 76 | 0.6530 | 0.2044 | 5.3000 | 1.5700 | 0.0000 | 0.0000 |
| 76 | 76 | 77 | 0.6535 | 0.2046 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 77 | 71 | 78 | 0.1341 | 0.1338 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 78 | 78 | 79 | 0.1734 | 0.1731 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 79 | 68 | 80 | 0.1337 | 0.1335 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 80 | 80 | 81 | 0.1617 | 0.1614 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 81 | 81 | 82 | 0.1618 | 0.1615 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 82 | 82 | 83 | 0.1618 | 0.1615 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 83 | 83 | 84 | 0.2064 | 0.2061 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 84 | 84 | 85 | 0.2065 | 0.2061 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 85 | 85 | 86 | 0.2065 | 0.2062 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 86 | 86 | 87 | 0.2066 | 0.2062 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 87 | 87 | 88 | 0.2066 | 0.2063 | 54.1300 | 16.0200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 88 | 88 | 89 | 0.2067 | 0.2063 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 89 | 85 | 90 | 0.2065 | 0.2061 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 90 | 90 | 91 | 0.2066 | 0.2062 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 91 | 91 | 92 | 0.2068 | 0.2064 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 92 | 93 | 92 | 0.3368 | 0.2286 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 93 | 94 | 93 | 0.3418 | 0.2321 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 94 | 95 | 94 | 1.0267 | 0.3214 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 95 | 95 | 96 | 1.0270 | 0.3214 | 6.2500 | 1.8500 | 0.0000 | 0.0000 |
| 96 | 96 | 97 | 1.0272 | 0.3215 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 97 | 92 | 98 | 0.8877 | 0.2778 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 98 | 98 | 99 | 0.9774 | 0.3059 | 0.2700 | 0.0800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 99 | 99 | 100 | 0.9799 | 0.3067 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 100 | 92 | 101 | 0.9700 | 0.3036 | 16.8400 | 4.9800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 101 | 101 | 102 | 0.2262 | 0.2257 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 102 | 92 | 103 | 0.8878 | 0.2779 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 103 | 103 | 104 | 0.9809 | 0.3070 | 0.5000 | 0.1500 | 0.0000 | 0.0000 |
| 104 | 104 | 105 | 0.2287 | 0.2283 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 105 | 85 | 106 | 0.2066 | 0.2062 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 106 | 106 | 107 | 0.2343 | 0.2339 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 107 | 107 | 108 | 0.2344 | 0.2339 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 108 | 108 | 109 | 0.2346 | 0.2341 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 109 | 109 | 110 | 0.2347 | 0.2343 | 60.7600 | 17.9800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 110 | 110 | 111 | 0.2348 | 0.2344 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 111 | 108 | 112 | 0.2345 | 0.2341 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 112 | 112 | 113 | 0.2346 | 0.2342 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 113 | 113 | 114 | 0.5196 | 0.2902 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 114 | 114 | 115 | 0.5250 | 0.2933 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 115 | 115 | 116 | 0.5410 | 0.3022 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|---------|
| 116 | 116 | 117 | 0.2468 | 0.2464 | 0.1100 | 0.0300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 117 | 82 | 118 | 0.1619 | 0.1616 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 118 | 118 | 119 | 0.1619 | 0.1616 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 119 | 119 | 120 | 0.1622 | 0.1619 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 120 | 120 | 121 | 0.3916 | 0.2187 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 121 | 121 | 122 | 0.1787 | 0.1784 | 0.7200 | 0.2100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 122 | 120 | 123 | 0.2126 | 0.2122 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 123 | 120 | 124 | 0.4368 | 0.2440 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 124 | 124 | 125 | 0.5565 | 0.2339 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 125 | 125 | 126 | 0.5898 | 0.2479 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 126 | 126 | 127 | 0.2174 | 0.2170 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 127 | 127 | 128 | 0.2174 | 0.2170 | 4.7800 | 1.4200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 128 | 126 | 129 | 0.5992 | 0.2519 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 129 | 129 | 130 | 0.6433 | 0.2704 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 130 | 130 | 131 | 0.2373 | 0.2369 | 1.6200 | 0.4800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 131 | 125 | 132 | 0.5601 | 0.2354 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 132 | 132 | 133 | 0.2066 | 0.2062 | 1.0700 | 0.3200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 133 | 120 | 134 | 0.6978 | 0.2184 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 134 | 134 | 135 | 0.7012 | 0.2195 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 135 | 135 | 136 | 0.7097 | 0.2221 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 136 | 136 | 137 | 0.7230 | 0.2263 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 137 | 137 | 138 | 0.7301 | 0.2285 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 138 | 138 | 139 | 0.7653 | 0.2395 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 139 | 139 | 140 | 0.7662 | 0.2398 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 140 | 140 | 141 | 0.7665 | 0.2399 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 141 | 141 | 142 | 0.7668 | 0.2400 | 0.0300 | 0.0100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 142 | 82 | 143 | 0.1619 | 0.1616 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 143 | 143 | 144 | 0.1620 | 0.1617 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 144 | 144 | 145 | 0.1620 | 0.1617 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 145 | 145 | 146 | 0.1620 | 0.1617 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 146 | 146 | 147 | 0.1621 | 0.1618 | 61.8400 | 18.3000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 147 | 146 | 148 | 0.1621 | 0.1618 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 148 | 68 | 149 | 0.1338 | 0.1336 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 149 | 149 | 150 | 0.1338 | 0.1336 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 150 | 150 | 151 | 0.1339 | 0.1337 | 62.9800 | 18.6400 | 0.0000 | 0.0000 |
| 151 | 66 | 152 | 0.5723 | 0.1308 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 152 | 152 | 153 | 0.5725 | 0.1309 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 153 | 153 | 154 | 0.5727 | 0.1309 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 154 | 65 | 155 | 0.1587 | 0.1003 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 155 | 155 | 156 | 0.5194 | 0.1187 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 156 | 156 | 157 | 0.5196 | 0.1188 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 157 | 18 | 158 | 0.0619 | 0.0618 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 158 | 158 | 159 | 0.0619 | 0.0618 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 159 | 1 | 160 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 160 | 1 | 161 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 161 | 161 | 162 | 0.0619 | 0.0618 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 162 | 162 | 163 | 0.0620 | 0.0619 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 163 | 163 | 164 | 0.0622 | 0.0620 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 164 | 164 | 165 | 0.0622 | 0.0621 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 165 | 165 | 166 | 0.0624 | 0.0623 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 166 | 166 | 167 | 0.0624 | 0.0623 | 49.7300 | 8.3500 | 0.0000 | 0.0000 |
| 167 | 166 | 168 | 0.0625 | 0.0624 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 168 | 168 | 169 | 0.0626 | 0.0625 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 169 | 163 | 170 | 0.0621 | 0.0620 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 170 | 170 | 171 | 0.0622 | 0.0621 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 171 | 171 | 172 | 0.0944 | 0.0943 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 172 | 163 | 173 | 0.0622 | 0.0621 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 173 | 173 | 174 | 0.0932 | 0.0930 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 174 | 174 | 175 | 0.0932 | 0.0931 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 175 | 175 | 176 | 0.0933 | 0.0931 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 176 | 175 | 177 | 0.0933 | 0.0932 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 177 | 177 | 178 | 0.0934 | 0.0932 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 178 | 178 | 179 | 0.0935 | 0.0933 | 66.3500 | 11.1400 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 179 | 175 | 180 | 0.0933 | 0.0931 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 180 | 180 | 181 | 0.1362 | 0.1360 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 181 | 181 | 182 | 0.1362 | 0.1360 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 182 | 182 | 183 | 0.1363 | 0.1360 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 183 | 183 | 184 | 0.1715 | 0.1712 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 184 | 184 | 185 | 0.1715 | 0.1712 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 185 | 185 | 186 | 0.2114 | 0.2111 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 186 | 186 | 187 | 0.2115 | 0.2111 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 187 | 187 | 188 | 0.2115 | 0.2111 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 188 | 188 | 189 | 0.2116 | 0.2112 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 189 | 189 | 190 | 0.2117 | 0.2113 | 84.3100 | 14.1500 | 0.0000 | 0.0000 |
| 190 | 187 | 191 | 0.2115 | 0.2111 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 191 | 191 | 192 | 0.2116 | 0.2112 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 192 | 192 | 193 | 0.2117 | 0.2114 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 193 | 193 | 194 | 0.2152 | 0.2148 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 194 | 194 | 195 | 0.2153 | 0.2149 | 0.1300 | 0.0200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 195 | 193 | 196 | 0.2189 | 0.2185 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 196 | 196 | 197 | 0.2304 | 0.2300 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 197 | 197 | 198 | 0.2304 | 0.2300 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 198 | 198 | 199 | 0.2305 | 0.2301 | 1.0300 | 0.1700 | 0.0000 | 0.0000 |
| 199 | 197 | 200 | 0.2304 | 0.2300 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 200 | 200 | 201 | 0.2438 | 0.2434 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 201 | 201 | 202 | 0.2438 | 0.2434 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 202 | 202 | 203 | 0.2439 | 0.2435 | 12.7700 | 2.1400 | 0.0000 | 0.0000 |
| 203 | 201 | 204 | 0.2438 | 0.2434 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 204 | 204 | 205 | 0.2513 | 0.2509 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 205 | 205 | 206 | 0.2514 | 0.2510 | 19.5600 | 3.2800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 206 | 196 | 207 | 0.9461 | 0.2961 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 207 | 207 | 208 | 0.9463 | 0.2962 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 208 | 208 | 209 | 0.9465 | 0.2962 | 3.1600 | 0.5300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 209 | 193 | 210 | 0.2119 | 0.2115 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 210 | 210 | 211 | 0.2232 | 0.2228 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 211 | 211 | 212 | 0.2240 | 0.2236 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 212 | 212 | 213 | 0.2240 | 0.2236 | 12.8100 | 2.1500 | 0.0000 | 0.0000 |
| 213 | 211 | 214 | 0.2232 | 0.2228 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 214 | 214 | 215 | 0.2232 | 0.2228 | 2.9500 | 0.5000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 215 | 211 | 216 | 0.2232 | 0.2228 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 216 | 193 | 217 | 0.9475 | 0.2966 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 217 | 217 | 218 | 0.9477 | 0.2966 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 218 | 218 | 219 | 0.9478 | 0.2967 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 219 | 219 | 220 | 0.9480 | 0.2967 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 220 | 220 | 221 | 0.9489 | 0.2970 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 221 | 221 | 222 | 0.9498 | 0.2973 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 222 | 222 | 223 | 0.2213 | 0.2209 | 14.3500 | 2.4100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 223 | 221 | 224 | 0.9645 | 0.3019 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 224 | 224 | 225 | 0.2248 | 0.2244 | 21.2000 | 3.5600 | 0.0000 | 0.0000 |
| 225 | 219 | 226 | 0.9480 | 0.2967 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 226 | 226 | 227 | 0.2243 | 0.2239 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 227 | 227 | 228 | 0.2243 | 0.2239 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 228 | 228 | 229 | 0.2318 | 0.2314 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 229 | 229 | 230 | 0.2319 | 0.2314 | 1.0000 | 0.1700 | 0.0000 | 0.0000 |
| 230 | 228 | 231 | 0.2244 | 0.2240 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 231 | 231 | 232 | 0.2245 | 0.2240 | 1.4900 | 0.2500 | 0.0000 | 0.0000 |
| 232 | 219 | 233 | 0.9481 | 0.2967 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 233 | 233 | 234 | 0.2213 | 0.2209 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 234 | 234 | 235 | 0.9685 | 0.3032 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 235 | 235 | 236 | 0.9687 | 0.3032 | 0.3800 | 0.0600 | 0.0000 | 0.0000 |
| 236 | 234 | 237 | 0.2261 | 0.2257 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 237 | 237 | 238 | 0.2262 | 0.2258 | 2.7100 | 0.4600 | 0.0000 | 0.0000 |
| 238 | 187 | 239 | 0.2115 | 0.2111 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 239 | 239 | 240 | 0.2116 | 0.2112 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 240 | 185 | 241 | 0.1716 | 0.1713 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 241 | 241 | 242 | 0.1867 | 0.1863 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|--------|--------|---------|
| 242 | 242 | 243 | 0.1867 | 0.1864 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 243 | 243 | 244 | 0.1868 | 0.1864 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 244 | 243 | 245 | 0.4096 | 0.2288 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 245 | 243 | 246 | 0.4096 | 0.2288 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 246 | 246 | 247 | 0.4097 | 0.2288 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 247 | 247 | 248 | 0.4108 | 0.2294 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 248 | 248 | 249 | 0.4108 | 0.2295 | 13.5300 | 2.2700 | 0.0000 | 0.0000 |
| 249 | 185 | 250 | 0.1716 | 0.1713 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 250 | 250 | 251 | 0.1716 | 0.1713 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 251 | 251 | 252 | 0.1717 | 0.1714 | 55.0500 | 9.2400 | 0.0000 | 0.0000 |
| 252 | 185 | 253 | 0.1715 | 0.1712 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 253 | 253 | 254 | 0.1716 | 0.1713 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 254 | 254 | 255 | 0.1718 | 0.1715 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 255 | 255 | 256 | 0.1718 | 0.1715 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 256 | 256 | 257 | 0.1786 | 0.1783 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 257 | 257 | 258 | 0.1894 | 0.1891 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 258 | 258 | 259 | 0.1895 | 0.1891 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 259 | 259 | 260 | 0.1895 | 0.1891 | 4.8600 | 0.8200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 260 | 258 | 261 | 0.1895 | 0.1891 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 261 | 257 | 262 | 0.1836 | 0.1833 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 262 | 262 | 263 | 0.1836 | 0.1833 | 2.8400 | 0.4800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 263 | 255 | 264 | 0.1719 | 0.1715 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 264 | 264 | 265 | 0.1819 | 0.1816 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 265 | 265 | 266 | 0.1819 | 0.1816 | 19.8300 | 3.3300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 266 | 255 | 267 | 0.1718 | 0.1715 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 267 | 267 | 268 | 0.1868 | 0.1865 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 268 | 268 | 269 | 0.1868 | 0.1865 | 2.6600 | 0.4500 | 0.0000 | 0.0000 |
| 269 | 255 | 270 | 0.1719 | 0.1715 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 270 | 270 | 271 | 0.1864 | 0.1861 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 271 | 271 | 272 | 0.1864 | 0.1861 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 272 | 272 | 273 | 0.2068 | 0.2064 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 273 | 273 | 274 | 0.2068 | 0.2064 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 274 | 274 | 275 | 0.2147 | 0.2143 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 275 | 275 | 276 | 0.2147 | 0.2143 | 1.6100 | 0.2700 | 0.0000 | 0.0000 |
| 276 | 273 | 277 | 0.2068 | 0.2064 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 277 | 277 | 278 | 0.2068 | 0.2065 | 16.7700 | 2.8100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 278 | 273 | 279 | 0.2068 | 0.2064 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 279 | 279 | 280 | 0.2310 | 0.2306 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 280 | 271 | 281 | 0.1864 | 0.1861 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 281 | 281 | 282 | 0.1864 | 0.1861 | 2.3400 | 0.3900 | 0.0000 | 0.0000 |
| 282 | 255 | 283 | 0.1719 | 0.1716 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 283 | 283 | 284 | 0.1791 | 0.1788 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 284 | 284 | 285 | 0.1791 | 0.1788 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 285 | 285 | 286 | 0.1792 | 0.1788 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 286 | 286 | 287 | 0.1792 | 0.1789 | 0.1100 | 0.0200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 287 | 285 | 288 | 0.1802 | 0.1799 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 288 | 288 | 289 | 0.1802 | 0.1799 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 289 | 289 | 290 | 0.1802 | 0.1799 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 290 | 290 | 291 | 0.1803 | 0.1799 | 6.7600 | 1.1300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 291 | 289 | 292 | 0.1959 | 0.1955 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 292 | 292 | 293 | 0.1959 | 0.1956 | 0.5000 | 0.0800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 293 | 182 | 294 | 0.1363 | 0.1360 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 294 | 294 | 295 | 0.1363 | 0.1361 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 295 | 295 | 296 | 0.1364 | 0.1362 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 296 | 296 | 297 | 0.1364 | 0.1362 | 41.1900 | 6.9100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 297 | 296 | 298 | 0.1365 | 0.1362 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 298 | 298 | 299 | 0.1365 | 0.1363 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 299 | 182 | 300 | 0.1363 | 0.1361 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 300 | 300 | 301 | 0.1364 | 0.1361 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 301 | 301 | 302 | 0.1408 | 0.1405 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 302 | 302 | 303 | 0.1408 | 0.1406 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 303 | 303 | 304 | 0.1739 | 0.1736 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 304 | 304 | 305 | 0.7476 | 0.2340 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 305 | 305 | 306 | 0.7477 | 0.2340 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 306 | 306 | 307 | 0.1742 | 0.1739 | 1.9100 | 0.3200 | 0.0000 | 0.0000 |
| 307 | 306 | 308 | 0.7479 | 0.2341 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 308 | 308 | 309 | 0.8324 | 0.2605 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 309 | 309 | 310 | 0.8352 | 0.2614 | 26.8800 | 4.5100 | 0.0000 | 0.0000 |
| 310 | 304 | 311 | 0.1739 | 0.1736 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 311 | 311 | 312 | 0.1739 | 0.1736 | 13.2900 | 2.2300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 312 | 302 | 313 | 0.1408 | 0.1405 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 313 | 313 | 314 | 0.1445 | 0.1443 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 314 | 314 | 315 | 0.1445 | 0.1443 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 315 | 315 | 316 | 0.5744 | 0.1313 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 316 | 316 | 317 | 0.5747 | 0.1313 | 1.4200 | 0.2400 | 0.0000 | 0.0000 |
| 317 | 315 | 318 | 0.1497 | 0.1494 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 318 | 318 | 319 | 0.1497 | 0.1494 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 319 | 319 | 320 | 0.1507 | 0.1505 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 320 | 320 | 321 | 0.1508 | 0.1505 | 6.4900 | 1.0900 | 0.0000 | 0.0000 |
| 321 | 318 | 322 | 0.1497 | 0.1494 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 322 | 322 | 323 | 0.1497 | 0.1495 | 2.9900 | 0.5000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 323 | 315 | 324 | 0.1446 | 0.1443 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 324 | 324 | 325 | 0.1446 | 0.1443 | 7.5300 | 1.2600 | 0.0000 | 0.0000 |
| 325 | 302 | 326 | 0.1408 | 0.1405 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 326 | 326 | 327 | 0.1408 | 0.1406 | 15.3900 | 2.5800 | 0.0000 | 0.0000 |
| 327 | 1 | 328 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 328 | 1 | 329 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 329 | 329 | 330 | 0.0846 | 0.0845 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 330 | 330 | 331 | 0.0846 | 0.0845 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 331 | 331 | 332 | 0.0847 | 0.0846 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 332 | 332 | 333 | 0.1338 | 0.1336 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 333 | 333 | 334 | 0.1338 | 0.1336 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 334 | 334 | 335 | 0.1339 | 0.1337 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 335 | 335 | 336 | 0.1743 | 0.1740 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 336 | 336 | 337 | 0.1744 | 0.1740 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 337 | 337 | 338 | 0.1744 | 0.1741 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 338 | 338 | 339 | 0.2115 | 0.2111 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 339 | 339 | 340 | 0.2115 | 0.2111 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 340 | 340 | 341 | 0.2116 | 0.2112 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 341 | 341 | 342 | 0.2116 | 0.2113 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 342 | 342 | 343 | 0.2117 | 0.2113 | 33.2224 | 0.1630 | 0.0000 | 0.0000 |
| 343 | 340 | 344 | 0.2116 | 0.2112 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 344 | 344 | 345 | 0.2116 | 0.2112 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 345 | 345 | 346 | 0.2118 | 0.2114 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 346 | 346 | 347 | 0.9091 | 0.2846 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 347 | 347 | 348 | 0.9379 | 0.2936 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 348 | 348 | 349 | 0.2186 | 0.2182 | 6.1136 | 0.0300 | 0.0000 | 0.0000 |
| 349 | 346 | 350 | 0.2545 | 0.2541 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 350 | 340 | 351 | 0.2116 | 0.2112 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 351 | 337 | 352 | 0.1744 | 0.1741 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 352 | 352 | 353 | 0.1745 | 0.1742 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 353 | 353 | 354 | 0.1819 | 0.1816 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 354 | 354 | 355 | 0.1821 | 0.1818 | 8.4470 | 0.0414 | 0.0000 | 0.0000 |
| 355 | 337 | 356 | 0.1745 | 0.1742 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 356 | 356 | 357 | 0.1745 | 0.1742 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 357 | 357 | 358 | 0.1746 | 0.1743 | 83.2499 | 0.4084 | 0.0000 | 0.0000 |
| 358 | 337 | 359 | 0.7486 | 0.2343 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 359 | 359 | 360 | 0.8710 | 0.2726 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 360 | 360 | 361 | 0.8715 | 0.2728 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 361 | 361 | 362 | 0.8719 | 0.2729 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 362 | 334 | 363 | 0.1339 | 0.1336 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 363 | 363 | 364 | 0.1339 | 0.1337 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 364 | 364 | 365 | 0.1340 | 0.1338 | 43.0789 | 0.2113 | 0.0000 | 0.0000 |
| 365 | 334 | 366 | 0.1339 | 0.1337 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 366 | 366 | 367 | 0.1340 | 0.1337 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 367 | 367 | 368 | 0.1630 | 0.1627 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|--------|--------|---------|
| 368 | 368 | 369 | 0.1630 | 0.1627 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 369 | 369 | 370 | 0.1631 | 0.1628 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 370 | 369 | 371 | 0.1631 | 0.1628 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 371 | 371 | 372 | 0.1631 | 0.1628 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 372 | 369 | 373 | 0.1631 | 0.1628 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 373 | 373 | 374 | 0.1631 | 0.1628 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 374 | 374 | 375 | 0.1632 | 0.1629 | 24.6718 | 0.1210 | 0.0000 | 0.0000 |
| 375 | 331 | 376 | 0.0847 | 0.0845 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 376 | 376 | 377 | 0.0847 | 0.0846 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 377 | 377 | 378 | 0.0913 | 0.0912 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 378 | 378 | 379 | 0.1027 | 0.1025 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 379 | 379 | 380 | 0.1131 | 0.1129 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 380 | 380 | 381 | 0.1132 | 0.1130 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 381 | 381 | 382 | 0.1133 | 0.1130 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 382 | 382 | 383 | 0.1133 | 0.1131 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 383 | 383 | 384 | 0.1503 | 0.1500 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 384 | 384 | 385 | 0.1503 | 0.1500 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 385 | 385 | 386 | 0.1504 | 0.1502 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 386 | 386 | 387 | 0.1505 | 0.1502 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 387 | 387 | 388 | 0.1505 | 0.1502 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 388 | 388 | 389 | 0.1506 | 0.1503 | 61.2286 | 0.3004 | 0.0000 | 0.0000 |
| 389 | 388 | 390 | 0.6531 | 0.2044 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 390 | 390 | 391 | 0.6533 | 0.2045 | 21.2955 | 0.1045 | 0.0000 | 0.0000 |
| 391 | 385 | 392 | 0.1504 | 0.1501 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 392 | 392 | 393 | 0.1504 | 0.1502 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 393 | 393 | 394 | 0.1507 | 0.1505 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 394 | 394 | 395 | 0.1508 | 0.1505 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 395 | 395 | 396 | 0.1580 | 0.1577 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 396 | 396 | 397 | 0.1787 | 0.1784 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 397 | 397 | 398 | 0.1788 | 0.1784 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 398 | 398 | 399 | 0.1788 | 0.1785 | 6.0498 | 0.0297 | 0.0000 | 0.0000 |
| 399 | 396 | 400 | 0.1668 | 0.1665 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 400 | 400 | 401 | 0.1668 | 0.1665 | 1.6429 | 0.0081 | 0.0000 | 0.0000 |
| 401 | 394 | 402 | 0.1508 | 0.1505 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 402 | 402 | 403 | 0.6723 | 0.2104 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 403 | 403 | 404 | 0.6732 | 0.2107 | 3.4855 | 0.0171 | 0.0000 | 0.0000 |
| 404 | 385 | 405 | 0.1504 | 0.1501 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 405 | 405 | 406 | 0.1504 | 0.1501 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 406 | 381 | 407 | 0.1133 | 0.1131 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 407 | 407 | 408 | 0.1133 | 0.1131 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 408 | 408 | 409 | 0.1134 | 0.1132 | 6.5323 | 0.0320 | 0.0000 | 0.0000 |
| 409 | 331 | 410 | 0.0847 | 0.0845 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 410 | 410 | 411 | 0.0847 | 0.0846 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 411 | 411 | 412 | 0.0848 | 0.0847 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 412 | 412 | 413 | 0.0848 | 0.0847 | 55.5864 | 0.2727 | 0.0000 | 0.0000 |
| 413 | 412 | 414 | 0.0849 | 0.0847 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 414 | 414 | 415 | 0.0849 | 0.0848 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 415 | 416 | 417 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 416 | 416 | 418 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 417 | 418 | 419 | 0.0662 | 0.0660 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 418 | 419 | 420 | 0.1309 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 419 | 420 | 421 | 0.1309 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 420 | 421 | 422 | 0.1310 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 421 | 422 | 423 | 0.1310 | 0.1308 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 422 | 423 | 424 | 0.3560 | 0.1497 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 423 | 424 | 425 | 0.3561 | 0.1497 | 22.1206 | 7.6511 | 0.0000 | 0.0000 |
| 424 | 424 | 426 | 0.1313 | 0.1310 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 425 | 426 | 427 | 0.1313 | 0.1311 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 426 | 421 | 428 | 0.1309 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 427 | 428 | 429 | 0.1310 | 0.1308 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 428 | 429 | 430 | 0.5884 | 0.1842 | 7.8643 | 2.7201 | 0.0000 | 0.0000 |
| 429 | 421 | 431 | 0.1310 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 430 | 431 | 432 | 0.5621 | 0.1759 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 431 | 432 | 433 | 0.1310 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 432 | 433 | 434 | 0.1385 | 0.1383 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 433 | 434 | 435 | 0.1391 | 0.1389 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 434 | 435 | 436 | 0.1393 | 0.1390 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 435 | 436 | 437 | 0.0006 | 0.0005 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 436 | 437 | 438 | 0.0006 | 0.0005 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 437 | 438 | 439 | 0.0006 | 0.0005 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 438 | 437 | 440 | 0.0067 | 0.0064 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 439 | 440 | 441 | 0.0680 | 0.0649 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 440 | 441 | 442 | 0.0490 | 0.0468 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 441 | 442 | 443 | 0.0214 | 0.0204 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 442 | 443 | 444 | 0.0497 | 0.0475 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 443 | 444 | 445 | 0.0285 | 0.0272 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 444 | 444 | 446 | 0.8263 | 0.2586 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 445 | 446 | 447 | 0.8264 | 0.2587 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 446 | 444 | 448 | 0.5311 | 0.2232 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 447 | 448 | 449 | 0.5319 | 0.2236 | 34.9678 | 12.0947 | 0.0000 | 0.0000 |
| 448 | 443 | 450 | 0.0361 | 0.0219 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 449 | 450 | 451 | 0.0375 | 0.0228 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 450 | 451 | 452 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 451 | 452 | 453 | 0.0002 | 0.0001 | 10.0694 | 3.4828 | 0.0000 | 0.0000 |
| 452 | 442 | 454 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 453 | 454 | 455 | 0.0001 | 0.0001 | 28.1611 | 9.7404 | 0.0000 | 0.0000 |
| 454 | 441 | 456 | 0.0079 | 0.0093 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 455 | 456 | 457 | 0.0001 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 456 | 457 | 458 | 0.2396 | 0.1627 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 457 | 458 | 459 | 0.1803 | 0.1800 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 458 | 459 | 460 | 0.2679 | 0.1819 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 459 | 440 | 461 | 0.0089 | 0.0085 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 460 | 461 | 462 | 0.0002 | 0.0002 | 12.3991 | 4.2886 | 0.0000 | 0.0000 |
| 461 | 440 | 463 | 0.0435 | 0.0416 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 462 | 463 | 464 | 0.0640 | 0.0611 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 463 | 464 | 465 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 464 | 465 | 466 | 0.0001 | 0.0001 | 16.4152 | 5.6777 | 0.0000 | 0.0000 |
| 465 | 464 | 467 | 0.3755 | 0.1918 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 466 | 467 | 468 | 0.3756 | 0.1918 | 1.7894 | 0.6189 | 0.0000 | 0.0000 |
| 467 | 463 | 469 | 0.0077 | 0.0074 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 468 | 463 | 470 | 0.0438 | 0.0418 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 469 | 470 | 471 | 0.0076 | 0.0073 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 470 | 471 | 472 | 0.0146 | 0.0139 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 471 | 472 | 473 | 0.0140 | 0.0134 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 472 | 473 | 474 | 0.0172 | 0.0164 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 473 | 474 | 475 | 0.0048 | 0.0045 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 474 | 475 | 476 | 0.0145 | 0.0139 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 475 | 476 | 477 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 476 | 477 | 478 | 0.0002 | 0.0002 | 6.0127 | 2.0797 | 0.0000 | 0.0000 |
| 477 | 474 | 479 | 0.0126 | 0.0120 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 478 | 479 | 480 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 479 | 480 | 481 | 0.0002 | 0.0002 | 3.1214 | 1.0796 | 0.0000 | 0.0000 |
| 480 | 474 | 482 | 0.0088 | 0.0084 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 481 | 472 | 483 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 482 | 483 | 484 | 0.0002 | 0.0002 | 3.2266 | 1.1160 | 0.0000 | 0.0000 |
| 483 | 470 | 485 | 0.0153 | 0.0146 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 484 | 485 | 486 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 485 | 486 | 487 | 0.0002 | 0.0002 | 6.7154 | 2.3227 | 0.0000 | 0.0000 |
| 486 | 485 | 488 | 0.0522 | 0.0498 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 487 | 488 | 489 | 0.0131 | 0.0126 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 488 | 488 | 490 | 0.0120 | 0.0115 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 489 | 490 | 491 | 0.0240 | 0.0229 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 490 | 491 | 492 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 491 | 492 | 493 | 0.0002 | 0.0002 | 4.8791 | 1.6876 | 0.0000 | 0.0000 |
| 492 | 490 | 494 | 0.7896 | 0.2472 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 493 | 494 | 495 | 0.7907 | 0.2475 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 494 | 495 | 496 | 0.8133 | 0.2546 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 495 | 496 | 497 | 0.8134 | 0.2546 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 496 | 497 | 498 | 0.8136 | 0.2547 | 3.4152 | 1.1813 | 0.0000 | 0.0000 |
| 497 | 488 | 499 | 0.0148 | 0.0141 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 498 | 499 | 500 | 0.1846 | 0.1843 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 499 | 500 | 501 | 0.2429 | 0.2425 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 500 | 501 | 502 | 0.2430 | 0.2425 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 501 | 499 | 503 | 0.7929 | 0.2482 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 502 | 503 | 504 | 0.7937 | 0.2484 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 503 | 504 | 505 | 0.8056 | 0.2522 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 504 | 505 | 506 | 0.8345 | 0.2612 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 505 | 506 | 507 | 0.8639 | 0.2704 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 506 | 507 | 508 | 0.8641 | 0.2705 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 507 | 508 | 509 | 0.0003 | 0.0002 | 2.5234 | 0.8728 | 0.0000 | 0.0000 |
| 508 | 506 | 510 | 0.8450 | 0.2645 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 509 | 510 | 511 | 0.8452 | 0.2645 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 510 | 511 | 512 | 0.0003 | 0.0002 | 2.9204 | 1.0101 | 0.0000 | 0.0000 |
| 511 | 505 | 513 | 0.8058 | 0.2522 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 512 | 513 | 514 | 0.0003 | 0.0002 | 4.6340 | 1.6028 | 0.0000 | 0.0000 |
| 513 | 435 | 515 | 0.1393 | 0.1390 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 514 | 432 | 516 | 0.1310 | 0.1307 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 515 | 516 | 517 | 0.1776 | 0.1773 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 516 | 517 | 518 | 0.1812 | 0.1809 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 517 | 518 | 519 | 0.1812 | 0.1809 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 518 | 519 | 520 | 0.1813 | 0.1810 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 519 | 520 | 521 | 0.2159 | 0.2155 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 520 | 521 | 522 | 0.2159 | 0.2155 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 521 | 522 | 523 | 0.2160 | 0.2156 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 522 | 523 | 524 | 0.2161 | 0.2157 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 523 | 524 | 525 | 0.2162 | 0.2158 | 41.0646 | 14.2035 | 0.0000 | 0.0000 |
| 524 | 522 | 526 | 0.2160 | 0.2156 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 525 | 526 | 527 | 0.2160 | 0.2156 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 526 | 527 | 528 | 0.2162 | 0.2158 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 527 | 528 | 529 | 0.9671 | 0.3027 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 528 | 529 | 530 | 0.9675 | 0.3028 | 12.7370 | 4.4055 | 0.0000 | 0.0000 |
| 529 | 528 | 531 | 0.9657 | 0.3023 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 530 | 531 | 532 | 0.9826 | 0.3075 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 531 | 532 | 533 | 1.0173 | 0.3184 | 3.7028 | 1.2807 | 0.0000 | 0.0000 |
| 532 | 532 | 534 | 1.0244 | 0.3206 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 533 | 534 | 535 | 1.0247 | 0.3207 | 12.0425 | 4.1653 | 0.0000 | 0.0000 |
| 534 | 531 | 536 | 1.0142 | 0.3175 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 535 | 536 | 537 | 1.0145 | 0.3176 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 536 | 537 | 538 | 1.0148 | 0.3176 | 3.2038 | 1.1081 | 0.0000 | 0.0000 |
| 537 | 528 | 539 | 0.2219 | 0.2215 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 538 | 539 | 540 | 0.2221 | 0.2217 | 0.6653 | 0.2301 | 0.0000 | 0.0000 |
| 539 | 528 | 541 | 0.2532 | 0.2527 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 540 | 541 | 542 | 0.2532 | 0.2527 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 541 | 542 | 543 | 0.2532 | 0.2528 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 542 | 543 | 544 | 0.2533 | 0.2528 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 543 | 544 | 545 | 0.2534 | 0.2530 | 15.7252 | 5.4391 | 0.0000 | 0.0000 |
| 544 | 542 | 546 | 0.2533 | 0.2528 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 545 | 546 | 547 | 0.2533 | 0.2529 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 546 | 547 | 548 | 0.2534 | 0.2529 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 547 | 528 | 549 | 0.2294 | 0.2289 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 548 | 549 | 550 | 0.2294 | 0.2290 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 549 | 550 | 551 | 1.0577 | 0.3311 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 550 | 551 | 552 | 0.2466 | 0.2461 | 0.9105 | 0.3149 | 0.0000 | 0.0000 |
| 551 | 549 | 553 | 0.2296 | 0.2292 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 552 | 553 | 554 | 0.2297 | 0.2293 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 553 | 554 | 555 | 0.2298 | 0.2294 | 3.0658 | 1.0604 | 0.0000 | 0.0000 |
| 554 | 522 | 556 | 0.2159 | 0.2155 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 555 | 556 | 557 | 0.2527 | 0.2522 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 556 | 557 | 558 | 0.2527 | 0.2523 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|---------|
| 557 | 558 | 559 | 0.2528 | 0.2523 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 558 | 559 | 560 | 0.2528 | 0.2523 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 559 | 560 | 561 | 0.2534 | 0.2530 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 560 | 561 | 562 | 1.0453 | 0.2389 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 561 | 562 | 563 | 1.0455 | 0.2390 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 562 | 563 | 564 | 1.0457 | 0.2390 | 1.1951 | 0.4134 | 0.0000 | 0.0000 |
| 563 | 561 | 565 | 0.5559 | 0.3105 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 564 | 565 | 566 | 0.6085 | 0.3399 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 565 | 566 | 567 | 1.2336 | 0.3861 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 566 | 567 | 568 | 1.2342 | 0.3863 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 567 | 568 | 569 | 0.2881 | 0.2876 | 1.2266 | 0.4243 | 0.0000 | 0.0000 |
| 568 | 566 | 570 | 0.2777 | 0.2772 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 569 | 561 | 571 | 0.5559 | 0.3105 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 570 | 571 | 572 | 0.5880 | 0.3284 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 571 | 572 | 573 | 0.2687 | 0.2682 | 5.8801 | 2.0338 | 0.0000 | 0.0000 |
| 572 | 558 | 574 | 0.2528 | 0.2523 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 573 | 574 | 575 | 0.2529 | 0.2524 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 574 | 575 | 576 | 0.2529 | 0.2524 | 44.5975 | 15.4255 | 0.0000 | 0.0000 |
| 575 | 519 | 577 | 0.1813 | 0.1809 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 576 | 577 | 578 | 0.1813 | 0.1810 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 577 | 519 | 579 | 0.1813 | 0.1810 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 578 | 579 | 580 | 0.1814 | 0.1810 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 579 | 580 | 581 | 0.1815 | 0.1811 | 45.4896 | 15.7340 | 0.0000 | 0.0000 |
| 580 | 416 | 582 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 581 | 582 | 583 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 582 | 583 | 584 | 0.0101 | 0.0101 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 583 | 584 | 585 | 0.0101 | 0.0101 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 584 | 585 | 586 | 0.0102 | 0.0102 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 585 | 586 | 587 | 0.0102 | 0.0102 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 586 | 587 | 588 | 0.0103 | 0.0103 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 587 | 588 | 589 | 0.0103 | 0.0103 | 41.8995 | 10.8497 | 0.0000 | 0.0000 |
| 588 | 588 | 590 | 0.0104 | 0.0104 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 589 | 590 | 591 | 0.0105 | 0.0104 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 590 | 585 | 592 | 0.0102 | 0.0102 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 591 | 592 | 593 | 0.0464 | 0.0145 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 592 | 593 | 594 | 0.0512 | 0.0160 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 593 | 594 | 595 | 0.0613 | 0.0192 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 594 | 595 | 596 | 0.0759 | 0.0238 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 595 | 596 | 597 | 0.0772 | 0.0241 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 596 | 597 | 598 | 0.0877 | 0.0275 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 597 | 598 | 599 | 0.0879 | 0.0275 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 598 | 599 | 600 | 0.0881 | 0.0276 | 0.8037 | 0.2081 | 0.0000 | 0.0000 |
| 599 | 585 | 601 | 0.0102 | 0.0102 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 600 | 601 | 602 | 0.0473 | 0.0472 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 601 | 602 | 603 | 0.0473 | 0.0472 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 602 | 603 | 604 | 0.0474 | 0.0473 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 603 | 604 | 605 | 0.0899 | 0.0897 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 604 | 605 | 606 | 0.0900 | 0.0899 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 605 | 606 | 607 | 0.0901 | 0.0899 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 606 | 607 | 608 | 0.0901 | 0.0900 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 607 | 608 | 609 | 0.0902 | 0.0900 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 608 | 609 | 610 | 0.0902 | 0.0901 | 43.6336 | 11.2987 | 0.0000 | 0.0000 |
| 609 | 609 | 611 | 0.0902 | 0.0901 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 610 | 611 | 612 | 0.0903 | 0.0901 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 611 | 606 | 613 | 0.0901 | 0.0899 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 612 | 614 | 613 | 0.0901 | 0.0899 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 613 | 615 | 614 | 0.0902 | 0.0900 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 614 | 615 | 616 | 0.0902 | 0.0900 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 615 | 615 | 617 | 0.0902 | 0.0901 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 616 | 617 | 618 | 0.1088 | 0.1086 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 617 | 618 | 619 | 0.4804 | 0.1504 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 618 | 619 | 620 | 0.4809 | 0.1505 | 2.1707 | 0.5621 | 0.0000 | 0.0000 |
| 619 | 618 | 621 | 0.1089 | 0.1087 | 41.0690 | 10.6346 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 620 | 621 | 622 | 0.1090 | 0.1088 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 621 | 622 | 623 | 0.1092 | 0.1090 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 622 | 618 | 624 | 0.1258 | 0.1256 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 623 | 624 | 625 | 0.1260 | 0.1257 | 4.9842 | 1.2906 | 0.0000 | 0.0000 |
| 624 | 615 | 626 | 0.0902 | 0.0900 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 625 | 626 | 627 | 0.0938 | 0.0936 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 626 | 627 | 628 | 0.0941 | 0.0939 | 2.1657 | 0.5608 | 0.0000 | 0.0000 |
| 627 | 615 | 629 | 0.0902 | 0.0901 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 628 | 629 | 630 | 0.1080 | 0.1078 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 629 | 630 | 631 | 0.1082 | 0.1080 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 630 | 631 | 632 | 0.1084 | 0.1082 | 2.3975 | 0.6208 | 0.0000 | 0.0000 |
| 631 | 630 | 633 | 0.1259 | 0.1256 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 632 | 633 | 634 | 0.1260 | 0.1258 | 0.6532 | 0.1691 | 0.0000 | 0.0000 |
| 633 | 635 | 615 | 0.0902 | 0.0901 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 634 | 636 | 635 | 0.0950 | 0.0949 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 635 | 615 | 637 | 0.3873 | 0.1212 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 636 | 637 | 638 | 0.4556 | 0.1426 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 637 | 638 | 639 | 0.4558 | 0.1427 | 3.1270 | 0.8097 | 0.0000 | 0.0000 |
| 638 | 606 | 640 | 0.0901 | 0.0899 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 639 | 640 | 641 | 0.1282 | 0.1279 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 640 | 641 | 642 | 0.1282 | 0.1280 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 641 | 642 | 643 | 0.1283 | 0.1281 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 642 | 643 | 644 | 0.1455 | 0.1452 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 643 | 644 | 645 | 0.1455 | 0.1452 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 644 | 645 | 646 | 0.1457 | 0.1454 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 645 | 646 | 647 | 0.1457 | 0.1454 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 646 | 647 | 648 | 0.1458 | 0.1455 | 46.4177 | 12.0196 | 0.0000 | 0.0000 |
| 647 | 645 | 649 | 0.1456 | 0.1454 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 648 | 649 | 650 | 0.1457 | 0.1454 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 649 | 650 | 651 | 0.1458 | 0.1455 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 650 | 651 | 652 | 0.1458 | 0.1456 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 651 | 652 | 653 | 0.1459 | 0.1456 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 652 | 653 | 654 | 0.1604 | 0.1601 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 653 | 654 | 655 | 0.1604 | 0.1601 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 654 | 655 | 656 | 0.1606 | 0.1603 | 9.4409 | 2.4447 | 0.0000 | 0.0000 |
| 655 | 654 | 657 | 0.7283 | 0.2280 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 656 | 657 | 658 | 0.7285 | 0.2280 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 657 | 658 | 659 | 0.7287 | 0.2281 | 2.3526 | 0.6092 | 0.0000 | 0.0000 |
| 658 | 653 | 660 | 0.7085 | 0.2218 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 659 | 660 | 661 | 0.7091 | 0.2220 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 660 | 661 | 662 | 0.7096 | 0.2221 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 661 | 651 | 663 | 0.1458 | 0.1456 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 662 | 663 | 664 | 0.1544 | 0.1541 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 663 | 664 | 665 | 0.1555 | 0.1552 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 664 | 665 | 666 | 0.1557 | 0.1554 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 665 | 664 | 667 | 0.1564 | 0.1561 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 666 | 667 | 668 | 0.1575 | 0.1572 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 667 | 668 | 669 | 0.1648 | 0.1645 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 668 | 669 | 670 | 0.1792 | 0.1789 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 669 | 670 | 671 | 0.1809 | 0.1805 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 670 | 671 | 672 | 0.1810 | 0.1807 | 3.9521 | 1.0234 | 0.0000 | 0.0000 |
| 671 | 670 | 673 | 0.1794 | 0.1791 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 672 | 673 | 674 | 0.1795 | 0.1792 | 1.0704 | 0.2772 | 0.0000 | 0.0000 |
| 673 | 669 | 675 | 0.1650 | 0.1647 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 674 | 675 | 676 | 0.1651 | 0.1648 | 2.5358 | 0.6566 | 0.0000 | 0.0000 |
| 675 | 668 | 677 | 0.1591 | 0.1589 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 676 | 677 | 678 | 0.1592 | 0.1589 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 677 | 678 | 679 | 0.1593 | 0.1590 | 43.7354 | 11.3250 | 0.0000 | 0.0000 |
| 678 | 677 | 680 | 0.1626 | 0.1623 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 679 | 680 | 681 | 0.1639 | 0.1636 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 680 | 681 | 682 | 0.1716 | 0.1713 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 681 | 682 | 683 | 0.1717 | 0.1714 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 682 | 683 | 684 | 0.1719 | 0.1715 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 683 | 684 | 685 | 0.1731 | 0.1728 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 684 | 685 | 686 | 0.1733 | 0.1730 | 4.0213 | 1.0413 | 0.0000 | 0.0000 |
| 685 | 683 | 687 | 0.1719 | 0.1716 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 686 | 687 | 688 | 0.2105 | 0.2101 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 687 | 683 | 689 | 0.1719 | 0.1716 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 688 | 689 | 690 | 0.1720 | 0.1717 | 11.7308 | 3.0376 | 0.0000 | 0.0000 |
| 689 | 683 | 691 | 0.1720 | 0.1717 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 690 | 681 | 692 | 0.1640 | 0.1637 | 51.7066 | 13.3891 | 0.0000 | 0.0000 |
| 691 | 692 | 693 | 0.1642 | 0.1639 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 692 | 693 | 694 | 0.1643 | 0.1640 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 693 | 667 | 695 | 0.1575 | 0.1572 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 694 | 695 | 696 | 0.1577 | 0.1574 | 0.7602 | 0.1968 | 0.0000 | 0.0000 |
| 695 | 651 | 697 | 0.1458 | 0.1456 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 696 | 697 | 698 | 0.1586 | 0.1583 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 697 | 645 | 699 | 0.1456 | 0.1453 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 698 | 699 | 700 | 0.1808 | 0.1805 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 699 | 642 | 701 | 0.1284 | 0.1282 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 700 | 701 | 702 | 0.1284 | 0.1282 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 701 | 702 | 703 | 0.1285 | 0.1283 | 29.7324 | 7.6990 | 0.0000 | 0.0000 |
| 702 | 642 | 704 | 0.1283 | 0.1281 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 703 | 704 | 705 | 0.6526 | 0.2043 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 704 | 705 | 706 | 0.6527 | 0.2043 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 705 | 706 | 707 | 0.6527 | 0.2043 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 706 | 707 | 708 | 0.6529 | 0.2044 | 0.1840 | 0.0476 | 0.0000 | 0.0000 |
| 707 | 603 | 709 | 0.0473 | 0.0472 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 708 | 709 | 710 | 0.0474 | 0.0473 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 709 | 710 | 711 | 0.0476 | 0.0475 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 710 | 711 | 712 | 0.0476 | 0.0476 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 711 | 712 | 713 | 0.0894 | 0.0892 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 712 | 713 | 714 | 0.0985 | 0.0983 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 713 | 714 | 715 | 0.0985 | 0.0983 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 714 | 715 | 716 | 0.0986 | 0.0984 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 715 | 716 | 717 | 0.0986 | 0.0984 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 716 | 717 | 718 | 0.0987 | 0.0985 | 31.7778 | 8.2287 | 0.0000 | 0.0000 |
| 717 | 715 | 719 | 0.0985 | 0.0984 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 718 | 719 | 720 | 0.0986 | 0.0984 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 719 | 715 | 721 | 0.0986 | 0.0984 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 720 | 721 | 722 | 0.1268 | 0.1266 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 721 | 722 | 723 | 0.1268 | 0.1266 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 722 | 723 | 724 | 0.1269 | 0.1267 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 723 | 724 | 725 | 0.1560 | 0.1557 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 724 | 725 | 726 | 0.7221 | 0.2260 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 725 | 726 | 727 | 0.7231 | 0.2263 | 6.8644 | 1.7775 | 0.0000 | 0.0000 |
| 726 | 723 | 728 | 0.1269 | 0.1266 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 727 | 728 | 729 | 0.1269 | 0.1267 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 728 | 723 | 730 | 0.1269 | 0.1267 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 729 | 730 | 731 | 0.1269 | 0.1267 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 730 | 731 | 732 | 0.1270 | 0.1268 | 37.7579 | 9.7772 | 0.0000 | 0.0000 |
| 731 | 711 | 733 | 0.2044 | 0.0640 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 732 | 733 | 734 | 0.2126 | 0.0666 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 733 | 734 | 735 | 0.2128 | 0.0666 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 734 | 735 | 736 | 0.2130 | 0.0667 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 735 | 711 | 737 | 0.1045 | 0.0584 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 736 | 737 | 738 | 0.1168 | 0.0652 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 737 | 738 | 739 | 0.2768 | 0.0866 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 738 | 739 | 740 | 0.0646 | 0.0645 | 0.7488 | 0.1939 | 0.0000 | 0.0000 |
| 739 | 603 | 741 | 0.0474 | 0.0473 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 740 | 741 | 742 | 0.0474 | 0.0473 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 741 | 742 | 743 | 0.0475 | 0.0474 | 71.4345 | 18.4976 | 0.0000 | 0.0000 |
| 742 | 583 | 744 | 0.0377 | 0.0376 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 743 | 744 | 745 | 0.1625 | 0.0509 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 744 | 745 | 746 | 0.1628 | 0.0510 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 745 | 746 | 747 | 0.2216 | 0.0694 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 746 | 747 | 748 | 0.0517 | 0.0516 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 747 | 748 | 749 | 0.0518 | 0.0517 | 0.6111 | 0.1583 | 0.0000 | 0.0000 |
| 748 | 744 | 750 | 0.0382 | 0.0382 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 749 | 750 | 751 | 0.0387 | 0.0386 | 1.2487 | 0.3233 | 0.0000 | 0.0000 |
| 750 | 744 | 752 | 0.0588 | 0.0587 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 751 | 752 | 753 | 0.0753 | 0.0752 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 752 | 752 | 754 | 0.0611 | 0.0610 | 2.5979 | 0.6727 | 0.0000 | 0.0000 |
| 753 | 583 | 755 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 754 | 755 | 756 | 0.0286 | 0.0286 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 755 | 756 | 757 | 0.0786 | 0.0439 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 756 | 757 | 758 | 0.0361 | 0.0360 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 757 | 758 | 759 | 0.0501 | 0.0500 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 758 | 759 | 760 | 0.0502 | 0.0501 | 3.9286 | 1.0173 | 0.0000 | 0.0000 |
| 759 | 757 | 761 | 0.0361 | 0.0360 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 760 | 761 | 762 | 0.2342 | 0.0733 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 761 | 762 | 763 | 0.2363 | 0.0740 | 2.3476 | 0.6079 | 0.0000 | 0.0000 |
| 762 | 757 | 764 | 0.0360 | 0.0359 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 763 | 764 | 765 | 0.0361 | 0.0360 | 6.3060 | 1.6329 | 0.0000 | 0.0000 |
| 764 | 416 | 766 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 765 | 416 | 767 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 766 | 416 | 768 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 767 | 768 | 769 | 0.0321 | 0.0320 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 768 | 769 | 770 | 0.0324 | 0.0323 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 769 | 770 | 771 | 0.0324 | 0.0323 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 770 | 771 | 772 | 0.0324 | 0.0324 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 771 | 772 | 773 | 0.0656 | 0.0655 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 772 | 773 | 774 | 0.0657 | 0.0655 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 773 | 774 | 775 | 0.0657 | 0.0656 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 774 | 775 | 776 | 0.0658 | 0.0656 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 775 | 776 | 777 | 0.0658 | 0.0657 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 776 | 777 | 778 | 0.0659 | 0.0657 | 26.1613 | 7.7238 | 0.0000 | 0.0000 |
| 777 | 776 | 779 | 0.2929 | 0.0917 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 778 | 779 | 780 | 0.2930 | 0.0917 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 779 | 780 | 781 | 0.2932 | 0.0918 | 31.7624 | 9.3775 | 0.0000 | 0.0000 |
| 780 | 774 | 782 | 0.0657 | 0.0656 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 781 | 782 | 783 | 0.0658 | 0.0657 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 782 | 783 | 784 | 0.1222 | 0.1219 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 783 | 784 | 785 | 0.1222 | 0.1219 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 784 | 785 | 786 | 0.1222 | 0.1220 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 785 | 786 | 787 | 0.1223 | 0.1221 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 786 | 787 | 788 | 0.1224 | 0.1222 | 44.6394 | 13.1793 | 0.0000 | 0.0000 |
| 787 | 785 | 789 | 0.1222 | 0.1220 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 788 | 789 | 790 | 0.1223 | 0.1220 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 789 | 790 | 791 | 0.1554 | 0.1551 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 790 | 791 | 792 | 0.1554 | 0.1551 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 791 | 792 | 793 | 0.1554 | 0.1551 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 792 | 793 | 794 | 0.1556 | 0.1554 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 793 | 794 | 795 | 0.1557 | 0.1554 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 794 | 795 | 796 | 0.1703 | 0.1700 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 795 | 796 | 797 | 0.1704 | 0.1701 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 796 | 792 | 798 | 0.6673 | 0.2089 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 797 | 798 | 799 | 0.1557 | 0.1554 | 25.5005 | 7.5287 | 0.0000 | 0.0000 |
| 798 | 792 | 800 | 0.1555 | 0.1552 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 799 | 785 | 801 | 0.1222 | 0.1220 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 800 | 801 | 802 | 0.1649 | 0.1646 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 801 | 802 | 803 | 0.1650 | 0.1647 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 802 | 803 | 804 | 0.1651 | 0.1648 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 803 | 804 | 805 | 0.1651 | 0.1648 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 804 | 805 | 806 | 0.1652 | 0.1649 | 30.3521 | 8.9611 | 0.0000 | 0.0000 |
| 805 | 803 | 807 | 0.1650 | 0.1647 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 806 | 807 | 808 | 0.1651 | 0.1648 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 807 | 808 | 809 | 0.1653 | 0.1650 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 808 | 809 | 810 | 0.3951 | 0.2207 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 809 | 810 | 811 | 0.1804 | 0.1800 | 0.4033 | 0.1191 | 0.0000 | 0.0000 |
| 810 | 809 | 812 | 0.1916 | 0.1913 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 811 | 812 | 813 | 0.1917 | 0.1913 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 812 | 813 | 814 | 0.1917 | 0.1914 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 813 | 814 | 815 | 0.2187 | 0.2183 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 814 | 815 | 816 | 0.2188 | 0.2184 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 815 | 816 | 817 | 0.2188 | 0.2184 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 816 | 816 | 818 | 0.2188 | 0.2184 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 817 | 818 | 819 | 0.2189 | 0.2185 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 818 | 819 | 820 | 0.2190 | 0.2186 | 16.9429 | 5.0022 | 0.0000 | 0.0000 |
| 819 | 816 | 821 | 0.2188 | 0.2184 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 820 | 821 | 822 | 0.2189 | 0.2185 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 821 | 813 | 823 | 0.1917 | 0.1914 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 822 | 823 | 824 | 0.1918 | 0.1914 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 823 | 824 | 825 | 0.1919 | 0.1915 | 21.8205 | 6.4422 | 0.0000 | 0.0000 |
| 824 | 813 | 826 | 0.1917 | 0.1914 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 825 | 826 | 827 | 0.1918 | 0.1914 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 826 | 827 | 828 | 0.4553 | 0.2543 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 827 | 828 | 829 | 0.2175 | 0.2171 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 828 | 829 | 830 | 0.2176 | 0.2172 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 829 | 830 | 831 | 0.2404 | 0.2399 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 830 | 831 | 832 | 0.2422 | 0.2418 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 831 | 832 | 833 | 0.2423 | 0.2419 | 2.0593 | 0.6080 | 0.0000 | 0.0000 |
| 832 | 830 | 834 | 0.2176 | 0.2172 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 833 | 834 | 835 | 0.2177 | 0.2173 | 0.9369 | 0.2766 | 0.0000 | 0.0000 |
| 834 | 809 | 836 | 0.3762 | 0.2101 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 835 | 836 | 837 | 0.1717 | 0.1714 | 1.6757 | 0.4947 | 0.0000 | 0.0000 |
| 836 | 774 | 838 | 0.0658 | 0.0656 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 837 | 838 | 839 | 0.0949 | 0.0947 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 838 | 839 | 840 | 0.0960 | 0.0958 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 839 | 840 | 841 | 0.0966 | 0.0964 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 840 | 841 | 842 | 0.0968 | 0.0966 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 841 | 842 | 843 | 0.0968 | 0.0967 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 842 | 843 | 844 | 0.0969 | 0.0967 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 843 | 844 | 845 | 0.0970 | 0.0968 | 66.2740 | 19.5666 | 0.0000 | 0.0000 |
| 844 | 842 | 846 | 0.0968 | 0.0966 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 845 | 846 | 847 | 0.0969 | 0.0967 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 846 | 847 | 848 | 0.0971 | 0.0969 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 847 | 848 | 849 | 0.2130 | 0.1190 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 848 | 849 | 850 | 0.2259 | 0.1262 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 849 | 850 | 851 | 0.4978 | 0.1558 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 850 | 851 | 852 | 0.1160 | 0.1158 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 851 | 852 | 853 | 0.1161 | 0.1159 | 0.5612 | 0.1657 | 0.0000 | 0.0000 |
| 852 | 851 | 854 | 0.4980 | 0.1559 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 853 | 854 | 855 | 0.5450 | 0.1706 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 854 | 855 | 856 | 0.5468 | 0.1712 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 855 | 856 | 857 | 0.5470 | 0.1712 | 6.8117 | 2.0111 | 0.0000 | 0.0000 |
| 856 | 848 | 858 | 0.2130 | 0.1190 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 857 | 858 | 859 | 0.2176 | 0.1215 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 858 | 859 | 860 | 0.2279 | 0.1273 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 859 | 860 | 861 | 0.4507 | 0.1411 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 860 | 861 | 862 | 0.1054 | 0.1052 | 29.7765 | 8.7912 | 0.0000 | 0.0000 |
| 861 | 860 | 863 | 0.1167 | 0.1165 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 862 | 863 | 864 | 0.1174 | 0.1172 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 863 | 864 | 865 | 0.1178 | 0.1176 | 1.9993 | 0.5903 | 0.0000 | 0.0000 |
| 864 | 842 | 866 | 0.0968 | 0.0967 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 865 | 839 | 867 | 0.2762 | 0.1161 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 866 | 867 | 868 | 0.1019 | 0.1017 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 867 | 868 | 869 | 0.1019 | 0.1017 | 2.3577 | 0.6961 | 0.0000 | 0.0000 |
| 868 | 771 | 870 | 0.0324 | 0.0324 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 869 | 870 | 871 | 0.0325 | 0.0324 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 870 | 771 | 872 | 0.0324 | 0.0324 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 871 | 872 | 873 | 0.0325 | 0.0324 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|--------|--------|---------|---------|--------|---------|
| 872 | 873 | 874 | 0.0326 | 0.0325 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 873 | 874 | 875 | 0.0326 | 0.0325 | 45.6171 | 13.4679 | 0.0000 | 0.0000 |
| 874 | 874 | 876 | 0.0326 | 0.0325 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 50.0000 |
| 875 | 876 | 877 | 0.0327 | 0.0326 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 876 | 769 | 878 | 0.1993 | 0.0624 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 877 | 878 | 879 | 0.1995 | 0.0624 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 878 | 879 | 880 | 0.1996 | 0.0625 | 3.0854 | 0.9109 | 0.0000 | 0.0000 |
| 879 | 44 | 108 | 0.2346 | 0.2342 | | | | |
| 880 | 261 | 216 | 0.2029 | 0.2025 | | | | |
| 881 | 381 | 172 | 0.1133 | 0.1131 | | | | |
| 882 | 176 | 79 | 0.0934 | 0.0932 | | | | |
| 883 | 502 | 542 | 0.2533 | 0.2528 | | | | |
| 884 | 515 | 439 | 0.1394 | 0.1392 | | | | |
| 885 | 753 | 636 | 0.2412 | 0.1014 | | | | |
| 886 | 725 | 578 | 0.1561 | 0.1558 | | | | |
| 887 | 558 | 123 | 0.2527 | 0.2523 | | | | |
| 888 | 616 | 244 | 0.1195 | 0.1193 | | | | |
| 889 | 570 | 280 | 0.2778 | 0.2773 | | | | |
| 890 | 397 | 688 | 0.1788 | 0.1785 | | | | |
| 891 | 803 | 350 | 0.1650 | 0.1647 | | | | |

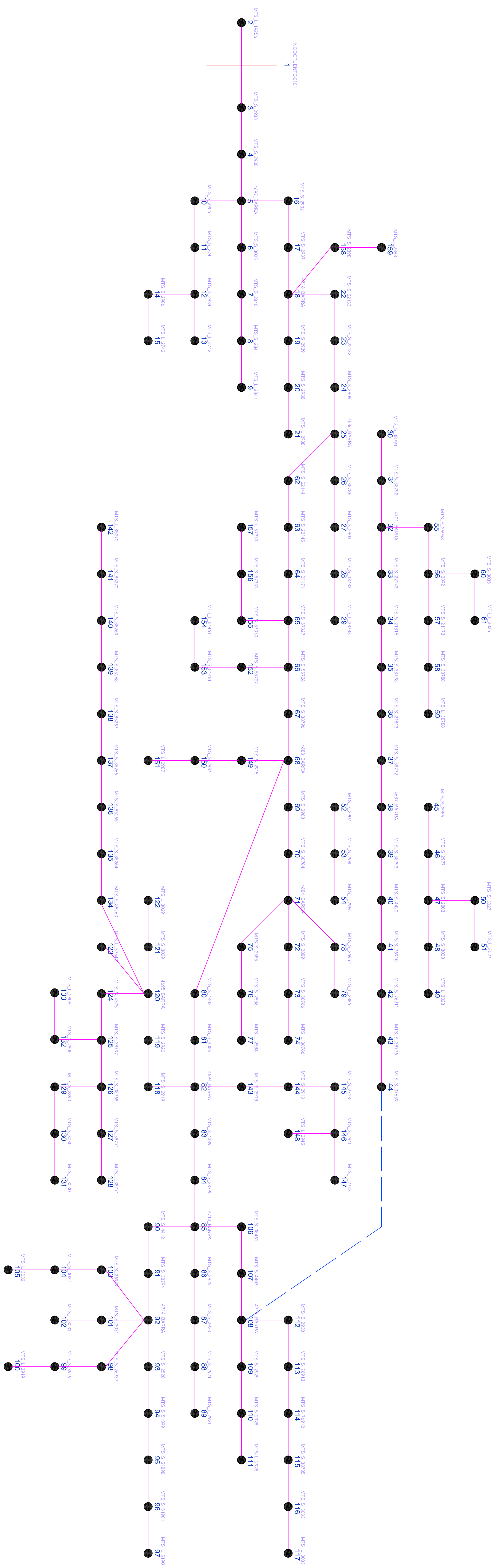
Valores base: 6.3kV y 100MVA



6.2 Diagramas unifilares utilizados de la EERCS.

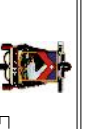
ALIMENTADOR 0101 de la S/E 01 ANTES DE LA RECONFIGURACIÓN

FIGURA 6.2.1



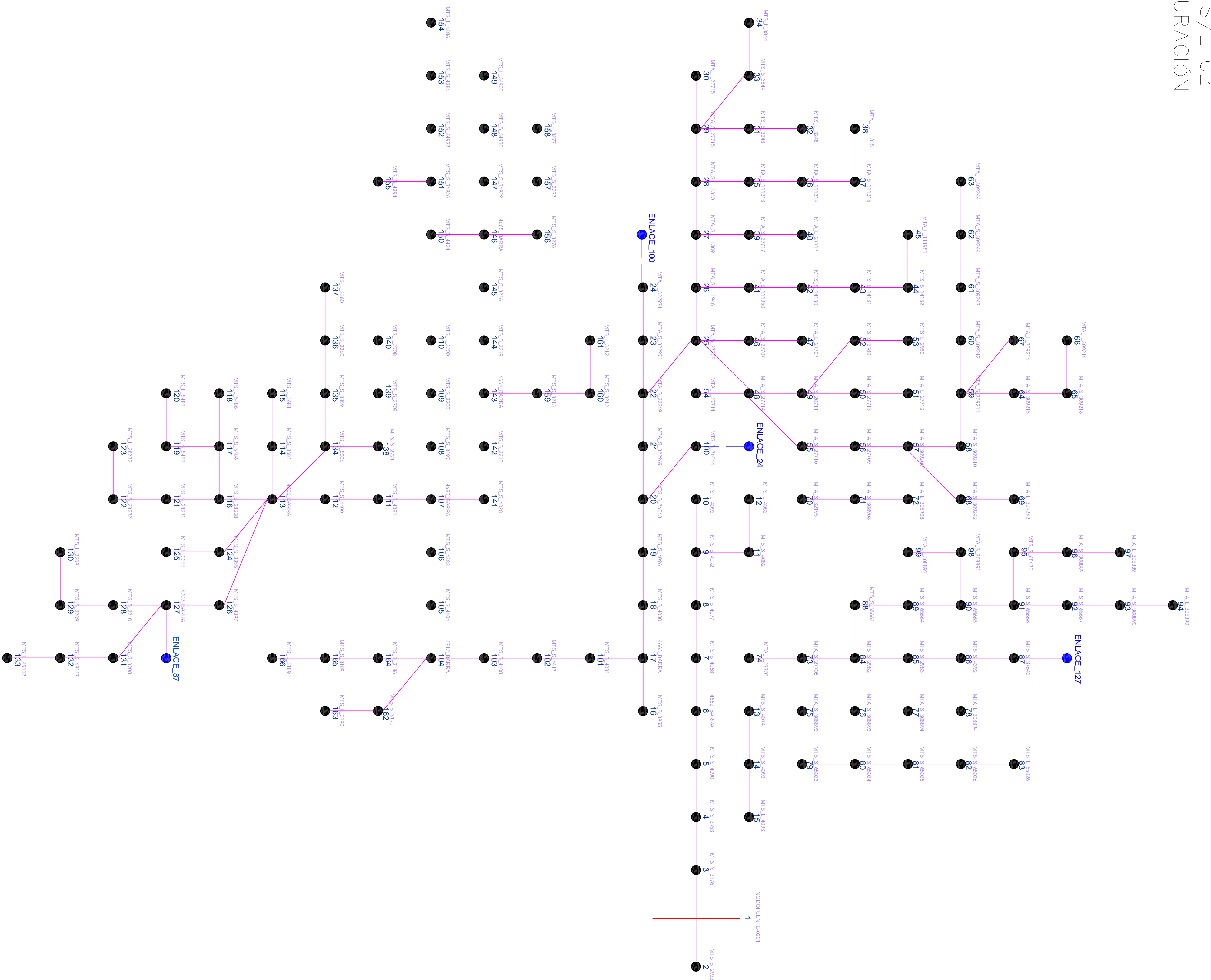
| SIMBOLOGIA | |
|------------|-----------------------|
| | Nodo |
| | Tramo MT subterráneo |
| | Rama de enlace |
| | Subestación Eléctrica |

- Notas:
1. Sobre cada nodo el código en color morado indica su ubicación y es la nomenclatura utilizada por lo EFERCS.
 2. Sobre cada nodo el número en color negro indica su ubicación y es la nomenclatura usado por el programa de Algoritmos Genéticos implementado.

| | |
|---|---------|
|  UNIVERSIDAD DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA | |
| CONTIENE: | |
| Diagrama unifilar del alimentador 0101 de la subestación 01 perteneciente a la EFERCS antes de la reconfiguración. | |
| | |
| | |
| ANO: 2018 | ESCALA: |
| ELABORAR: | |
| John Eugenio Peñalozo Morán | |
| Jairo Gonzalo Yumbia Romero | |
| REVISIÓN: | |
| LAMINA: 1/4 | |


ALIMENTADOR 0201 de la S/E 02 DESPUÉS DE LA RECONFIGURACIÓN

FIGURA 6.2.4



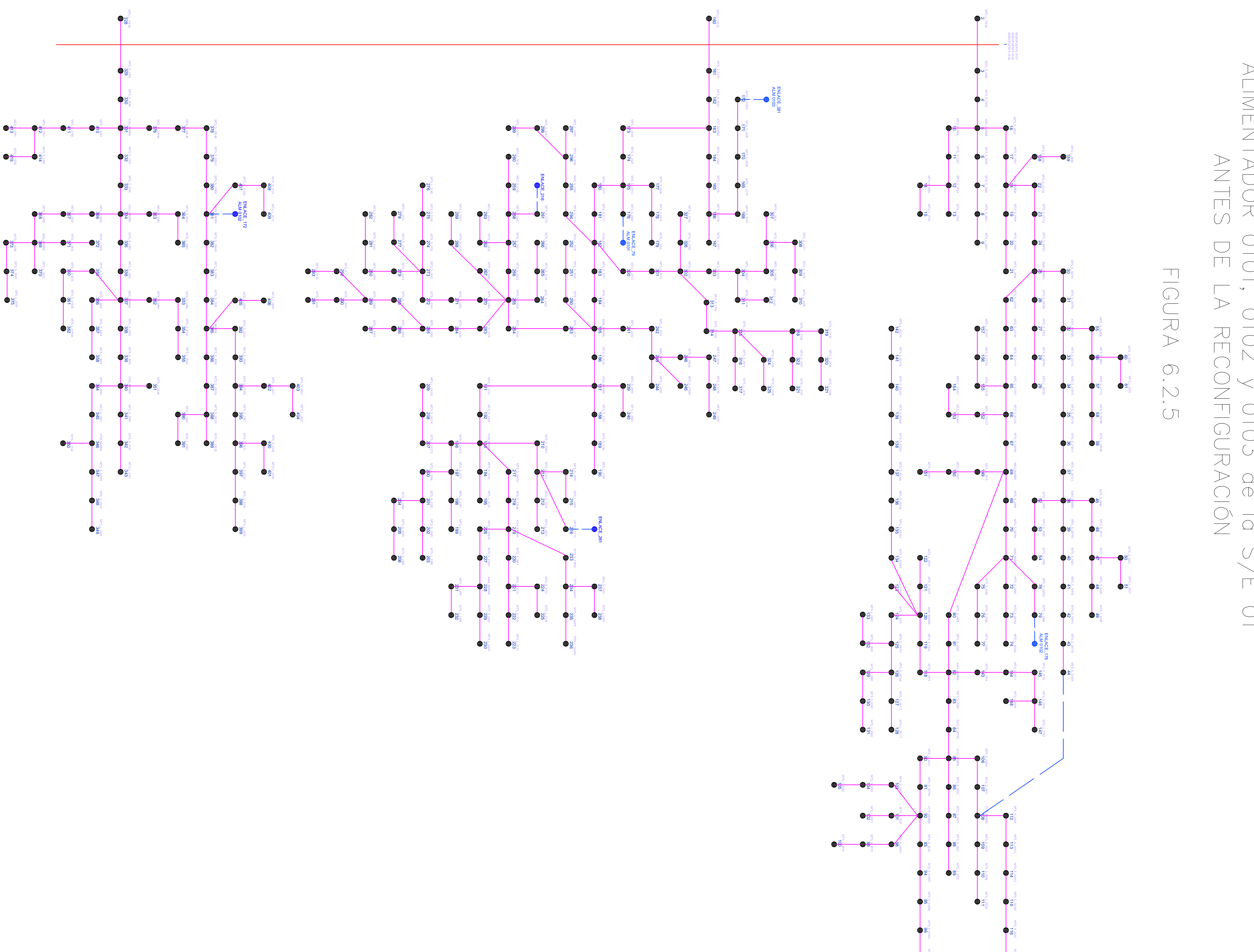
| SIMBOLOGIA | |
|------------|-----------------------|
| ● | Nodo |
| — | Tramo MT subterráneo |
| — | Rama de enlace |
| — | Subestación Eléctrica |

- Notas:
1. Sobre cada nodo el código en color morado indica su ubicación y es la nomenclatura utilizada por la ERECS.
 2. Sobre cada tramo el número en color negro indica su ubicación y es la nomenclatura usada por el programa de Algoritmos Genéticos implementado.

| | |
|---|---------|
|  UNIVERSIDAD DE TOLUCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA | |
| CONTIENE: | |
| Diagrama unifilar del alimentador 0201 de la subestación 02 perteneciente a la ERECS después de la reconfiguración. | |
| ANO: 2018 | ESCALA: |
| ELABORA: | |
| John Eugenio Peñafoza Morán | |
| Jairo Gonzalo Yumbia Romero | |
| REVISIÓN: | |
| LAMINA: 4/4 | |


ALIMENTADOR 0101, 0102 y 0103 de la S/E 01
 ANTES DE LA RECONFIGURACIÓN

FIGURA 6.2.5



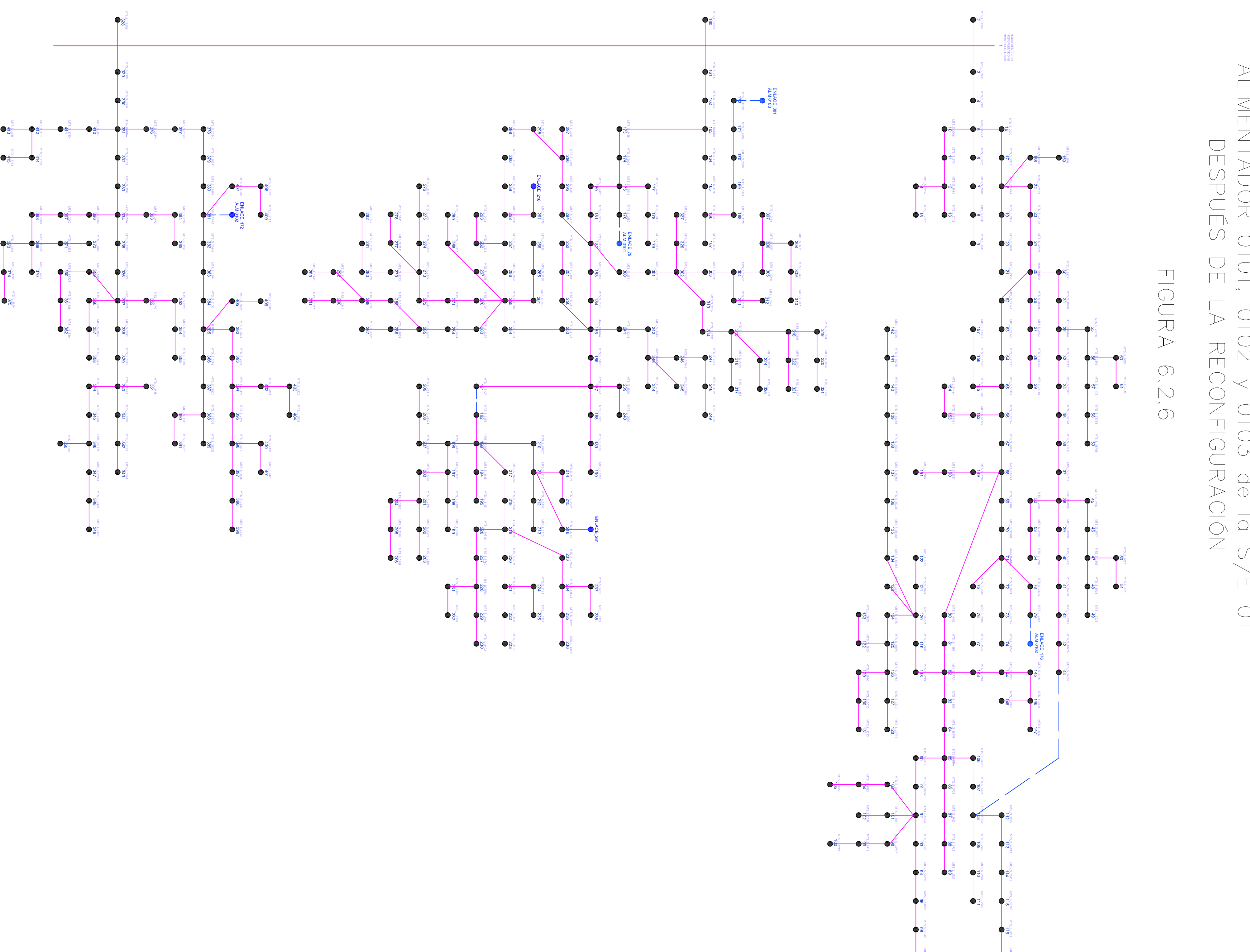
| SIMBOLOGÍA | |
|------------|-----------------------|
| ● | Nodo |
| — | Tramo MT subterráneo |
| - - - | Ramo de enlace |
| — | Subestación Eléctrica |

- Notas:
1. Sobre cada nodo el código en color morado indica su ubicación y es la nomenclatura utilizada por la EERCS.
 2. Sobre cada nodo el número en color negro indica su ubicación y es la nomenclatura usada por el programa de Algoritmos Genéticos implementado.

| | |
|---|---------|
|  UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA | |
| CONTIENE: | |
| Diagrama unifilar de los alimentadores 0101, 0102 y 0103 de la subestación 01 perteneciente a la EERCS antes de la reconfiguración. | |
| AÑO: 2018 ELABORA: John Eugenio Peñaloza Morán Jairo Gonzalo Yumbie Romero REVISIÓN: | ESCALA: |
| LAMINA: 1/4 | |

ALIMENTADOR 0101, 0102 y 0103 de la S/E 01
DESPUÉS DE LA RECONFIGURACIÓN

FIGURA 6.2.6



| SIMBOLOGÍA | |
|------------|-----------------------|
| ● | Nodo |
| — | Tramo MT subterráneo |
| - - - | Rama de enlace |
| — | Subestación Eléctrica |

- Notas:
1. Sobre cada nodo el código, en color morado, indica su ubicación. Y es la nomenclatura utilizada por la EERCS.
 2. Sobre cada nodo el número en color negro indica su ubicación y es la nomenclatura usada por el programa de Algoritmos Genéticos implementado.

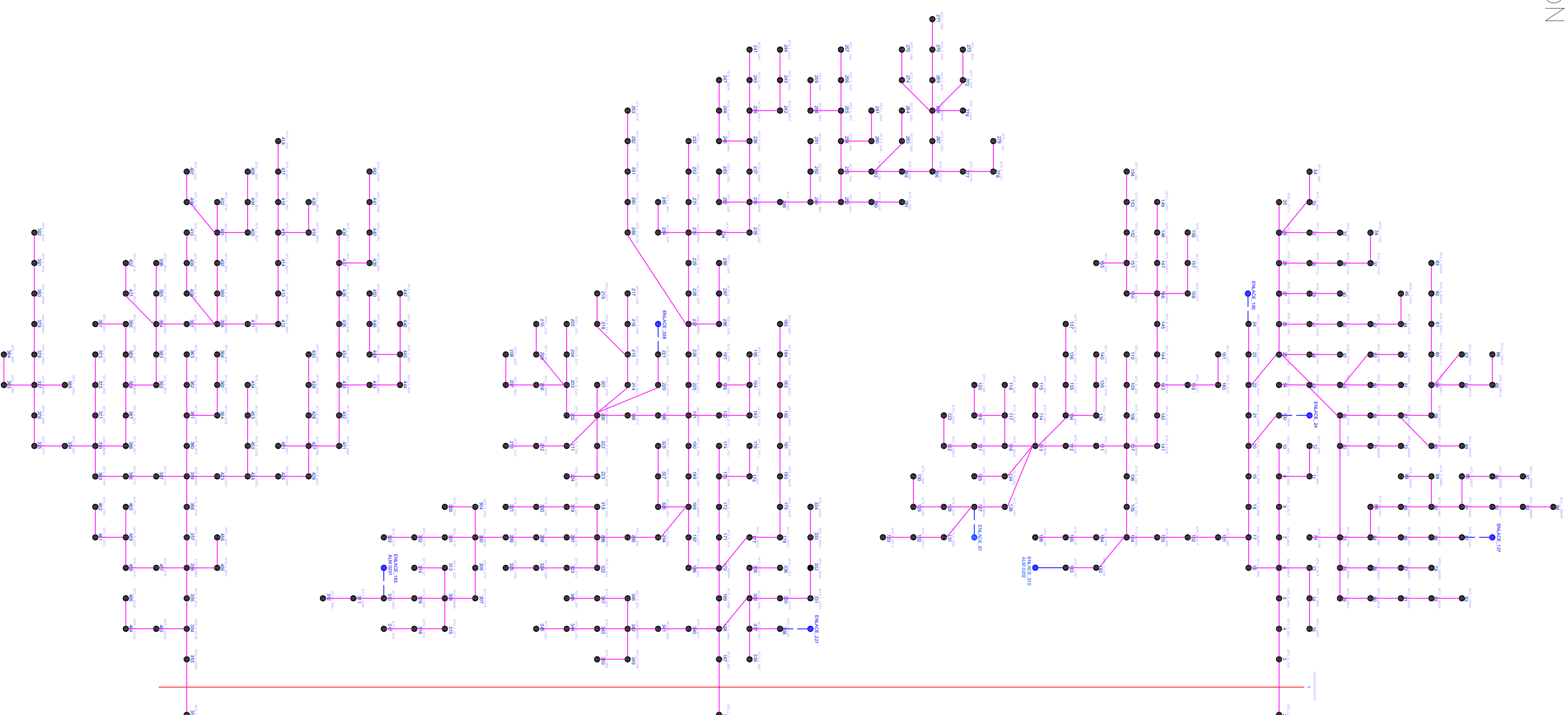
UNIVERSIDAD DE CIENCIA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESQUEMA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

CONTIENE:
Diagrama unifilar de los alimentadores 0101, 0102 y 0103 de la subestación 01 perteneciente a la EERCS después de la reconfiguración.

| | |
|---|---------|
| ANO: 2018 | ESCALA: |
| ELABORA: John Eugenio Peñalazo Mordán Jairo Gonzalo Yumbia Romero | |
| REVISION: | |
| LAMINA: 2/4 | |

ALIMENTADORES 0201, 0202 Y 0203 DE LA S/E 02
ANTES DE LA RECONFIGURACIÓN

FIGURA 6.2.7



| SIMBOLOGÍA | |
|------------|-----------------------|
| ● | Nodo |
| — | Tramo MT subterráneo |
| — | Rama de enlace |
| — | Subestación Eléctrica |

- Notas:
1. Sobre cada nodo el código en color morado indica su ubicación y es la nomenclatura utilizado por la EERCS.
 2. Sobre cada nodo el número en color negro indica su ubicación y es la nomenclatura usada por el programa de Algoritmos Genéticos implementado.

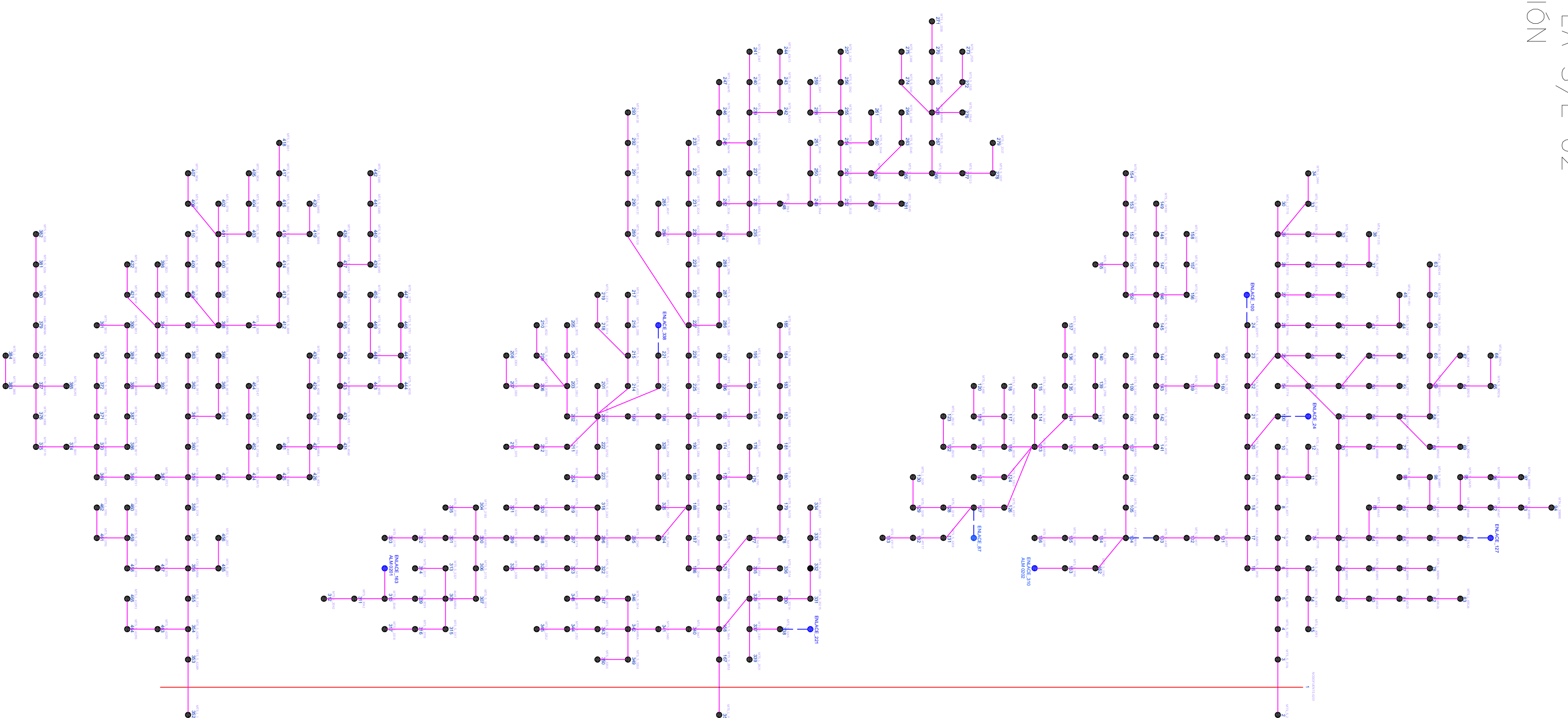
UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

CONTENIDO:
Diagrama unifilar de los alimentadores 0201,
0202 y 0203 de la subestación 02
perteneciente a la EERCS antes de la
reconfiguración.

| | |
|---|---------|
| AÑO: 2018 | ESCALA: |
| ELABORAR: John Eugenio Peñaloza Morán John Gonzalo Tumbulo Romero | |
| REVISOR: 3/4 | |
| LÁMINA: 3/4 | |

ALIMENTADORES 0201, 0202 Y 0203 DE LA S/E 02
DESPUÉS DE LA RECONFIGURACIÓN

FIGURA 6.2.8



| |
|-------------------------|
| SIMBOLÓGICA |
| ● Nodo |
| — Tramo MT subterráneo |
| - - - Rama de enlace |
| — Subestación Eléctrica |

- Notas:
1. Sobre cada nodo el código en color morado indica su ubicación y es la nomenclatura utilizada por la EERCS.
 2. Sobre cada nodo el número en color negro indica su ubicación y es la nomenclatura usada por el programa de Algoritmos Genéticos implementado.

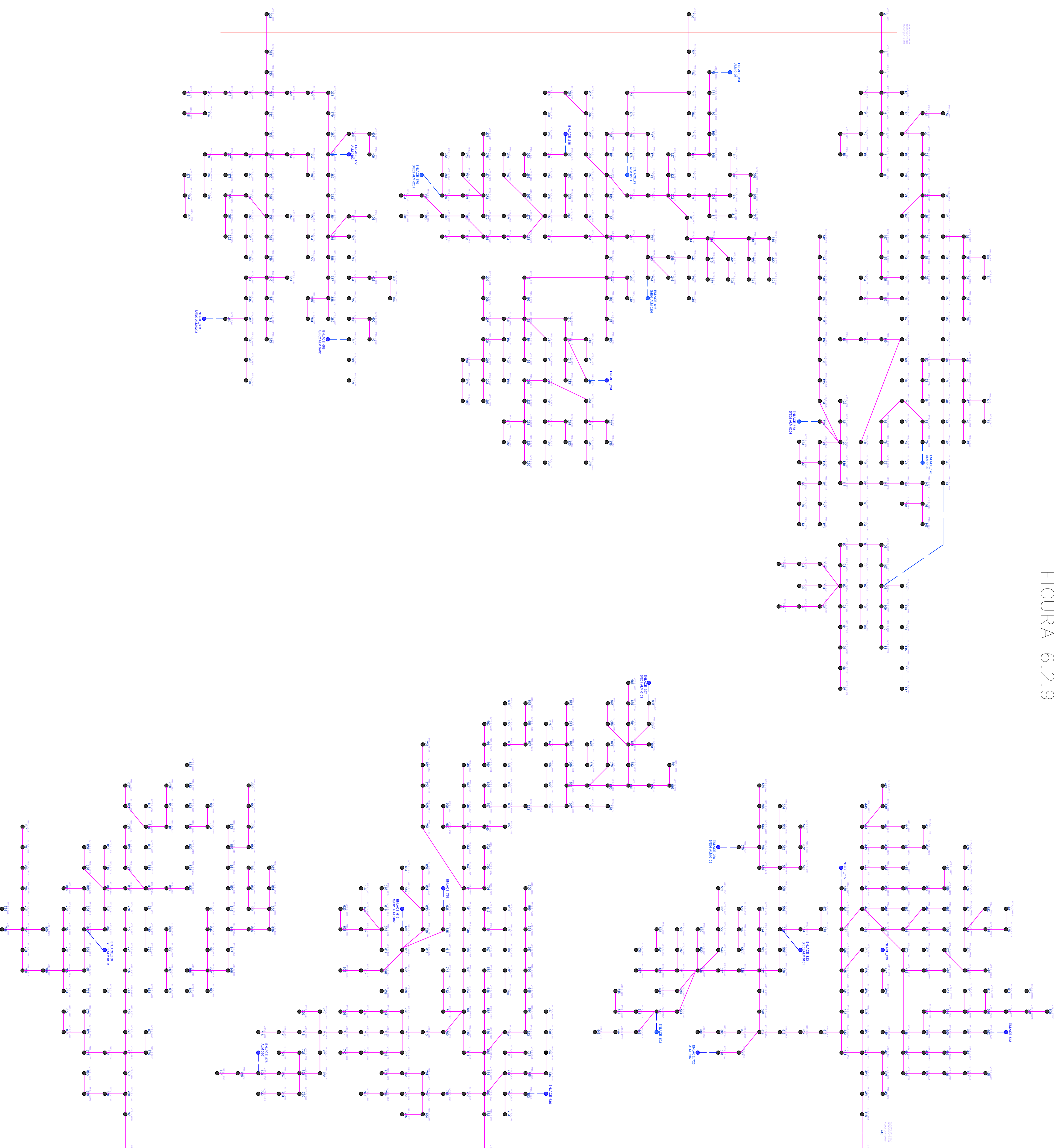
UNIVERSIDAD DE QUENEA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

CONTIENE:
Diagrama unitario de los alimentadores 0201,
0202 y 0203 de la subestación 02
perteneciente a la EERCS después de la
reconfiguración.

| | |
|--|---------|
| ANO: 2018 | ESCALA: |
| ELABORA: John Eugenio Peñaloza Morán Jaíro Gonzalo Yumbia Romero | |
| REVISIÓN: LAMINA: 4/4 | |


SUBESTACIÓN 01 (0101, 0102, 0103) Y SUBESTACIÓN 02 (0201, 0202, 0203)
 ANTES DE LA RECONFIGURACIÓN

FIGURA 6.2.9



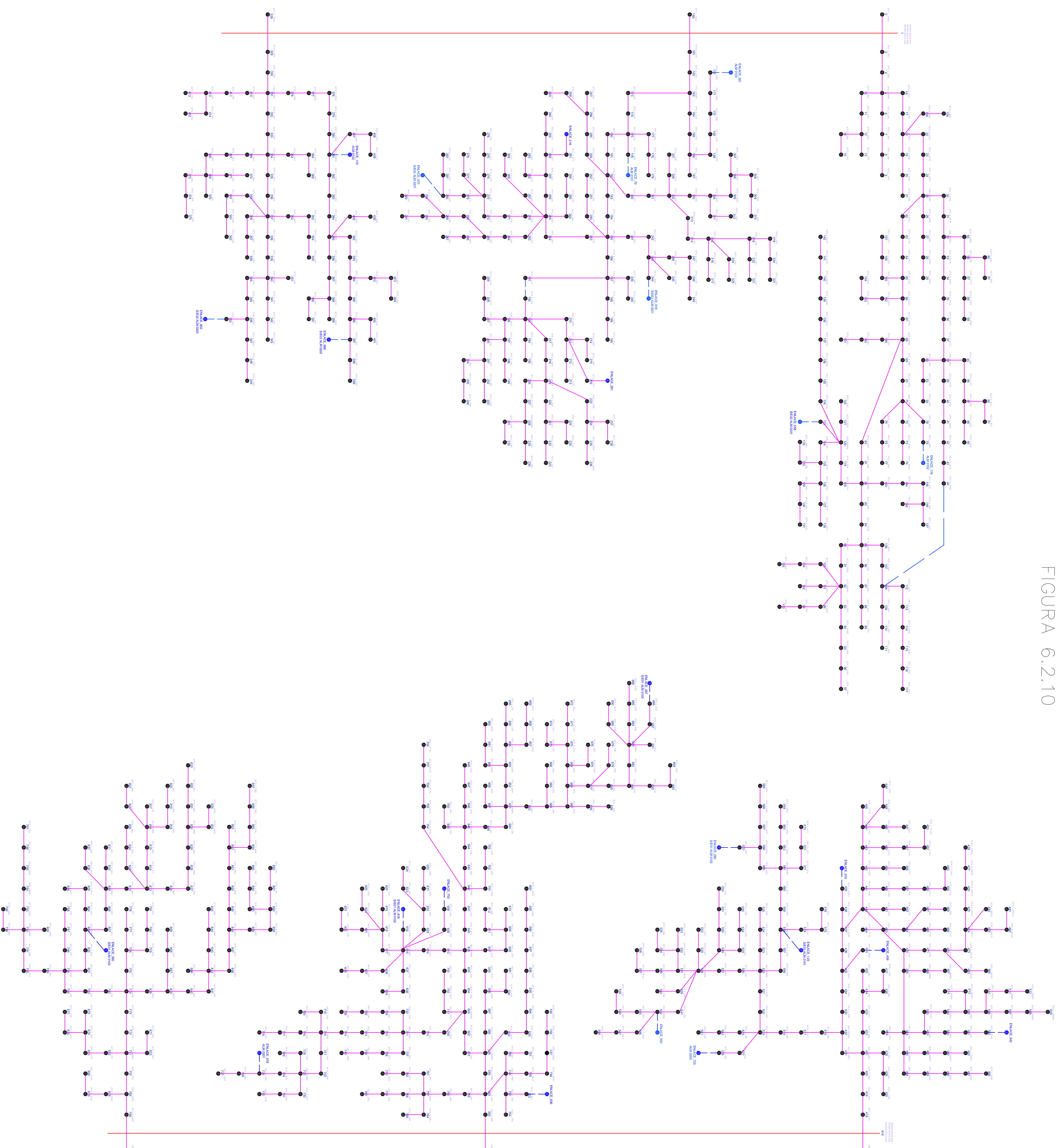
| SIMBOLOGÍA | |
|------------|-----------------------|
| ● | Nodo |
| — | Tramo MT subterráneo |
| — | Rama de enlace |
| — | Subestación Eléctrica |

- Notas:
1. Sobre cada nodo el código en color morado indica su ubicación y es la nomenclatura utilizado por la EERCS.
 2. Sobre cada nodo el número en color negro indica su ubicación y es la nomenclatura utilizada por el grupo de Algoritmos Genéticos implementado.

| | |
|--|--|
|  UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA | |
| CONTIENE: | |
| Diagrama unifilar de la subestación 01 (0101, 0102, 0103) y subestación 02 (0201, 0202, 0203) perteneciente a la EERCS antes de la reconfiguración. | |
| ANO: 2018 ESCALA: | |
| ELABORA: Jairo González Yumbia Romero | |
| REVISIÓN: | |
| LÁMINA: 1/2 | |

SUBESTACIÓN 01 (0101, 0102, 0103) Y SUBESTACIÓN 02 (0201, 0202, 0203)
DESPUÉS DE LA RECONFIGURACIÓN

FIGURA 6.2.10



| SIMBOLOGÍA | |
|------------|-----------------------|
| ● | Nodo |
| — | Tramo MT subterráneo |
| - - - | Rama de enlace |
| — | Subestación Eléctrica |

- Notas:
1. Sobre cada nodo el código en color morado indica su ubicación y es la nomenclatura utilizada por la EERCS.
 2. Sobre cada nodo el número en color negro indica su ubicación y es la nomenclatura usada por el programa de Algoritmos Genéticos implementado.

| | |
|--|---------|
|  UNIVERSIDAD DE QUILICURA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA | |
| CONTIENE: | |
| Diagrama unitario de la subestación 01 (0101, 0102, 0103) y subestación 02 (0201, 0202, 0203) perteneciente a la EERCS después de la reconfiguración. | |
| | |
| | |
| AÑO: 2018 ELABORA: John Eugenio Peñaño Morán Jairo Gonzalo Yumbila Romero REVISIÓN: | ESCALA: |
| LÁMINA: 2/2 | |