



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARRERA:
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELÉCTRICO

**TEMA:
“ANÁLISIS PARA SISTEMAS TRIFÁSICOS DE TRANSFORMADORES
CONEXIONES ABIERTAS Y ESPECIALES.”**

**AUTORES:
ISRAEL DOMÉNICO DI LORENZO LEÓN
MARIO ENRIQUE BURBANO HURTADO**

**DIRECTOR DE TESIS:
ING. DAVID CÁRDENAS**

MARZO 2015

GUAYAQUIL – ECUADOR

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

La investigación, los diseños elaborados, la implementación del módulo de pruebas, los cálculos, conclusiones y prácticas realizadas del presente documento, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Quedando establecido que cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Politécnica Salesiana - Sede Guayaquil, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Guayaquil, Marzo del 2015

(f) _____

Israel Doménico Di Lorenzo León

C.I. 0924504954

(f) _____

Mario Enrique Burbano Hurtado

C.I. 1004091128

CERTIFICACIÓN

Ing. David Cárdenas V.

CERTIFICA:

Que la tesis presentada en este documento ha sido desarrollada en su totalidad por los señores Israel Doménico Di Lorenzo León y Mario Enrique Burbano Hurtado bajo mi dirección y supervisión, por lo que certifico y autorizo su presentación.

Guayaquil, Marzo del 2015.

Ing. David Cárdenas V.

DEDICATORIA

Con mucho orgullo dedico este importante éxito alcanzado a seres muy importantes y especiales en mi vida:

A mis padres por inculcarme siempre a la superación y por enseñarme sus excelentes principios de formación.

A mis abuelitas Gloria y Antonia, que en paz descansen, que cuando estaba estudiando me daban sus sabios consejos, y me decían que aproveche, que “la mejor herencia que nuestros padres nos pueden dejar es el estudio”.

A mis hermanos, como muestra y ejemplo de proponerse, esforzarse y dedicarse para así alcanzar nuestras metas.

A mis parientes que estimo mucho de las familias Di Lorenzo y León, y amigos que todos ellos siempre me apoyaron moralmente.

(f) _____

Israel Doménico Di Lorenzo León

C.I. 0924504954

DEDICATORIA

Dedico este logro alcanzado a mí madre, la mejor madre del mundo que estuvo siempre apoyándome en todo momento, ella quien ha sido padre y madre, que ella a base de su propio esfuerzo y sacrificio supo sacarme adelante, una mujer luchadora una mujer guerrera que siempre lucho con dedicación y amor siempre supo guiarme en todo momento este logro es para ti Lucrecia mi bella madre.

A mis hermanas Mayra y Sugey, que me supieron darme buenos consejos para seguir adelante siempre haciendo lo correcto.

A mi prima Jessica, que siempre me recalco “que la mejor herencia que un padre le puede dejar a un hijo es el estudio” y que siempre estuvo allí para corregirme.

A mis demás familiares y amigos que siempre me dieron buenos y sabios consejos para siempre luchar y superarme día a día.

(f) _____

Mario Enrique Burbano Hurtado

C.I. 1004091128

AGRADECIMIENTO

Indudablemente a Dios por la vida, la salud y el bienestar de mi familia, y a mis Padres Domingo Di Lorenzo y María del Lourdes León, que gracias a sus sacrificios y a su constante e inagotable apoyo, han hecho posible que pueda superarme y haber culminado la carrera y este proyecto.

A mis hijos Domenique, Franciesco, Giusseppe y a mi esposa, por tener la felicidad de haber formado una familia, y que fueron mi generador de energía para seguir adelante.

Al Ing. Otto Astudillo, al Ing. Carlos Chávez y al Ing. David Cárdenas, por su gran apoyo y aporte a este proyecto, como profesores, tutores y amigos.

A mi compañero de tesis Mario Burbano, que gracias a su gran trabajo y apoyo, pudimos alcanzar este gran logro que es la titulación en Ingeniería Eléctrica.

(f) _____

Israel Doménico Di Lorenzo León

C.I. 0924504954

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios, por haberme permitido tener una excelente madre, la Sra. Lilian Lucrecia Burbano que siempre estuvo allí para mí en todo momento apoyándome en mis estudios y gracias a su apoyo y constancia pude culminar la carrera.

A mi amado hijo Mathew Enrique que es mi todo y a mi esposa, por su apoyo incondicional los amo mucho.

A mi amigo y compañero de tesis Israel Di Lorenzo, que gracias a su confianza y apoyo incondicional que siempre me brindo logramos el objetivo que es el título de Ingeniería Eléctrica.

A los profesores que estuvieron vinculados de una forma o de otra, gracias por sus buenas y excelentes ideas que más que profesores siempre se portaron como amigos y nos apoyaron en todo el proceso.

(f) _____

Mario Enrique Burbano Hurtado

C.I. 1004091128

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	ii
CERTIFICACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xx
ÍNDICE DE ECUACIONES	xxiv
RESUMEN	xxv
ABSTRACT	xxvi
1. CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Problema.....	2
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Metodología de investigación científica.....	3
1.4.1. Metodología de investigación experimental.....	3
2. CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS	4
2.1. El transformador.....	4
2.1.1. Principio de funcionamiento.....	5
2.1.2. Relación de transformación.....	6
2.1.3. Transformador ideal en vacío.....	7
2.1.4. Transformador ideal con carga.....	9
2.1.5. Circuito equivalente de un transformador ideal con carga.....	10
2.1.6. Transformador monofásico real.....	11
2.1.7. Transformador real en vacío.....	12
2.1.8. Transformador real con carga.....	13
2.1.9. Circuito equivalente exacto o transferido.....	14

2.1.10.	Circuito del transformador real aproximado.....	14
2.1.11.	Circuito equivalente simplificado.....	15
2.2.	Conexiones trifasicas utilizando dos transformadores monofasicos	16
2.2.1.	Conexión Δ abierta (V – V)	17
2.2.2.	Conexión Y abierta – Δ abierta.....	22
2.2.3.	Conexión Scott – T	24
2.2.4.	Conexión Trifasica – T	26
2.3.	Tipos de carga que se utilizaran en las prácticas.	28
2.3.1.	Carga resistiva	28
2.3.2.	Carga inductiva	29
2.3.3.	Carga capacitiva.....	30
2.4.	Transformadores del banco de pruebas.....	31
2.4.1.	Pruebas realizadas en los transformadores del banco	32
2.4.1.1.	Prueba de polaridad.....	32
2.4.1.2.	Prueba de circuito abierto	33
2.4.1.3.	Prueba de cortocircuito	34
2.5.	Motores	36
2.5.1.	Motor dalhandler.....	36
2.6.	Variador de voltaje (variac)	37
2.7.	Elementos electromecánicos del banco de pruebas	37
2.7.1.	Analizador de red.....	37
2.7.2.	Selectores	38
2.7.2.1.	Selectores monofásicos.....	38
2.7.2.2.	Selector trifásico	39
2.7.3.	Disyuntores	39
3.	CAPÍTULO III DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS PARA TRANSFORMADORES	41
3.1.	Construcción de la estructura para el banco	41
3.2.	Elaboración de la lámina para montaje y conexiones de equipos del banco de pruebas	42
3.3.	Diagramas electricos del banco de pruebas para transformadores	45

3.4.	Instalación y montaje de elementos y equipos del banco de pruebas para transformadores.....	50
3.5.	Conexión y cableado interno de elementos y equipos del banco de pruebas	52
3.6. INVENTARIOS DE EQUIPOS QUE CONFORMAN EL BANCO DE PRUEBAS PARA TRANSFORMADORES		54
3.7.	Presupuesto de la construcción del banco de pruebas para transformadores.....	55
3.8.	banco de carga LC	56
3.8.1.	Construcción	56
3.8.2.	Cálculo y diseño de capacitores para el banco de carga LC	57
3.8.3.	Cálculo, diseño y construcción de la bobina del banco de carga LC.....	59
3.8.4.	Elementos que conforman el banco LC	61
3.8.5.	Montaje adaptación y conexión de los elementos del banco de carga LC..	62
4. CAPITULO IV MANUAL DE PRÁCTICAS		65
4.1.	Guía de prácticas pruebas en el banco	65
4.2.	Práctica No. 1: mantenimiento y seguridad del banco de pruebas para transformadores.....	69
4.2.1.	Datos informativos.....	69
4.2.2.	Datos de la práctica.....	69
4.2.3.	Normas de seguridad de los elementos.....	71
4.2.4.	Normas de seguridad con los elementos eléctricos.....	79
4.3.	Práctica No. 2: comprobación del funcionamiento de los elementos	82
4.3.1.	Datos informativos.....	82
4.3.2.	Datos de la práctica.....	82
4.4.	Práctica No. 3: conexión Δ abierta con carga resistiva.....	130
4.4.1.	Datos informativos.....	130
4.4.2.	Datos de la práctica.....	130
4.5.	Práctica No.4: conexión Δ abierta con carga inductiva.	147
4.5.1.	Datos informativos.....	147
4.5.2.	Datos de la práctica.....	147

4.6.	Práctica No.5: conexión Y abierta – Δ abierta con carga resistiva	164
4.6.1.	Datos informativos.....	164
4.6.2.	Datos de la práctica.....	164
4.7.	Practica No.6: conexión Y abierta – Δ abierta con carga inductiva.....	181
4.7.1.	Datos informativos.....	181
4.7.2.	Datos de la práctica.....	181
4.8.	Práctica No. 7: conexión Scott – T con carga resistiva.....	198
4.8.1.	Datos informativos.....	198
4.8.2.	Datos de la práctica.....	198
4.9.	Práctica No. 8: conexión Scott – T con carga inductiva.....	212
4.9.1.	Datos informativos.....	212
4.9.2.	Datos de la práctica.....	212
4.10.	Práctica No. 9: conexión Trifásica – T con carga resistiva.....	226
4.10.1.	Datos informativos.....	226
4.10.2.	Datos de la práctica.....	226
4.11.	Práctica No. 10: conexión Trifásica – T con carga inductiva.....	240
4.11.1.	Datos informativos.....	240
4.11.2.	Datos de la práctica.....	240
4.12.	Práctica No. 11: conexión Δ abierta con carga capacitiva.....	254
4.12.1.	Datos informativos.....	254
4.12.2.	Datos de la práctica.....	254
4.13.	Práctica No.12: conexión Y abierta – Δ abierta con carga capacitiva.	271
4.13.1.	Datos informativos.....	271
4.13.2.	Datos de la práctica.....	271
4.14.	Práctica No. 13: conexión trifásica – T con carga capacitiva.....	288
4.14.1.	Datos informativos.....	288
4.14.2.	Datos de la práctica.....	288
4.15.	Práctica No. 14: conexión Scott – T con carga capacitiva.....	302
4.15.1.	Datos informativos.....	302
4.15.2.	Datos de la práctica.....	302
4.16.	Práctica No. 15: conexión Δ abierta con carga RLC.	313
4.16.1.	Datos informativos.....	313
4.16.2.	Datos de la práctica.....	313

5. CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	332
5.1. conclusiones	332
5.2. recomendaciones.....	332
BIBLIOGRAFÍA.....	333
ANEXOS	335

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partes de un transformador	4
Figura 2 Principio de funcionamiento.....	6
Figura 3 Relación de transformación	6
Figura 4 Esquema de funcionamiento del transformador en vacío.....	7
Figura 5 Interpretación vectorial del flujo	8
Figura 6 Esquema de funcionamiento del transformador con carga.....	9
Figura 7 Circuito equivalente de un transformador ideal con carga	10
Figura 8 Esquema de funcionamiento de un transformador real sin carga.....	11
Figura 9 Efectos de histéresis y Foucault.....	11
Figura 10 Pérdidas por efecto Joule en el hierro.....	12
Figura 11 Circuito real del transformador en vacío	13
Figura 12 Flujos en un transformador con carga	13
Figura 13 Circuito del transformador real con carga	14
Figura 14 Circuito equivalente exacto o transferido del transformador	14
Figura 15 Circuito real aproximado del transformador.....	15
Figura 16 Circuito equivalente simplificado del transformador	15
Figura 17 Transformador removido y demostración de salida de potencia trifásica por medio de la conexión Δ abierta.	17
Figura 18 Diagrama fasorial de la conexión Δ abierta.....	18
Figura 19 Conexión $\Delta - \Delta$ con carga resistiva	19
Figura 20 Conexión Δ abierta con carga resistiva.....	19
Figura 21 Conexión Δ abierta con potencia de salida trifásica, y potencia de salida monofásica por medio de un tap central en el transformador T2....	21
Figura 22 Conexión Δ abierta - delta abierta	23
Figura 23 Diagrama fasorial de la conexión Y abierta- Δ abierta.....	23
Figura 24 Conexión Scott - T	25
Figura 25 Conexión Scott - T. a) Voltajes trifásicos de entrada. b) Voltajes en los devanados primarios. c) Voltajes bifásicos secundarios.	25
Figura 26 Conexión Trifásica - T	26
Figura 27 Conexión Trifásica - T. a) Voltajes de entrada trifásicos. b) Voltajes en los devanados primarios del transformador. c) Voltajes en los devanados secundarios. d) Voltajes trifásicos de salida en el secundario.	27

Figura 28 Circuito resistivo con fuente alterna y representación gráfica de voltaje, corriente y potencia.	28
Figura 29 Circuito con carga inductiva, gráfica de voltaje y corriente.....	29
Figura 30 Circuito con carga capacitiva, grafica de voltaje y corriente.....	30
Figura 31 Diseño en AutoCAD de los transformadores del banco de pruebas.....	31
Figura 32 Transformadores monofásicos tipo seco del banco de pruebas.....	32
Figura 33 Diagramas de los diferentes tipos de polaridad	33
Figura 34 Esquema para la prueba de circuito abierto.....	34
Figura 35 Esquema para la prueba de Cortocircuito.....	35
Figura 36 Motor dalhandler	36
Figura 37 Variac trifásico.....	37
Figura 38 Analizador de red Schneider Electric, modelo Power Logic PM 5100.....	38
Figura 39 Selector monofásico para encendido de analizador de red.....	39
Figura 40 Selector trifásico para la carga.....	39
Figura 41 Disyuntor 3 polos a 20 amperios de la barra de alimentadores	40
Figura 42 Diseño en AutoCAD para la elaboración de la estructura del banco de pruebas.....	42
Figura 43 Diseño en AutoCAD del banco de pruebas para transformadores	43
Figura 44 Perforaciones en la lámina del banco de prueba para transformadores.....	43
Figura 45 Entrega del banco de pruebas	44
Figura 46 Banco de pruebas para transformadores	44
Figura 47 Diagrama unifilar del circuito de alimentación para el funcionamiento del banco de pruebas para transformadores.....	45
Figura 48 Diagrama de conexiones del banco de transformadores.....	46
Figura 49 Diagrama esquemático del bloque de protecciones y simulador de falla en A / T.....	47
Figura 50 Diagrama esquemático de la barra de carga y de tierra del banco de pruebas.....	48
Figura 51 Diagrama esquemático del motor del banco.....	49
Figura 52 Colocación de borneras, luces pilotos, selectores, porta fusibles y breakers.....	50
Figura 53 Montaje de elementos de protección	50
Figura 54 Montaje de los tres transformadores y el motor	51
Figura 55 Montaje del variac y selectores.....	51

Figura 56 Conexión de los Jacks de la barra principal.....	52
Figura 57 Cableado y conexión de portafusibles	52
Figura 58 Conexión de cables de puesta a tierra e instalación de tomacorriente y cable de alimentación principal	53
Figura 59 Conexión, cableado, marquillado y acabado interno del banco	53
Figura 60 Banco de pruebas para transformadores	54
Figura 61 Banco de carga LC.....	56
Figura 62 Caja metálica de hierro	57
Figura 63 Inductancia Norma: Europea EN 60617.....	59
Figura 64 Solenoide para el diseño de la bobina.....	60
Figura 65 Capacitor de 40uF a 250VAC del banco de carga LC.....	61
Figura 66 Inductor del banco de carga LC, de 11uH a 250VAC.....	61
Figura 67 Luz piloto de 120-240VAC, 25mA del banco de carga LC	62
Figura 68 Perforación y montaje de las borneras de conexión tipo Jack`s bananas ..	62
Figura 69 Montaje y adaptación de los capacitores del banco de carga LC	63
Figura 70 Colocación de simbología de los elementos del banco de carga LC en vinil pegable	63
Figura 71 Conexión y cableado de los elementos del banco de carga LC.....	64
Figura 72 Banco de carga LC funcionando en conjunto con el banco de resistencias, el analizador de red Fluke 435 y el banco de pruebas para transformadores en la práctica de conexión delta abierta con carga RLC. 64	64
Figura 73 Banco de pruebas para transformadores	71
Figura 74 Tomacorriente sobrepuesto para alimentación trifásica	71
Figura 75 Alimentación trifásica del breaker principal del banco	72
Figura 76 Breaker principal del banco alimentando la fuente variable	72
Figura 77 Medidor de energía (Analizador de red 2).....	73
Figura 78 Parte posterior del analizador de red	73
Figura 79 Barra de alimentación trifásica	74
Figura 80 Elementos eléctricos de señalización.....	74
Figura 81 Motor Dalhander.....	75
Figura 82 Selector	75
Figura 83 Parte posterior del selector.....	76
Figura 84 Conexión a tierra.....	76
Figura 85 Transformadores de corriente	77

Figura 86 Parte posterior de los transformadores de corriente	77
Figura 87 Parte posterior-lateral del Variac	78
Figura 88 Vista Frontal del Variac	78
Figura 89 Diagrama unifilar de la conexión $\Delta - \Delta$ con carga resistiva.....	135
Figura 90 Diagrama unifilar de la conexión Δ abierta con carga resistiva	136
Figura 91 Diagrama de conexión y cableado $\Delta - \Delta$ con carga resistiva conectada en delta.....	137
Figura 92 Diagrama de conexión y cableado Δ abierta con carga resistiva conectada en delta.....	138
Figura 93 Diagrama de conexión y cableado $\Delta - \Delta$ con carga resistiva conectada en estrella.....	139
Figura 94 Diagrama de conexión Δ abierta y cableado con carga resistiva conectada en estrella.....	140
Figura 95 Diagrama unifilar de la conexión $\Delta - \Delta$ con carga inductiva	152
Figura 96 Diagrama unifilar de la conexión Δ abierta con carga.....	153
Figura 97 Diagrama de conexión y cableado $\Delta - \Delta$ con carga inductiva conectada en delta.....	154
Figura 98 Diagrama de conexión y cableado Δ abierta con carga inductiva conectada en delta.....	155
Figura 99 Diagrama de conexión y cableado $\Delta - \Delta$ con carga inductiva conectada en estrella.....	156
Figura 100 Diagrama de conexión y cableado Δ abierta con carga inductiva conectada en estrella.....	157
Figura 101 Diagrama unifilar de la conexión Y – Δ con carga resistiva	169
Figura 102 Diagrama unifilar de la conexión Y abierta – Δ abierta con carga resistiva.....	170
Figura 103 Diagrama de conexión y cableado Y – Δ con carga resistiva conectada en delta	171
Figura 104 Diagrama de conexión y cableado Y abierta – Δ abierta con carga resistiva conectada en delta	172
Figura 105 Diagrama de conexión y cableado Y – Δ con carga resistiva conectada en estrella.....	173
Figura 106 Diagrama de conexión y cableado Y abierta – Δ abierta con carga resistiva conectada en estrella	174

Figura 107 Diagrama unifilar de la conexión Y – Δ con carga inductiva.....	186
Figura 108 Diagrama unifilar de la conexión Y abierta – Δ abierta con carga inductiva.....	187
Figura 109 Diagrama de conexión y cableado Y – Δ con carga inductiva conectada en delta	188
Figura 110 Diagrama de conexión y cableado Y abierta – Δ abierta con carga inductiva conectada en delta	189
Figura 111 Diagrama de conexión y cableado Y – Δ con carga inductiva conectada en estrella.....	190
Figura 112 Diagrama de conexión y cableado Y abierta – Δ abierta con carga inductiva conectada en estrella.....	191
Figura 113 Diagrama unifilar de la conexión Scott – T con carga resistiva.....	203
Figura 114 Diagrama de conexión y cableado Scott – T con cargas resistivas conectadas en Vs1	204
Figura 115 Diagrama de conexión y cableado Scott – T con cargas resistivas conectadas en. Vs2	205
Figura 116 Diagrama unifilar de la conexión Scott – T con carga inductiva	217
Figura 117 Diagrama de conexión y cableado Scott – T con carga inductiva (motor del banco) conectada en delta, utilizando un capacitor del banco de capacitores.....	218
Figura 118 Diagrama de conexión y cableado Scott – T con carga inductiva (motor del banco) conectada en estrella, utilizando un capacitor del banco de capacitores.....	219
Figura 119 Diagrama unifilar de la conexión Trifásica – T con carga resistiva.....	231
Figura 120 Diagrama de conexión y cableado Trifásica – T con tres cargas resistivas conectadas en delta y tres cargas resistivas conectadas una en Vrn, Vsn, Vtn	232
Figura 121 Diagrama de conexión y cableado Trifásica – T con tres cargas resistivas conectadas en estrella y tres cargas resistivas conectadas una en Vrn, Vsn, Vtn.....	233
Figura 122 Diagrama unifilar de la conexión Trifásica –T con carga inductiva	245
Figura 123 Diagrama de conexión y cableado Trifásica – T con tres cargas inductivas conectadas en delta	246

Figura 124 Diagrama de conexión y cableado Trifásica – T con tres cargas inductivas conectadas en estrella.....	247
Figura 125 Diagrama unifilar de la conexión $\Delta - \Delta$ con carga capacitiva.....	259
Figura 126 Diagrama unifilar de la conexión Δ abierta con carga capacitiva	260
Figura 127 Diagrama de conexión y cableado $\Delta - \Delta$ con carga capacitiva conectada en delta	261
Figura 128 Diagrama de conexión y cableado Δ abierta con carga capacitiva conectada en delta	262
Figura 129 Diagrama de conexión y cableado $\Delta - \Delta$ con carga capacitiva conectada en estrella.....	263
Figura 130 Diagrama de conexión y cableado Δ abierta con carga capacitiva conectada en estrella.....	264
Figura 131 Diagrama unifilar de la conexión Y – Δ con carga capacitiva	276
Figura 132 Diagrama Unifilar de la conexión Y abierta – Δ abierta con carga.....	277
Figura 133 Diagrama de conexión y cableado Y – Δ con carga capacitiva conectada en delta	278
Figura 134 Diagrama de conexión y cableado Y abierta – Δ abierta con carga capacitiva conectada en delta	279
Figura 135 Diagrama de conexión y cableado Y – Δ con carga capacitiva conectada en estrella.....	280
Figura 136 Diagrama de conexión y cableado Y abierta – Δ abierta con carga capacitiva conectada en estrella	281
Figura 137 Diagrama unifilar de la conexión Trifásica –T con carga capacitiva	293
Figura 138 Diagrama de conexión y cableado Trifásica – T con tres cargas capacitivas conectadas en delta y tres cargas capacitivas conectadas una en V_{rn} , V_{sn} , V_{tn}	294
Figura 139 Diagrama de conexión y cableado Trifásica – T con tres cargas capacitivas conectadas en estrella y tres cargas capacitivas conectadas una en V_{rn} , V_{sn} , V_{tn}	295
Figura 140 Diagrama Unifilar de la conexión Scott – T con carga capacitiva	306
Figura 141 Diagrama de cableado de conexión Scott – T con cargas capacitivas una conectada en V_{s1}	307
Figura 142 Diagrama de cableado de conexión Scott – T con cargas capacitivas una conectada en V_{s2}	308

Figura 143 Diagrama unifilar de la conexión $\Delta - \Delta$ con carga RLC	318
Figura 144 Diagrama unifilar de la conexión Δ abierta con carga RLC	319
Figura 145 Diagrama de conexión y cableado $\Delta - \Delta$ con carga RLC.....	320
Figura 146 Diagrama de conexión y cableada Δ abierta con carga RLC.....	321
Figura 147 Grafica de voltaje y corriente con carga RLC conectada en estrella, VRS, IR	328
Figura 148 Grafica de voltaje y corriente con carga RLC conectada en estrella, VST, IS	328
Figura 149 Grafica de voltaje y corriente con carga RLC conectada en estrella, VTR, IT	328
Figura 150 Grafica de voltaje y corriente con carga RLC conectada en delta, VRS, IR	329
Figura 151 Grafica de voltaje y corriente con carga RLC conectada en delta, VST, IS	329
Figura 152 Grafica de voltaje y corriente con carga RLC conectada en delta, VTR, IT	329
Figura 153 Diagrama fasorial de voltaje con carga RLC conectada en estrella, VRS, VST, VTR	330
Figura 154 Diagrama fasorial de corriente con carga RLC conectada en estrella, IR, IS, IT.....	330
Figura 155 Diagrama fasorial de voltaje con carga RLC conectada en delta, VRS, VST, VTR	331
Figura 156 Diagrama fasorial de corriente con carga RLC conectada en delta, IR, IS, IT.....	331
Figura 157 Anexo – Hoja del analizador de red PM5110 Schneider.....	335
Figura 158 Anexo – Hoja de especificaciones técnicas del analizador de red.....	336
Figura 159 Anexo – Hoja de especificaciones del transformador de corriente	337
Figura 160 Anexo – Hoja de especificaciones de la Luz piloto.....	338
Figura 161 Anexo – Hoja de especificaciones del breaker 3 polos	339
Figura 162 Anexo – Hoja de especificaciones de la base para fusible	340
Figura 163 Anexo – Hoja de especificaciones del interruptor de Leva.....	341
Figura 164 Anexo – Hoja de especificaciones de los Fusibles	342
Figura 165 Anexo – Hoja de especificaciones de los símbolos eléctricos.....	344

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Toma de Valores – Variac	86
Tabla 2 Toma de Valores – Fuente fija.....	87
Tabla 3 Toma de Valores – Analizador de red 1	89
Tabla 4 Toma de Valores – Analizador de red 2	91
Tabla 5 Toma de Valores – Borneras y conectores.....	92
Tabla 6 Toma de Valores – Cables de prueba.....	93
Tabla 7 Toma de Valores – Estructura mecánica.....	94
Tabla 8 Toma de Valores – Fusible 2A	95
Tabla 9 Toma de Valores – Fusible 4A	96
Tabla 10 Toma de Valores – Clavija 1.....	97
Tabla 11 Toma de Valores – Clavija 2.....	98
Tabla 12 Toma de Valores – Luz piloto fuente fija	99
Tabla 13 Toma de Valores – Luz piloto fuente variable fase R.....	100
Tabla 14 Toma de Valores – Luz piloto fuente variable fase S	101
Tabla 15 Toma de Valores – Luz piloto fuente variable fase T.....	102
Tabla 16 Toma de Valores – Luz piloto analizador de red 1	102
Tabla 17 Toma de Valores – Luz piloto analizador de red 2	104
Tabla 18 Toma de Valores – Transformador de corriente	105
Tabla 19 Toma de Valores – Breaker 20A.....	106
Tabla 20 Toma de Valores – Selector simulador de falla en B.T fase R.....	107
Tabla 21 Toma de Valores – Selector simulador de fallas en B.T fase S	108
Tabla 22 Toma de Valores – Selector simulador de falla en B.T fase T	109
Tabla 23 Toma de Valores – Selector del analizador de red 1.....	110
Tabla 24 Toma de Valores – Selector del analizador de red 2.....	111
Tabla 25 Toma de Valores – Selector simulador de falla en A.T fase R.....	112
Tabla 26 Toma de Valores – Selector simulador de falla en A.T fase S	113
Tabla 27 Toma de Valores – Selector simulador de falla en A.T fase T.....	114
Tabla 28 Toma de Valores – Selector simulador de falla en A.T Neutro.....	115
Tabla 29 Toma de Valores – Motor dalhandler	117
Tabla 30 Toma de Valores – Transformador monofásico T1	118
Tabla 31 Toma de Valores – Transformador monofásico T2	119
Tabla 32 Toma de Valores – Transformador monofásico T3	120

Tabla 33 Toma de Valores – Transformador monofásico T1	121
Tabla 34 Toma de Valores – Transformador monofásico T2	122
Tabla 35 Toma de Valores – Transformador monofásico T3	123
Tabla 36 Toma de Valores – Transformador monofásico T1	124
Tabla 37 Toma de Valores – Transformador monofásico T2	125
Tabla 38 Toma de Valores – Transformador monofásico T3	126
Tabla 39 Toma de Valores – Transformador monofásico T1	127
Tabla 40 Toma de Valores – Transformador monofásico T2	128
Tabla 41 Toma de Valores – Transformador monofásico T3	129
Tabla 42 Registro de Prueba No.1 Práctica 3	141
Tabla 43 Registro de Prueba No.2 Práctica 3	142
Tabla 44 Registro de Prueba No.3 Práctica 3	143
Tabla 45 Registro de Prueba No.4 Práctica 3	144
Tabla 46 Registro de Prueba No.5 Práctica 3	145
Tabla 47 Registro de Prueba No.6 Práctica 3	146
Tabla 48 Registro de Prueba No.1 Práctica 4	158
Tabla 49 Registro de Prueba No.2 Práctica 4	159
Tabla 50 Registro de Prueba No.3 Práctica 4	160
Tabla 51 Registro de Prueba No.4 Práctica 4	161
Tabla 52 Registro de Prueba No.5 Práctica 4	162
Tabla 53 Registro de Prueba No.6 Práctica 4	163
Tabla 54 Registro de Prueba No.1 Práctica 5	175
Tabla 55 Registro de Prueba No.2 Práctica 5	176
Tabla 56 Registro de Prueba No.3 Práctica 5	177
Tabla 57 Registro de Prueba No.4 Práctica 5	178
Tabla 58 Registro de Prueba No.5 Práctica 5	179
Tabla 59 Registro de Prueba No.6 Práctica 5	180
Tabla 60 Registro de Prueba No.1 Práctica 6	192
Tabla 61 Registro de Prueba No.2 Práctica 6	193
Tabla 62 Registro de Prueba No.3 Práctica 6	194
Tabla 63 Registro de Prueba No.4 Práctica 6	195
Tabla 64 Registro de Prueba No.5 Práctica 6	196
Tabla 65 Registro de Prueba No.6 Práctica 6	197
Tabla 66 Registro de Prueba No.1 Práctica 7	206

Tabla 67 Registro de Prueba No.2 Práctica 7	207
Tabla 68 Registro de Prueba No.3 Práctica 7	208
Tabla 69 Registro de Prueba No.4 Práctica 7	209
Tabla 70 Registro de Prueba No.5 Práctica 7	210
Tabla 71 Registro de Prueba No.6 Práctica 7	211
Tabla 72 Registro de Prueba No.1 Práctica 8	220
Tabla 73 Registro de Prueba No.2 Práctica 8	221
Tabla 74 Registro de Prueba No.3 Práctica 8	222
Tabla 75 Registro de Prueba No.4 Práctica 8	223
Tabla 76 Registro de Prueba No.5 Práctica 8	224
Tabla 77 Registro de Prueba No.6 Práctica 8	225
Tabla 78 Registro de Prueba No.1 Práctica 9	234
Tabla 79 Registro de Prueba No.2 Práctica 9	235
Tabla 80 Registro de Prueba No.3 Práctica 9	236
Tabla 81 Registro de Prueba No.4 Práctica 9	237
Tabla 82 Registro de Prueba No.5 Práctica 9	238
Tabla 83 Registro de Prueba No.6 Práctica 9	239
Tabla 84 Registro de Prueba No.1 Práctica 10	248
Tabla 85 Registro de Prueba No.2 Práctica 10	249
Tabla 86 Registro de Prueba No.3 Práctica 10	250
Tabla 87 Registro de Prueba No.4 Práctica 10	251
Tabla 88 Registro de Prueba No.5 Práctica 10	252
Tabla 89 Registro de Prueba No.6 Práctica 10	253
Tabla 90 Registro de Prueba No.1 Práctica 11	265
Tabla 91 Registro de Prueba No.2 Práctica 11	266
Tabla 92 Registro de Prueba No.3 Práctica 11	267
Tabla 93 Registro de Prueba No.4 Práctica 11	268
Tabla 94 Registro de Prueba No.5 Práctica 11	269
Tabla 95 Registro de Prueba No.6 Práctica 11	270
Tabla 96 Registro de Prueba No.1 Práctica 12	282
Tabla 97 Registro de Prueba No.2 Práctica 12	283
Tabla 98 Registro de Prueba No.3 Práctica 12	284
Tabla 99 Registro de Prueba No.4 Práctica 12	285
Tabla 100 Registro de Prueba No.5 Práctica 12	286

Tabla 101 Registro de Prueba No.6 Práctica 12	287
Tabla 102 Registro de Prueba No.1 Práctica 13	296
Tabla 103 Registro de Prueba No.2 Práctica 13	297
Tabla 104 Registro de Prueba No.3 Práctica 13	298
Tabla 105 Registro de Prueba No.4 Práctica 13	299
Tabla 106 Registro de Prueba No.5 Práctica 13	300
Tabla 107 Registro de Prueba No.6 Práctica 13	301
Tabla 108 Registro de Prueba No.1 Práctica 14	309
Tabla 109 Registro de Prueba No.2 Práctica 14	310
Tabla 110 Registro de Prueba No.3 Práctica 14	311
Tabla 111 Registro de Prueba No.4 Práctica 14	312
Tabla 112 Registro de Prueba No.1 Práctica 15	322
Tabla 113 Registro de Prueba No.2 Práctica 15	323
Tabla 114 Registro de Prueba No.3 Práctica 15	324
Tabla 115 Registro de Prueba No.4 Práctica 15	325
Tabla 116 Registro de Prueba No.5 Práctica 15	326
Tabla 117 Registro de Prueba No.6 Práctica 15	327

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Fem 1	5
Ecuación 2 Fem 2	5
Ecuación 3 Relación de transformación.....	7
Ecuación 4 Fuerza electromotriz 1.....	8
Ecuación 5 Compensación de fem en transformador ideal.....	8
Ecuación 6 Fuerza electromotriz 2.....	8
Ecuación 7 Igualdad de tensión 2 y fem 2	8
Ecuación 8 Compensación de fem en transformador ideal con carga	10
Ecuación 9 Igualdad de tensión 2 y fem 2 con carga.....	10
Ecuación 10 Potencia aparente.....	10
Ecuación 11 Igualdad de tensión 2 y fem 2	15
Ecuación 12 Aplicando ley de voltaje.....	17
Ecuación 13 Potencia máxima de un transformador.....	19
Ecuación 14 Potencia máxima del banco completo.....	19
Ecuación 15 Potencia total del banco completo.....	20
Ecuación 16 Potencia máxima del transformador 1.....	20
Ecuación 17 Potencia máxima del transformador 2.....	20
Ecuación 18 Potencia total del banco delta abierto.....	21
Ecuación 19 Potencia disponible del banco delta abierto	21
Ecuación 20 Voltaje VRS	24
Ecuación 21 Voltaje VST.....	24
Ecuación 22 Voltaje VTR.....	24
Ecuación 23 Voltaje de salida Vrs	27
Ecuación 24 Voltaje de salida Vst	27
Ecuación 25 Voltaje de salida Vtr.....	27
Ecuación 26 Ley de Ohm.....	28
Ecuación 27 Potencia en una resistencia.....	29
Ecuación 28 Parámetros del cobre	36
Ecuación 29 Capacidad del condensador.....	58
Ecuación 30 Inductividad de la bobina	59

RESUMEN

Tema: ANÁLISIS PARA SISTEMAS TRIFÁSICOS DE TRANSFORMADORES CONEXIONES ABIERTAS Y ESPECIALES.

Autores: Israel Doménico Di Lorenzo L., Mario Enrique Burbano H.

Director de Tesis: Ing. David Cárdenas.

Palabras Claves: Conexiones abiertas, conexiones especiales, transformadores monofásicos, banco de transformadores, prácticas de laboratorio.

Este proyecto propone el diseño y construcción de un banco de pruebas el cual está compuesto de un banco de tres transformadores monofásicos con bloques de simulaciones de fallas y sus respectivas protecciones, el mismo que nos permite realizar los respectivos análisis de las conexiones abiertas (trifásicas) o especiales (trifásicas y/o bifásicas). Adicionalmente, se elaboró un manual de usuario que contiene quince prácticas didácticas, incluidos los protocolos de seguridad y mantenimiento.

ABSTRACT

Theme: TRIPHASES SYSTEMS ANALYSIS FOR TRANSFORMERS OPEN AND SPECIAL CONNECTIONS.

Authors: Israel Di Lorenzo León., Mario Enrique Burbano H.

Thesis Director: Ing. David Cárdenas.

Keywords: Open connections, special connections, single-phase transformers, transformer bank, testing bench, protocols and laboratory practices.

This project involves the design and construction of a didactic testing bench, which is composed of three single-phase transformers with failure simulation blocks and their own protections. This bench is viable to analyse the open connections like the three-phase connections or the special connections (three-phase and /or biphasic). Moreover, a user manual has been written, which includes fifteen instructional practices, safety and maintenance protocols.

INTRODUCCIÓN

Generalmente en los diferentes sectores industriales, existen equipos y maquinarias que funcionan con voltajes trifásicos y al momento de tener una falla en una de sus fases o en uno de sus transformadores del banco de alimentación del sistema eléctrico, se puede recurrir a las conexiones abiertas y especiales para mantener la continuidad del servicio eléctrico, sea este provisional o por mantenimiento. Y en otros casos se realizan este tipo de conexiones por factores económicos, o porque en ciertas áreas rurales y/o urbanas no llegan las tres líneas de alimentación trifásica. Es por tal razón que se realizaran estas conexiones en el banco de pruebas para transformadores, para simular estas fallas y poder realizar los análisis correspondientes que se dan en estos casos reales antes mencionados.

1. CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PROBLEMA

La cantidad de módulos didácticos del laboratorio de transformadores no son suficientes para cubrir la demanda estudiantil de la carrera de Ingeniería Eléctrica, y conociendo que la misión de la Universidad Politécnica Salesiana es formar profesionales prácticos con conciencia social y con excelente calidad ética y moral, se vio la necesidad de proponer la implementación de un módulo didáctico en donde se puedan realizar y ejecutar las prácticas de conexiones abiertas y especiales en bancos de transformadores monofásicos, para que los estudiantes tengan una mejor visión al momento de solucionar problemas en el campo laboral.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, en su pensum académico se estudia la materia de Máquinas Eléctricas, y lo óptimo para el aprendizaje sería reforzar la teoría dictada en clases con la práctica realizada en los laboratorios. Es aquí donde encaja y amerita el diseño e implementación de esta gran herramienta de aprendizaje que es el banco de pruebas para transformadores, donde se podrán realizar los análisis y las prácticas físicamente con aplicaciones típicas del campo laboral profesional. Por ende se justifica que sería de gran beneficio para la preparación y entrenamiento de los estudiantes de Ingeniería, al momento de trabajar en el sector industrial.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un módulo didáctico para el análisis de conexiones abiertas y especiales en un banco de transformadores, para el aprendizaje de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Construir un módulo didáctico utilizando tecnología en base a tableros de pruebas con terminales para conexiones seguras y fáciles de conectar y desconectar.
- Realizar el estudio y análisis de sistemas trifásicos con las conexiones abiertas y especiales.
- Realizar quince prácticas de laboratorio, para observar, verificar y comparar los datos teóricos con los prácticos.
- Realizar análisis de las prácticas y enfocarla a aplicaciones reales para adquirir nuevos conocimientos y habilidades que se presentarían en las industrias.

1.4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

La investigación Científica se la realiza conjugando la teoría con la práctica para llegar a tener como finalidad el incremento del conocimiento. (Bardales, 2012)

1.4.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

La investigación experimental consiste en aplicar la manipulación de variables experimentales, las mismas que aumentaran o disminuirán de acuerdo a las observaciones realizadas durante la experimentación. (Rodríguez, 2012)

2. CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1.EL TRANSFORMADOR

En este capítulo se muestran conceptos, ilustraciones, demostraciones, formulas, y ecuaciones matemáticas importantes para tener una mejor comprensión acerca del transformador tales como sus partes, principio de funcionamiento, transformador ideal en vacío, transformador ideal con carga, magnitudes referidas al primario, circuito equivalente de un transformador con carga, transformador monofásico con carga, transformador real en vacío, transformador real en carga, circuito equivalente exacto, circuito del transformador real aproximado, circuito equivalente simplificado, impedancia equivalente del transformador real etc. (Chapman, 2000)

A continuación comenzaremos dando una definición e indicando sus partes principales.

Los transformadores son máquinas estáticas que permiten reducir o elevar tensiones y corrientes alternas, debido a que su funcionamiento está basado en fenómenos de inducción electromagnética.

Las partes principales que lo componen son un núcleo de chapas ferromagnéticas y dos devanados que lo rodean, denominados devanado primario y devanado secundario como se muestra en la figura 1.

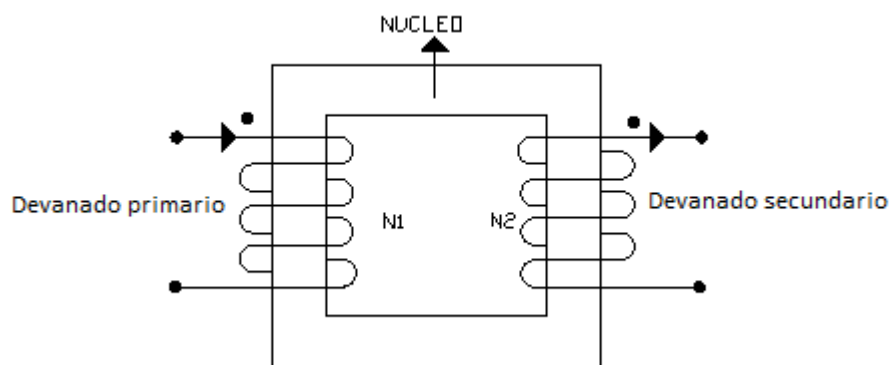


Figura 1 Partes de un transformador

Fuente: Los Autores

Con esto se puede decir que un transformador es una máquina eléctrica estática de inducción electromagnética destinada a transformar un sistema de corrientes variables en otro o varios sistemas de corrientes, cuyos respectivos voltajes e intensidades son generalmente diferentes, pero como factor común la misma frecuencia.

2.1.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Una de las mejores maneras de comprender el funcionamiento del transformador es considerando el del tipo más sencillo que está constituido por dos arrollamientos de devanados sobre un núcleo de hierro. (Kosow, 1993)

Al conectar una fuente de C.A al devanado primario, se establece un flujo alterno en el circuito magnético y que este a su vez inducirá una tensión en el devanado secundario.

Por lo tanto si a una bobina de N_1 espiras se le aplica una tensión variable en el tiempo $V_1(t)$, circulará por ella una corriente $i(t)$ que producirá una fuerza magnetomotriz $F_{mm}(t)$ también variable en el tiempo que establecerá un flujo magnético variable en el tiempo. Por la “Ley de Faraday-Lenz” aparece una fem que se opone a la causa que la produce, es decir se opone al flujo:

$$e_1 = -N_1 \cdot \frac{d\phi(t)}{dt}$$

Ecuación 1 Fem 1

Fuente: Kosow, I. (1991). *Maquinas Electrica y Transformadores*. Mexico: Prentice-Hall.

Si se coloca una segunda bobina de N_2 espiras que concatene con el mismo flujo establecido por la fmm de la primera bobina, el flujo inducirá en la segunda una fem:

$$e_2 = -N_2 \cdot \frac{d\phi(t)}{dt}$$

Ecuación 2 Fem 2

Fuente: Kosow, I. (1991). *Maquinas Electrica y Transformadores*. Mexico: Prentice-Hall.

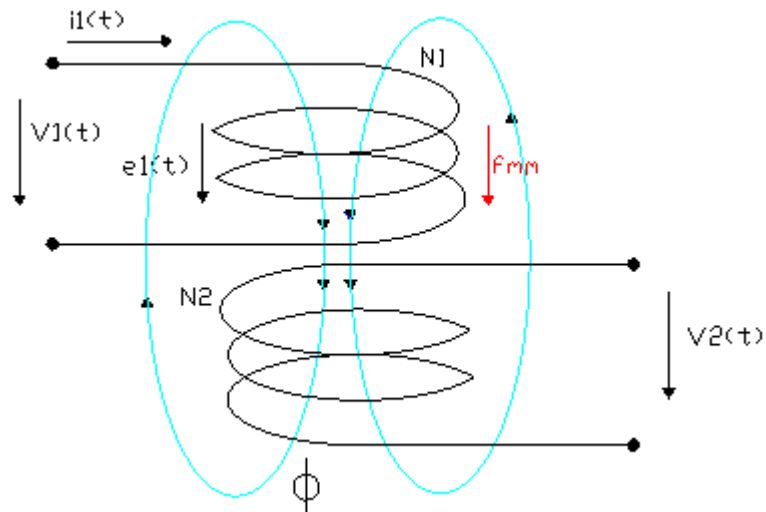


Figura 2 Principio de funcionamiento

Fuente: Los Autores

2.1.2.RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

La relación de transformación dependerá de tres parámetros importantes como son:

- Número de espiras de los devanados.
- Voltaje aplicado en el devanado primario.
- Permeabilidad magnética del núcleo.

Por medio de la figura 3 se puede establecer la ecuación de relación de transformación.

(Wildi, 2007)

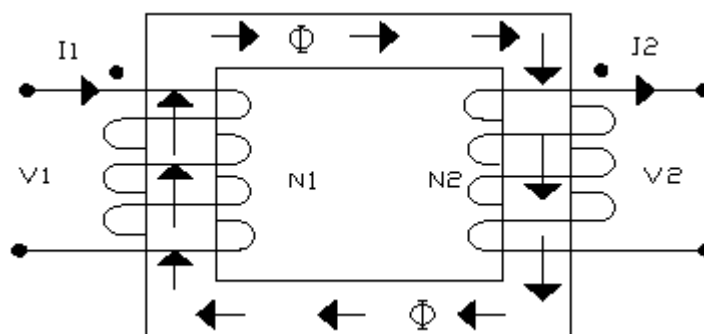


Figura 3 Relación de transformación

Fuente: Los Autores

Dónde:

V1: Tensión de C.A aplicada en el lado primario del transformador.

N1: El número de espiras del devanado primario del transformador.

I1: Corriente del lado primario del transformador.

V2: Tensión de C.A de salida en el secundario del transformador.

N2: El número de espiras del devanado secundario del transformador.

I2: Corriente del lado secundario del transformador.

La relación de transformación “a” queda establecida por:

$$a = \frac{N1}{N2} = \frac{V1}{V2} = \frac{I2}{I1}$$

Ecuación 3 Relación de transformación

Fuente: Wildi, T. (2007). *Maquina Electrica y Sistema de Potencia*. Monterrey (mexico): Pearson Educación

2.1.3. TRANSFORMADOR IDEAL EN VACÍO

EL transformador ideal es aquel que no tiene pérdidas eléctricas ni magnéticas.

Para el funcionamiento en vacío se conecta el primario a la red y al secundario no se le conecta carga alguna como se muestra en la figura 4. (Morales & García, 2013)

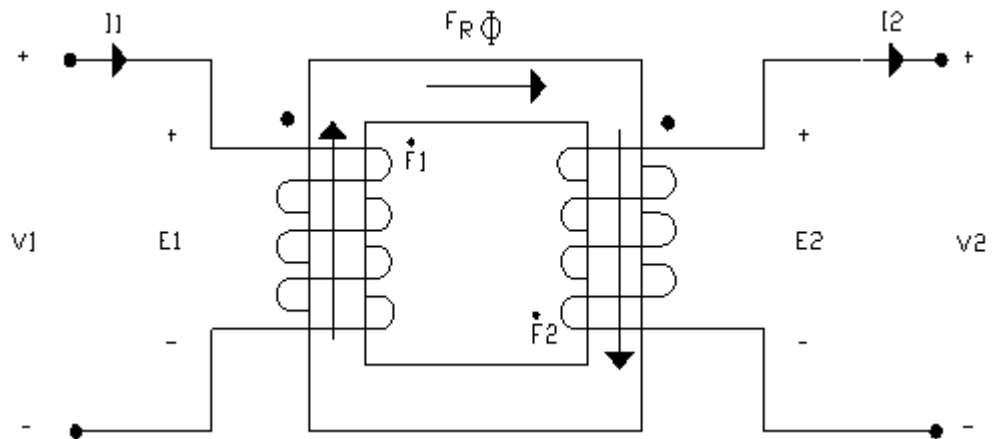


Figura 4 Esquema de funcionamiento del transformador en vacío

Fuente: Los Autores

Un flujo senoidal variable inducirá en el bobinado una fem (fuerza electromotriz) opuesta al propio flujo, que poseerá por valor:

$$e_1(t) = -N_1 \frac{\partial \Phi(t)}{\partial t}$$

Ecuación 4 Fuerza electromotriz 1

Fuente: Morales, G., & García, J. (2013). *Sistemas y Circuitos Electricos*. España: Paraninfo S.A.

Esta fem será compensada por la tensión primaria:

$$V_1 + e_1 = 0$$

Ecuación 5 Compensación de fem en transformador ideal

Fuente: Morales, G., & García, J. (2013). *Sistemas y Circuitos Electricos*. España: Paraninfo S.A.

Por el otro lado al haber una segunda bobina conectada al mismo núcleo del transformador, el flujo variable producido por el primario, induce otra fem en el segundo:

$$e_2(t) = -N_2 \frac{\partial \Phi(t)}{\partial t}$$

Ecuación 6 Fuerza electromotriz 2

Fuente: Morales, G., & García, J. (2013). *Sistemas y Circuitos Electricos*. España: Paraninfo S.A.

Como no existen perdidas, por ser un caso ideal:

$$V_2 = e_2$$

Ecuación 7 Igualdad de tensión 2 y fem 2

Fuente: Morales, G., & García, J. (2013). *Sistemas y Circuitos Electricos*. España: Paraninfo S.A.

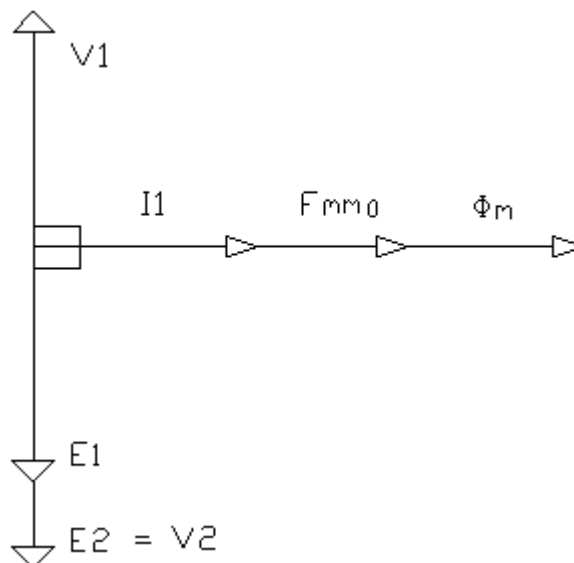


Figura 5 Interpretación vectorial del flujo

Fuente: Los Autores

V_1 = voltaje en el primario

I_1 = corriente en el primario

V_2 = voltaje en el secundario

I_2 = corriente en el secundario

E_1 = fuerza electromotriz (fem 1)

E_2 = fuerza electromotriz (fem 2)

ϕ_m = flujo de magnetización

F_{mm0} = fuerza magnetomotriz

2.1.4. TRANSFORMADOR IDEAL CON CARGA

Se conectara el primario a la red y al conectar el secundario una corriente circulara por este, una intensidad I_2 como se observa en la figura 6. Esta intensidad creara una fuerza magnetomotriz ($N_2.I_2$) que tiende a modificar el flujo común ϕ . En realidad esto no ocurrirá puesto que en el primario aparecerá otra fuerza magnetomotriz ($N_1.I_1$) igual a la del secundario, pero de sentido contrario, equilibrando su efecto. Por tanto, el flujo común se mantendrá constante. (Morales & García, 2013)

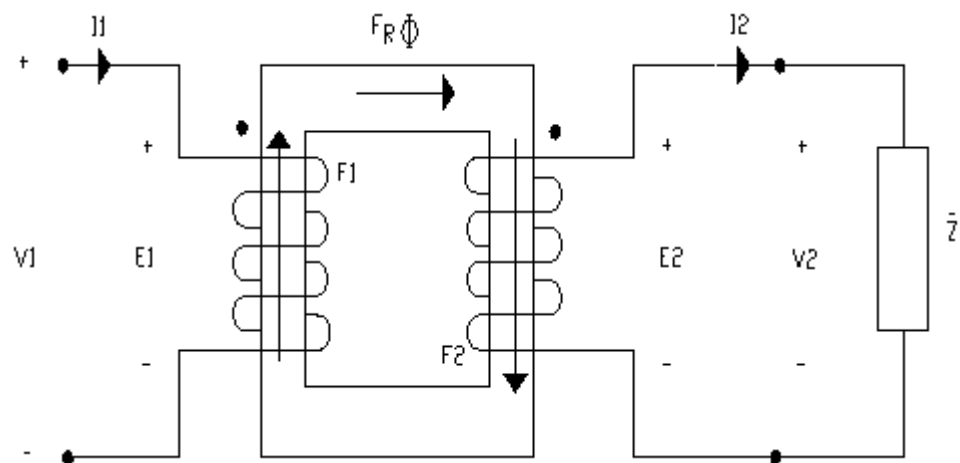


Figura 6 Esquema de funcionamiento del transformador con carga

Fuente: Los Autores

Las ecuaciones para el caso del funcionamiento con carga son:

$$V_1 + e_1 = 0$$

Ecuación 8 Compensación de fem en transformador ideal con carga

Fuente: Morales, G., & García, J. (2013). *Sistemas y Circuitos Electricos*. España: Paraninfo S.A.

$$V_2 = e_2$$

Ecuación 9 Igualdad de tensión 2 y fem 2 con carga

Fuente: Morales, G., & García, J. (2013). *Sistemas y Circuitos Electricos*. España: Paraninfo S.A.

En los transformadores, la potencia aparente en ambas partes del mismo son iguales:

$$E_1 \cdot I_1 = E_2 \cdot I_2$$

Ecuación 10 Potencia aparente

Fuente: Morales, G., & García, J. (2013). *Sistemas y Circuitos Electricos*. España: Paraninfo S.A.

2.1.5. CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN TRANSFORMADOR IDEAL CON CARGA

El circuito equivalente ideal es aquel que no tiene pérdidas ni flujo de dispersión y un núcleo de permeabilidad ferromagnética infinita, no requiere de corriente de magnetización, y nos permite representar para las imperfecciones del transformador actual por medio de un circuito adicional o impedancias insertadas entre la fuente y el devanado primario y entre el secundario y la carga. Así, en la figura 7.

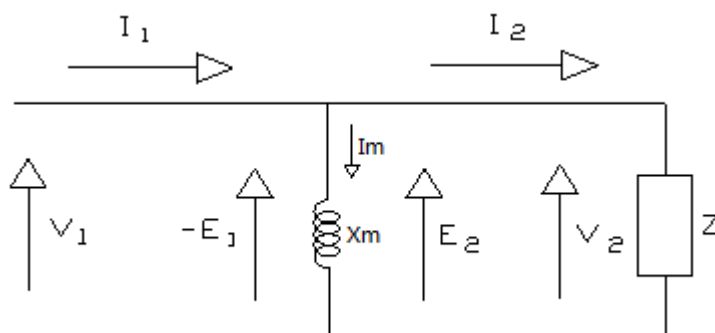


Figura 7 Circuito equivalente de un transformador ideal con carga

Fuente: Los Autores

2.1.6. TRANSFORMADOR MONOFÁSICO REAL

Las características de un transformador real se aproximan a las de un transformador ideal pero solo hasta cierto punto.

Mediante la figura 8 se puede comprender que el transformador al estar conectado su devanado primario a una fuente de potencia alterna, y el devanado secundario al estar abierto. La operación del transformador puede derivarse de la ley de Faraday y también se puede observar la curva de histéresis como se muestra en la figura 9. (Chapman, 2000)

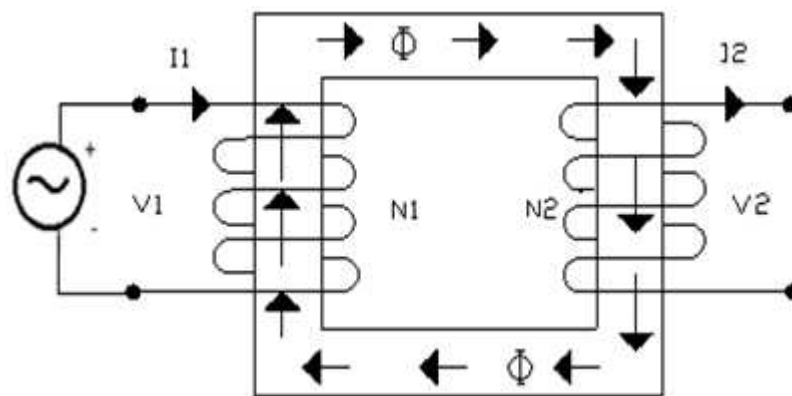


Figura 8 Esquema de funcionamiento de un transformador real sin carga

Fuente: Los Autores

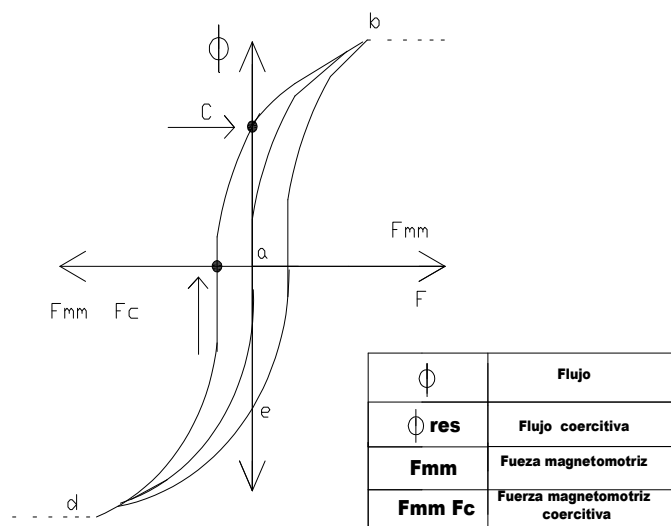


Figura 9 Efectos de histéresis y Foucault

Fuente: Los Autores

El efecto Foucault o de corriente parásitas se debe justamente a la ley de Lenz dentro de un conductor. Se genera una especie de torbellino dentro del propio conductor como se muestra en la figura 10, los electrones generan una corriente que intenta oponerse al cambio de flujo. Esto produce pérdidas por efecto Joule dentro del hierro, se calienta. Para evitarlo se utiliza materiales como ferrita o se utilizan capas de acero delgadas, aisladas y apiladas.

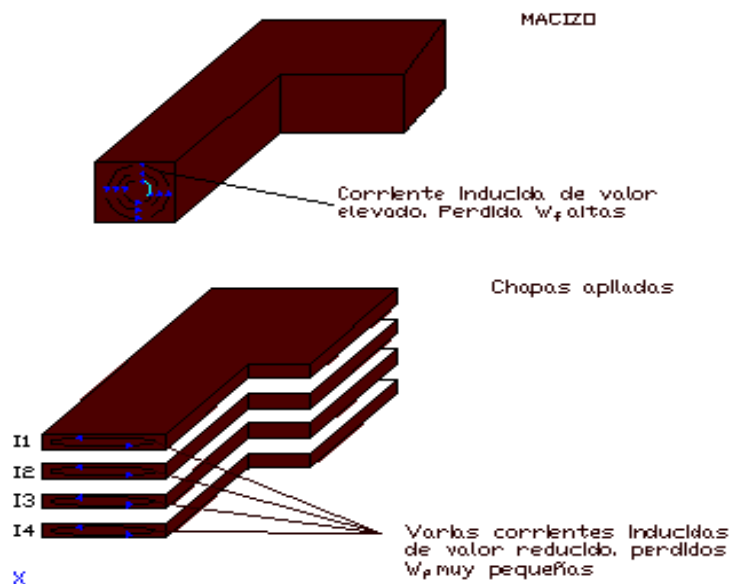


Figura 10 Pérdidas por efecto Joule en el hierro

Fuente: Los Autores

2.1.7. TRANSFORMADOR REAL EN VACÍO

El transformador funciona en vacío como se muestra en la figura 11 si no hay carga conectada en el arrollamiento de salida. En el transformador sin carga, el arrollamiento de entrada actúa como una inductancia. Por el momento por el arrollamiento de salida no pasa corriente y no está cargando ninguna resistencia.

Al aplicar una tensión alterna senoidal de entrada, se forma una corriente de magnetización retrasada 90° con respecto a la corriente de magnetizado.

La corriente consumida por el transformador real sin carga (corriente de vacío I_0) presenta frente a la tensión un desfase algo menor que la corriente de magnetización I_m , ya que el cambio de magnetización del hierro genera calor debido a la corriente de pérdida I_p representando a la carga de una resistencia efectiva. En vacío el factor de potencia es aproximadamente 0.2. (Bastian, et al., 2001)

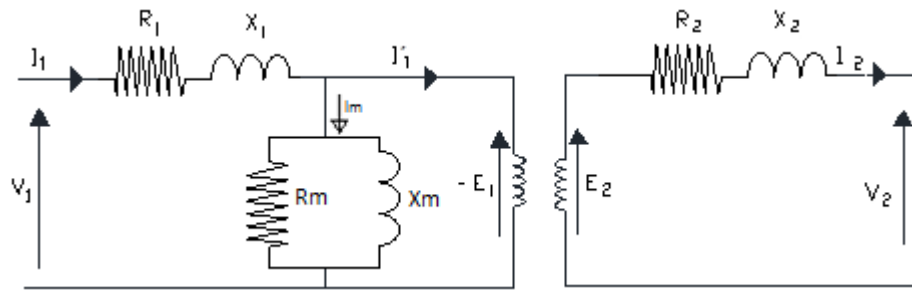


Figura 11 Circuito real del transformador en vacío

Fuente: Los Autores

2.1.8. TRANSFORMADOR REAL CON CARGA

En la figura 12 está representando un transformador real con carga, con un núcleo de hierro, aunque hay un acoplamiento debido al núcleo de hierro, además del flujo de dispersión en los arrollamientos primario y del secundario, ϕ_1 y ϕ_2 .

El flujo de dispersión primario, ϕ_1 , produce una reactancia inductiva primaria, X_1 . El flujo de dispersión secundario, ϕ_2 , produce una reactancia X_2 . Además, los arrollamientos del primario y del secundario están devanados con cobre que tiene una cierta resistencia. La resistencia interna del arrollamiento primaria es R_1 y R_2 . (Fitzgerald, et al., 2004)

Las resistencias y reactancias de los arrollamientos del primario y del secundario, respectivamente, producen caída de tensión dentro del transformador como resultado de las corrientes del primario y del secundario. Aunque esta caída de tensión es interna es conveniente representarla en serie como se muestra en la figura 13.

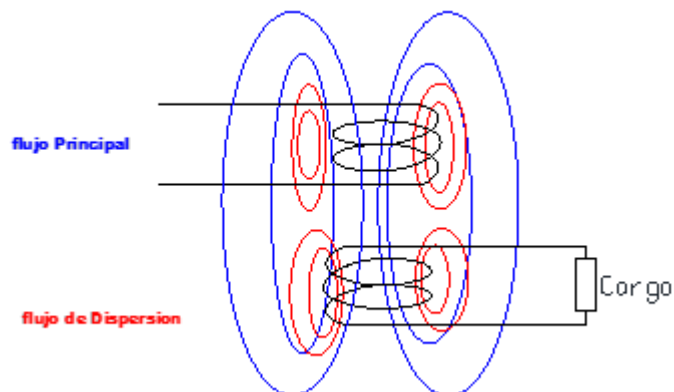


Figura 12 Flujos en un transformador con carga

Fuente: Los Autores

Debe tenerse en cuenta que cada bobina tiene una pequeña resistencia (R_1 , R_2) por el cobre, por efecto Joule.

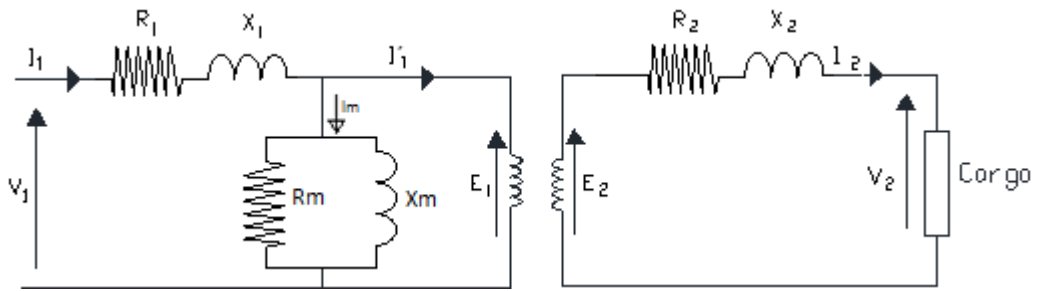


Figura 13 Circuito del transformador real con carga

Fuente: Los Autores

2.1.9. CIRCUITO EQUIVALENTE EXACTO O TRANSFERIDO

En la figura 14 se puede observar el circuito equivalente exacto o transferido del transformador con la resistencia y la impedancia del lado secundario referida al primario. (Fitzgerald, et al., 2004)

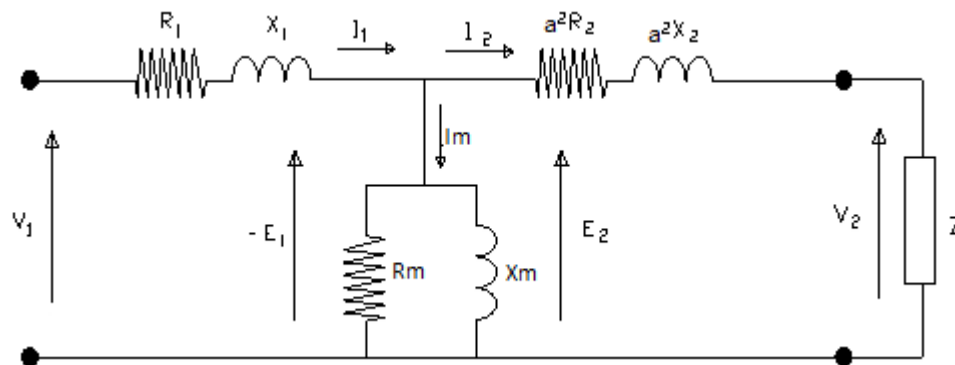


Figura 14 Circuito equivalente exacto o transferido del transformador

Fuente: Los Autores

2.1.10. CIRCUITO DEL TRANSFORMADOR REAL APROXIMADO

Al despreciar la caída de tensión en R_1 y X_1 entonces el circuito real aproximado queda como se muestra en la figura 15. Por lo tanto podemos observar que. (Fitzgerald, et al., 2004)

$$V_1 \cong -E_1 - E_2$$

Ecuación 11 Igualdad de tensión 2 y fem 2

Fuente: Fitzgerald, A., Kingsley, C., & Stephen, U. (2004). Maquinas Electrica. Mexico: Mc Graw Hill.

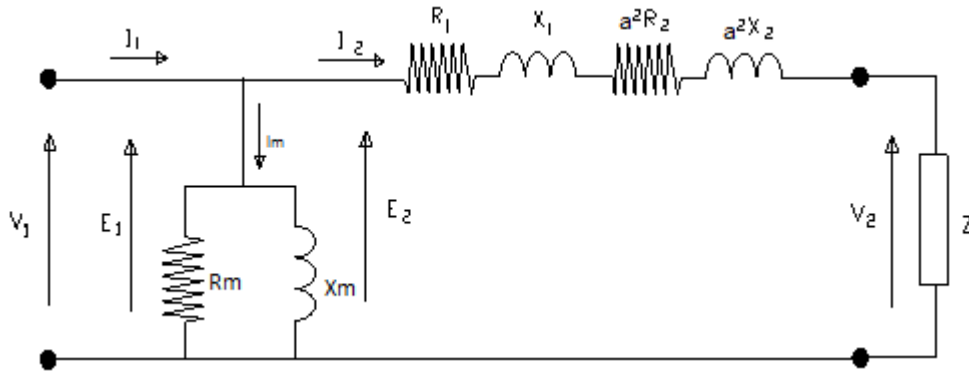


Figura 15 Circuito real aproximado del transformador

Fuente: Los Autores

2.1.11. CIRCUITO EQUIVALENTE SIMPLIFICADO

Con este circuito se logra obtener la impedancia equivalente del transformador la cual es igual a la suma de resistencia equivalente y la reactancia equivalente como se muestra en la figura 16 se puede observar el circuito equivalente simplificado.

Dado que la corriente de magnetización I_m es muy pequeño comparado con las corrientes I_1 e I_2 , entonces se puede considerar cero. (Fitzgerald, et al., 2004)

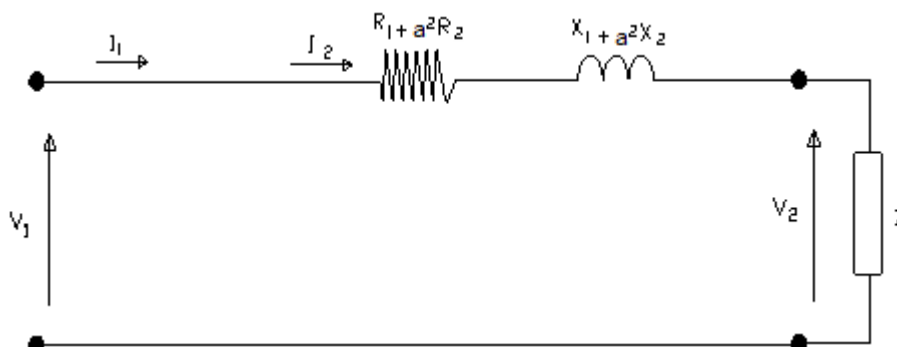


Figura 16 Circuito equivalente simplificado del transformador

Fuente: Los Autores

2.2. CONEXIONES TRIFASICAS UTILIZANDO DOS TRANSFORMADORES MONOFASICOS

Cabe mencionar que se ha tomado información importante para comprender mejor las conexiones, funcionamiento y aplicaciones de las mismas. Las cuales se explicaran a continuación:

Existen maneras de realizar transformación trifásica con solo dos transformadores. La implementación de estas técnicas se las realiza algunas veces para obtener potencia trifásica en ciertas ubicaciones donde no están disponibles las tres líneas de potencia. (Chapman, 2000)

Típicamente se observa esto en áreas rurales, donde a menudo una compañía eléctrica pone a disposición una o dos de las tres fases en una línea de distribución, esto lo hacen debido a que los requerimientos de potencia en el área no justifican el costo de tender o instalar los tres cables. Por tal razón es en estos casos donde un usuario con carencia de potencia trifásica y con una ruta atendida con una línea de distribución con dos de las tres fases, pueda usar esta técnica para obtener potencia trifásica.

Es importante mencionar que todas las técnicas que se emplean para formar potencia trifásica con solo dos transformadores, reducen la capacidad de potencia del banco, pero por otro lado se justifican en ciertas situaciones económicas.

Las conexiones más importantes y empleadas con dos transformadores son:

1. Conexión Δ abierta o (V – V).
2. Conexión Y abierta - Δ abierta.
3. Conexión Scott – T.
4. Conexión Trifásica –T.

A continuación mencionamos una breve descripción e importancia de cada una de estas conexiones.

2.2.1. CONEXIÓN Δ ABIERTA (V – V)

No siempre se puede utilizar un banco de transformadores monofásicos completo para realizar un arreglo trifásico. Depende de la situación que se presente, por ejemplo, supongamos que un banco de transformadores cuya configuración normal es la conexión estándar delta – delta ($\Delta - \Delta$) que consta de una fase averiada que se debe retirar para su reparación. Entonces la situación en que queda el banco se puede apreciar en la figura 17. Donde, si los dos voltajes que permanecen son $V_A = V \angle 0^\circ$ y $V_B = V \angle -120^\circ$ V, entonces aplicando la ley de voltajes de Kirchhoff el voltaje que se forma en el punto de conexión que dejó el tercer transformador será:

Aplicando Kirchhoff: →

$$V_C = -V_A - V_B$$

$$V_C = -V \angle 0^\circ - V \angle -120^\circ$$

$$V_C = -V - (-0.5V - j0.866V)$$

$$V_C = -0.5V + j0.866V$$

$$V_C = V \angle 120^\circ V$$

Ecuación 12 Aplicando ley de voltaje

Fuente: Chapman, S. J. (2000). *Maquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.

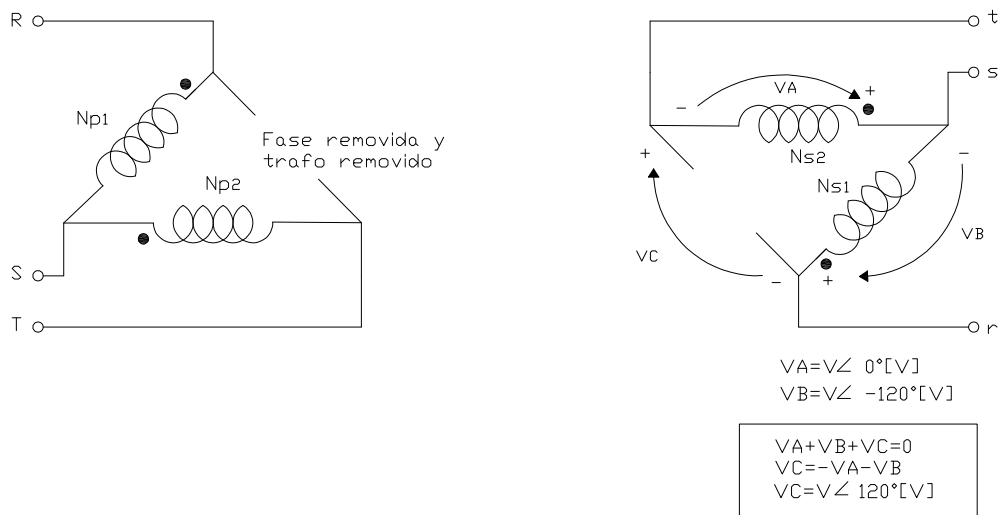


Figura 17 Transformador removido y demostración de salida de potencia trifásica por medio de la conexión Δ abierta.

Fuente: Los Autores

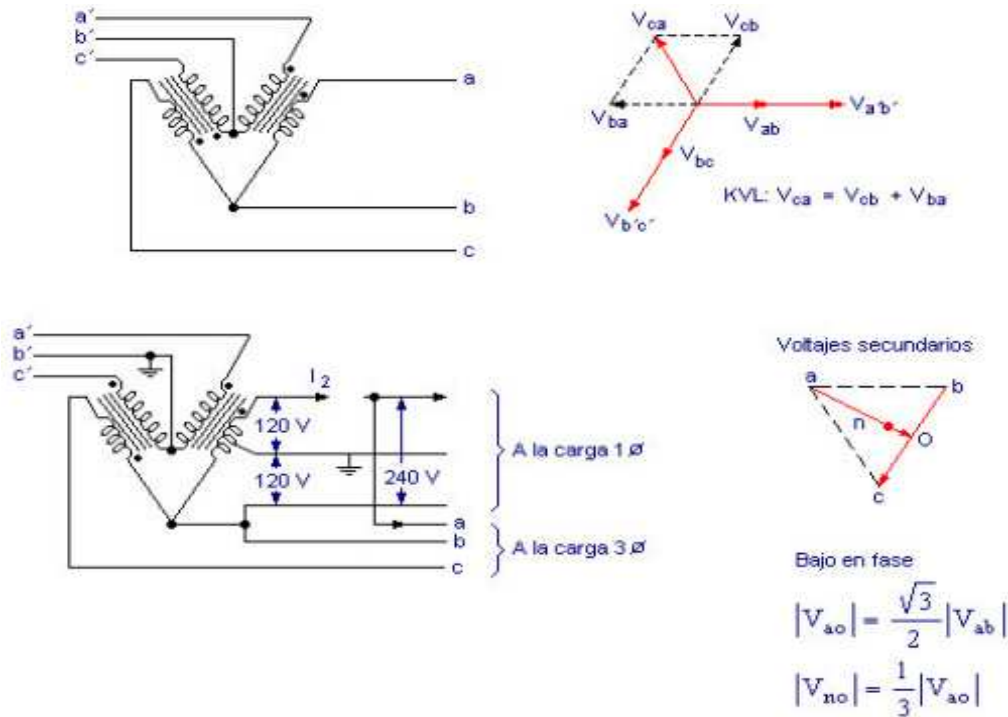


Figura 18 Diagrama fasorial de la conexión Δ abierta

Fuente: Venegas, R. (2007). *Evaluación de las conexiones de los transformadores de potencia para medición, control, y protección de las subestaciones de la planta Olefinas II*. Mérida.

Despejando la fórmula, resulta que el voltaje $V_C = V \angle 120^\circ$, y que es el mismo voltaje que estaría presente si el tercer transformador no se hubiera removido.

Típicamente a la fase C se la conoce también como fase fantasma pues se puede prescindir de ella. Por consiguiente esta conexión hace posible que un banco de transformadores monofásicos siga funcionando con solo dos de sus transformadores, lo que hace factible que siga fluyendo potencia trifásica aun cuando se hubiese removido una fase dañada. (Chapman, 2000)

Por otra parte es importante mencionar que el banco tendrá un déficit de potencia aparente para entregar, ya que se encuentra sin la presencia del tercer transformador. En principio parecería que podría suministrar tan solo dos tercios de su potencia aparente nominal, sin embargo no es tan sencillo. En la figura 20 podemos observar para tener una mejor comprensión de lo que sucedería si se retira un transformador del banco.

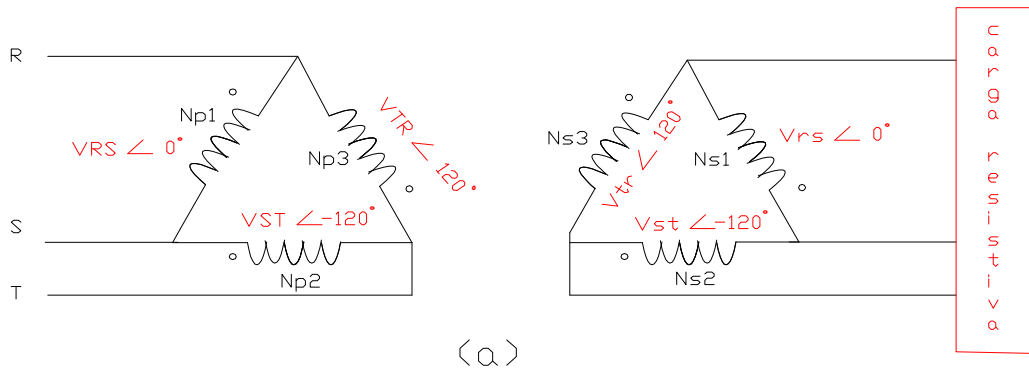


Figura 19 Conexión $\Delta - \Delta$ con carga resistiva

Fuente: Los Autores

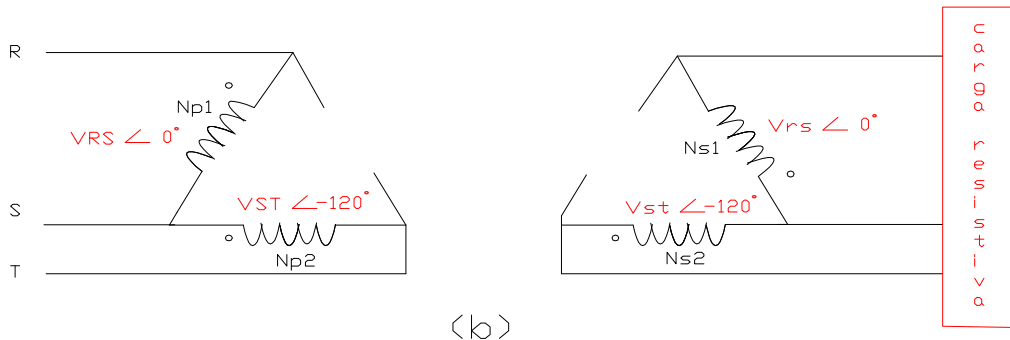


Figura 20 Conexión Δ abierta con carga resistiva

Fuente: Los Autores

En la figura 19. Se puede observar que el banco completo de transformadores está conectado en ($\Delta - \Delta$) a una carga resistiva. Si la tensión de uno de los transformadores del banco que alimenta a la es $V\emptyset$ y la corriente que circula por dicha carga es $I\emptyset$, entonces la potencia máxima que el transformador puede suministrar a la carga es:

$$P = V\emptyset I\emptyset \cos(\theta)$$

Ecuación 13 Potencia máxima de un transformador

Fuente: Chapman, S. J. (2000). *Maquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.

Por lo tanto la potencia máxima de los 3 transformadores del banco será:

$$P = 3 V\emptyset I\emptyset \cos(\theta)$$

Ecuación 14 Potencia máxima del banco completo

Fuente: Chapman, S. J. (2000). *Maquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.

El voltaje $V\emptyset$ y la corriente $I\emptyset$ están en fase por lo que el ángulo entre ellos sería 0° en cada fase, entonces la potencia total que suministraría el banco sería:

$$P = 3 V\phi I\phi \cos(0^\circ)$$

$$P = 3 V\phi I\phi$$

Ecuación 15 Potencia total del banco completo

Fuente: Chapman, S. J. (2000). *Maquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.

En la figura 21 el banco de transformadores se encuentra con conexión Δ abierta. Debido a que falta una de las fases del transformador, la corriente de la línea es igual a la corriente de fase en cada transformador, el ángulo entre los voltajes y las corrientes difieren en 30° . Entonces es necesario analizar cada uno de los transformadores para determinar la potencia máxima que pueden suministrar en su totalidad.

El voltaje del transformador 1 tiene un ángulo de 150° y la corriente tiene un ángulo de 120° , por lo tanto la expresión de la potencia máxima en el transformador 1 está dada por:

$$P_1 = V\phi I\phi \cos(150^\circ - 120^\circ)$$

$$P_1 = V\phi I\phi \cos(30^\circ)$$

$$P_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} V\phi I\phi$$

Ecuación 16 Potencia máxima del transformador 1

Fuente: Chapman, S. J. (2000). *Maquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.

El voltaje del transformador 2 tiene un ángulo de 30° y la corriente tiene un ángulo de 60° , por lo tanto la expresión de la potencia máxima en el transformador 2 está dada por:

$$P_2 = V\phi I\phi \cos(30^\circ - 60^\circ)$$

$$P_2 = V\phi I\phi \cos(-30^\circ)$$

$$P_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} V\phi I\phi$$

Ecuación 17 Potencia máxima del transformador 2

Fuente: Chapman, S. J. (2000). *Maquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.

Por lo tanto, la potencia máxima total del banco de transformadores en Δ abierta está dada por:

$$P \text{ Total del Banco } \Delta \text{ abierta} = P_1 + P_2$$

$$P \text{ Total del Banco } \Delta \text{ abierta} = \frac{\sqrt{3}}{2} V\phi I\phi + \frac{\sqrt{3}}{2} V\phi I\phi$$

$$P \text{ Total del Banco } \Delta \text{ abierta} = \sqrt{3} V \phi I \phi$$

Ecuación 18 Potencia total del banco delta abierto

Fuente: Chapman, S. J. (2000). *Maquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.

Sin importar si son dos o tres transformadores, la corriente y el voltaje nominal son los mismos en cada transformador, entonces la razón entre la potencia de salida disponible del banco Δ abierta y la potencia de salida disponible del banco trifásico normal $\Delta - \Delta$ es:

$$P \Delta \text{ abierta} / P \text{ 3 fases} = \frac{\sqrt{3} V \phi I \phi}{3 V \phi I \phi} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.577$$

Ecuación 19 Potencia disponible del banco delta abierto

Fuente: Chapman, S. J. (2000). *Maquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.

El 57.7% de la potencia nominal del banco $\Delta - \Delta$, será la potencia disponible del banco delta abierta.

Además este tipo de conexión se aplica ocasionalmente cuando se desea suministrar pequeñas cantidades de potencia trifásica, y mucha cantidad de potencia monofásica.

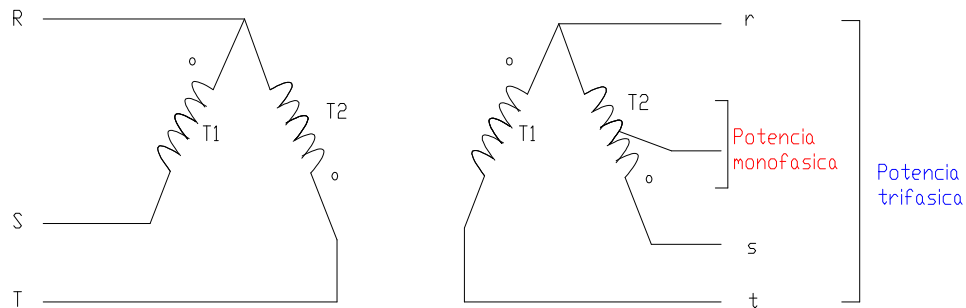


Figura 21 Conexión Δ abierta con potencia de salida trifásica, y potencia de salida monofásica por medio de un tap central en el transformador T2.

Fuente: Los Autores

- **Aplicaciones ventajas y desventajas**

Como una solución temporal cuando se daña una fase de un grupo trifásico en conexión $\Delta - \Delta$. En áreas que esperan un crecimiento de carga y se prevé para el futuro la adición de un tercer transformador para completar la conexión $\Delta - \Delta$ del banco trifásico. Para soportar cargas que son una combinación de una carga monofásica grande y una carga trifásica más pequeña. Cuando esta conexión puede ser más

económica en el uso de materiales. Por ejemplo, ciertos autotransformadores trifásicos (como en el caso de un compensador de arranque para un motor de inducción). La pérdida de capacidad con respecto al grupo trifásico total es del 42,3%, es decir, sólo puede aprovecharse un 57,7% de la potencia que suministraría el grupo trifásico al completo. Considerando sólo los dos transformadores restantes, sólo es posible utilizar un 86,7% de la potencia nominal de los dos transformadores restantes. autotransformadores trifásicos (como en el caso de un compensador de arranque para un motor de inducción). (Venegas, 2007)

2.2.2. CONEXIÓN Y ABIERTA - Δ ABIERTA

Esta conexión Es muy similar a la conexión delta abierta, con la diferencia que los voltajes en los devanados primarios se derivan de dos fases y el neutro. Este tipo de conexión se utiliza típicamente para dar servicio a pequeños clientes comerciales que necesitan potencia trifásica, normalmente en áreas rurales donde no están disponibles las tres fases.

Con la conexión Y abierta – Δ abierta, un cliente puede obtener servicio provisional trifásico hasta que la demanda sea necesaria para montar la tercera fase. Esta conexión presenta una gran desventaja, por el motivo que debe fluir una corriente de retorno muy grande por el neutro del circuito primario. (Chapman, 2000)

Las pérdidas son las mismas que para el caso V-V. La pérdida de capacidad con respecto al grupo trifásico total es del 42,3%, es decir, sólo puede aprovecharse un 57,7% de la potencia que suministraría el grupo trifásico completo.

Pérdida de capacidad = $P_t (Y - \Delta) - P (Y \text{ abierta} - \Delta \text{ abierta})$

Pérdida de capacidad = $100 \% - 57,7\% = 42,3\%$.

$P_t (Y - \Delta)$ = es la potencia total del banco completo Y - Δ

$P (Y \text{ abierta} - \Delta \text{ abierta})$ = es la potencia del banco usando 2 transformadores Y abierta - Δ abierta

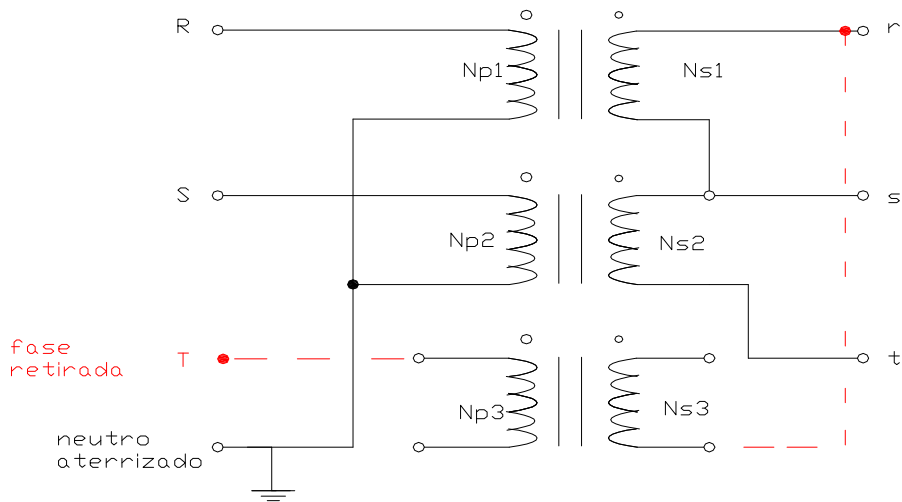


Figura 22 Conexión y abierta – delta abierta

Fuente: Los Autores

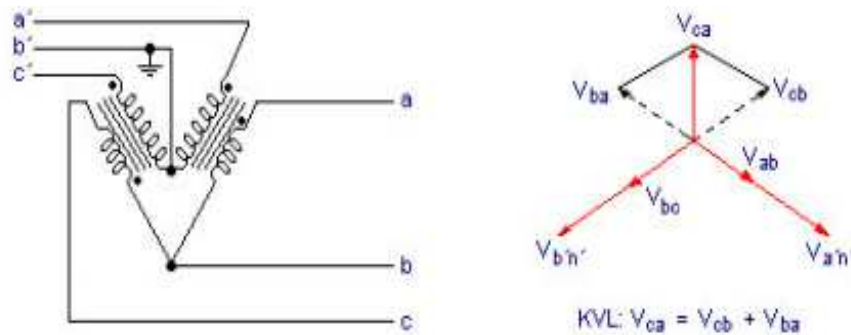


Figura 23 Diagrama fasorial de la conexión Y abierta- Δ abierta

Fuente: Quiñónez, E. R. (2013). *Modelo de flujo de carga desbalanceada para el análisis de redes de distribución con generación distribuida*. Guatemala.

• **Aplicaciones ventajas y desventajas**

Esta conexión puede ser usada para alimentar una combinación de cargas monofásicas y trifásicas, pero es más común en la alimentación de una carga monofásica pesada y una carga trifásica ligera. Esta conexión muchas veces se usa en casos de emergencia cuando la conexión y-delta pierde un transformador y se requiere seguir alimentando la carga a una capacidad de carga reducida, en caso de perder una fase la potencia total del banco se reduce a 57,7 por ciento de la capacidad nominal y el factor de utilización se reduce a 86,6 por ciento para los dos transformadores restantes.

La ventaja de esta conexión es que, únicamente se requiere del uso de dos transformadores. También es usada cuando se espera que la demanda en una zona

aumente de forma significativa, de manera que para suplir dicha demanda, únicamente será necesario agregar un transformador adicional.

Para dar servicio a pequeños establecimientos que requieran corriente trifásica en áreas rurales en donde aún no se han instalado las tres fases en los postes de la línea de conducción. Así el usuario puede obtener servicio de corriente trifásica de manera provisional, hasta que con el aumento de la demanda se requiera de la tercera fase en los postes de conducción eléctrica. (Quiñónez, 2013)

2.2.3. CONEXIÓN SCOTT – T

A principios de la transmisión de potencia de corriente alterna los sistemas de potencia bifásicos eran muy comunes. En aquellos días rutinariamente era necesario conectar entre sí sistemas de potencia bifásicos y trifásicos. Con dicho propósito se desarrolló la conexión especial Scott–T.

Este arreglo es una de las conexiones especiales, y consiste en obtener dos fases separadas 90° a partir de un suministro de potencia trifásica. Consta de dos transformadores monofásicos de igual capacidad. Uno de ellos consta de una toma al 86.6 % en su devanado primario. (Chapman, 2000)

En la figura 24 se muestra la conexión de sus devanados. Donde la toma de 86.6% del Transformador T2 está conectada a la toma central del transformador T1.

Dónde:

$$VRS = V \angle 120^\circ$$

Ecuación 20 Voltaje VRS

Fuente: Chapman, S. J. (2000). *Maquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.

$$VST = V \angle 0^\circ$$

Ecuación 21 Voltaje VST

Fuente: Chapman, S. J. (2000). *Maquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.

$$VTR = V \angle -120^\circ$$

Ecuación 22 Voltaje VTR

Fuente: Chapman, S. J. (2000). *Maquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.

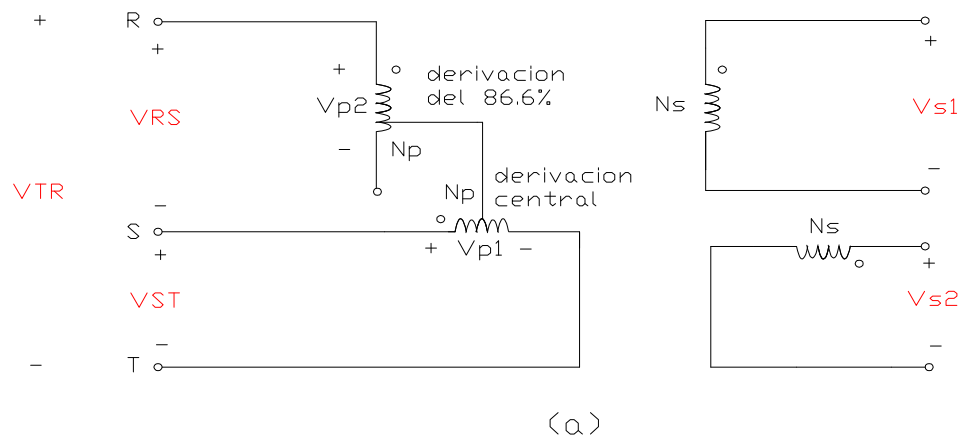


Figura 24 Conexión Scott – T

Fuente: Los Autores

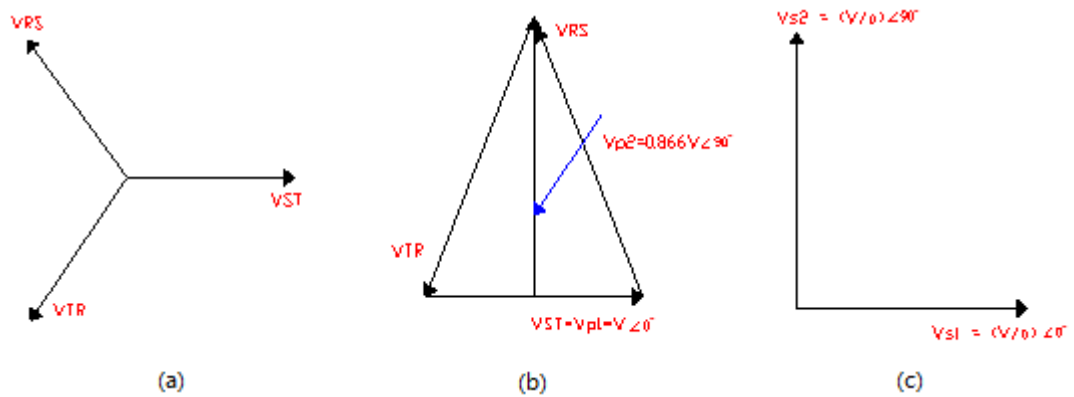


Figura 25 Conexión Scott – T. a) Voltajes trifásicos de entrada. b) Voltajes en los devanados primarios. c) Voltajes bifásicos secundarios.

Fuente: Los Autores

La conexión Scott-T permite acoplar circuitos trifásicos con bifásicos y viceversa. Eran usuales cuando, en los comienzos de la transmisión con corriente alterna, había sistemas bifásicos y trifásicos de potencia.

En el sistema japonés de ferrocarriles, las locomotoras se han diseñado para funcionar a 60 Hz monofásicos. La red de potencia es trifásica. Se emplean bancos de transformadores en conexión Scott para suministrar dos voltajes monofásicos desde el sistema trifásico. Una fase para los trenes que corren hacia el Norte y otra para los que van hacia el Sur. (Venezolano, 2012)

2.2.4. CONEXIÓN TRIFÁSICA – T

Es una modificación de la conexión Scott – T, donde los mismos dos transformadores pueden convertir potencia trifásica pero a otros niveles de voltajes. En la figura 26 se muestra el diagrama de conexión. En esta conexión especial, tanto el devanado primario como el secundario del transformador T2 tienen un toma al 86.6 %, las cuales están conectadas a las tomas centrales de los correspondientes devanados del transformador T1. Cabe mencionar que en esta conexión se designa transformador principal a T1 y a T2 se lo designa transformador de conexión en T. (Chapman, 2000)

Entonces al igual que en la conexión Scott – T, el voltaje trifásico de entrada produce dos voltajes desfasados 90° en los devanados primarios de los transformadores. Estos voltajes por medio de inducción producen dos voltajes secundarios que también están desfasados a 90° , que a diferencia del Scott – T, estos voltajes secundarios se vuelven a combinar en una salida de potencia trifásica.

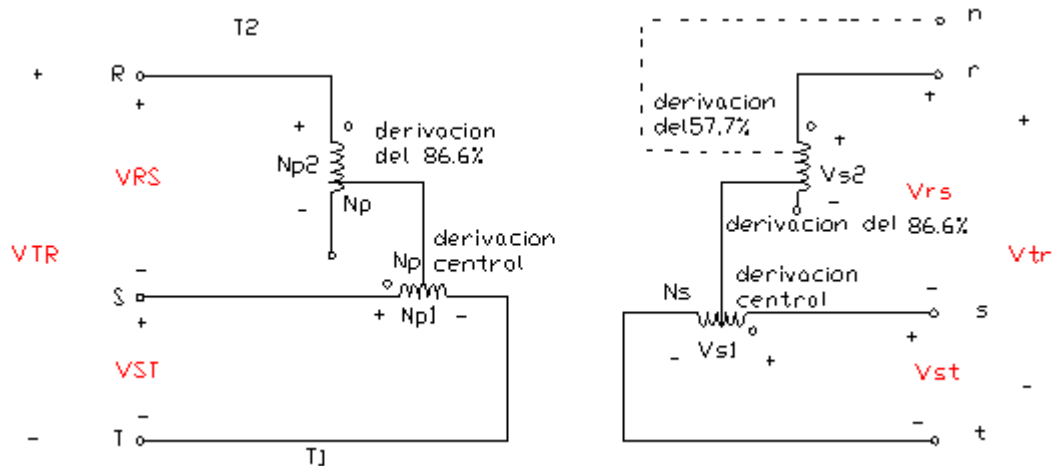
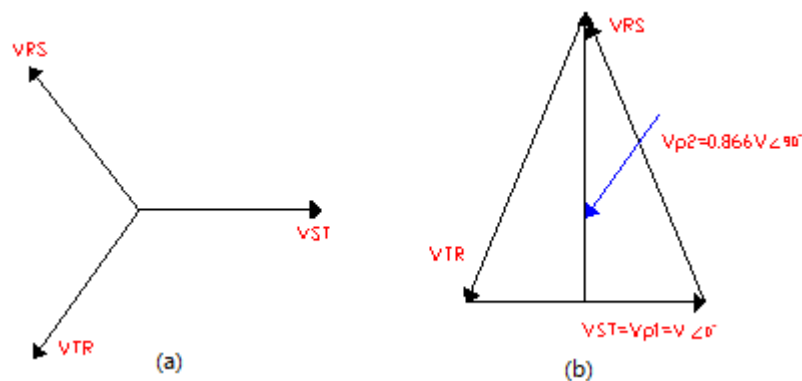


Figura 26 Conexión Trifásica – T

Fuente: Los Autores



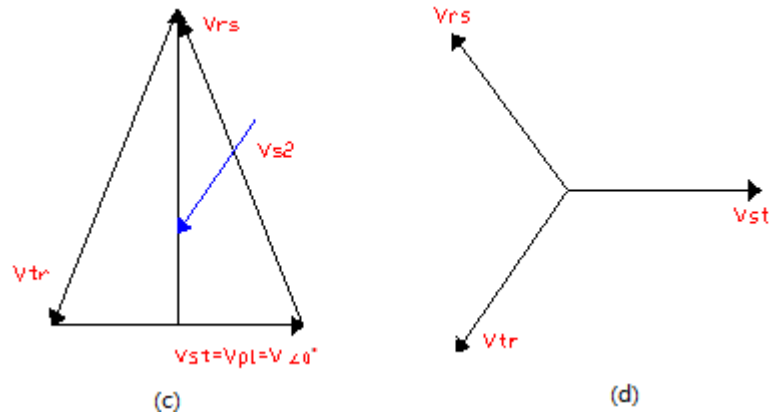


Figura 27 Conexión Trifásica – T. a) Voltajes de entrada trifásicos. b) Voltajes en los devanados primarios del transformador. c) Voltajes en los devanados secundarios. d) Voltajes trifásicos de salida en el secundario.

Fuente: Los Autores

Analizando la figura 27, tenemos:

$$V_{rs} = V_{S2} - V_{S1} = \frac{V}{a} \angle 120^\circ$$

Ecuación 23 Voltaje de salida V_{rs}

Fuente: Chapman, S. J. (2000). *Maquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.

$$V_{st} = V_{S1} = \frac{V}{a} \angle 0^\circ$$

Ecuación 24 Voltaje de salida V_{st}

Fuente: Chapman, S. J. (2000). *Maquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.

$$V_{tr} = -V_{S1} - V_{S2} = \frac{V}{a} \angle -120^\circ$$

Ecuación 25 Voltaje de salida V_{tr}

Fuente: Chapman, S. J. (2000). *Maquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.

Es importante mencionar que esta conexión trifásica T tiene mayor ventaja sobre las conexiones abiertas (la delta – abierta y la ye abierta – delta abierta), tal ventaja consiste en que se puede conectar un neutro tanto al lado primario como al lado secundario del banco de transformadores.

Esta conexión es muy utilizada en transformadores de distribución trifásicos autónomos, ya que los costos de producción de un banco completo de transformadores trifásicos son más elevados. Esto se debe a que las partes más bajas de los devanados

del transformador de conexión en T no se usan tanto en el lado primario como en el secundario, se pueden omitir por que no alteran el comportamiento de la conexión.

2.3. TIPOS DE CARGA QUE SE UTILIZARAN EN LAS PRÁCTICAS.

2.3.1. CARGA RESISTIVA

Cuando la carga en una fuente de corriente alterna es solamente resistencia, la corriente y el voltaje están en fase. “En fase” significa que dos formas de onda llegan juntas al valor de pico positivo, a cero y al valor pico negativo. La corriente en la figura 28 está en fase con el voltaje. La carga resistiva puede representar un calentador eléctrico, una plancha, una estufa etc., y todo equipo eléctrico que contenga solo resistencias como carga. (Fowler, 1992)

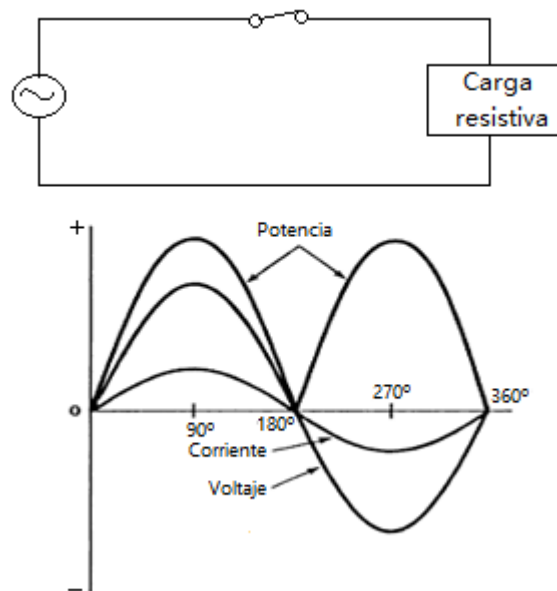


Figura 28 Circuito resistivo con fuente alterna y representación gráfica de voltaje, corriente y potencia.

Fuente: Fowler, R. J. (1992). *Electricidad: Principio y Aplicaciones*. BARCELONA: REVERTE,S.A

Para circuitos en fase o circuitos resistivos podemos expresar:

$$V=IR$$

Ecuación 26 Ley de Ohm

Fuente: Fowler, R. J. (1992). *Electricidad: Principio y Aplicaciones*. BARCELONA: REVERTE,S.A

$$P=IV= I^2R= \frac{V^2}{R}$$

Ecuación 27 Potencia en una resistencia

Fuente: Fowler, R. J. (1992). *Electricidad: Principio y Aplicaciones*. BARCELONA: REVERTE,S.A

2.3.2. CARGA INDUCTIVA

Son aquellas en las que existe un efecto de autoinductancia, propio de las bobinas. La corriente alterna que circula por estas cargas retrasa una fracción de periodo siempre menor que T/4(0.005 s, para 50 Hz) respecto al voltaje o tensión. Ejemplos de cargas inductivas serian tubos de motores, electroimanes, bobinas, etc. (Mujal, 2002)

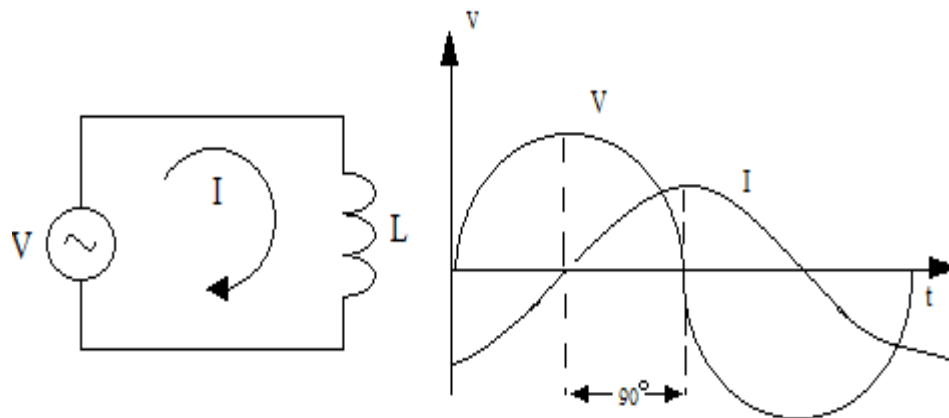


Figura 29 Circuito con carga inductiva, gráfica de voltaje y corriente

Fuente: Los Autores

Se tomó conceptos y expresiones importantes que mencionaremos a continuación. La bobinas, los inductores y la resistencia se oponen al paso de la corriente, pero a diferencia de ésta última, a la oposición se la llama reactancia inductiva y se representa por: X_L y se la puede calcular en base a las siguientes expresiones:

- La ley de Ohm: $X_L = \frac{V}{I}$
- Por fórmula: $X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$

Dónde:

X_L : Reactancia inductiva en Ohmios (Ω)

V: Voltaje en voltios (V)

I: Corriente en amperios (A)

π : Constante (pi): 3.1416

f : Frecuencia en Hertz (Hz)

L : Inductancia en Henrios (H)

2.3.3. CARGA CAPACITIVA

Son aquellas cargas que presentan el efecto contrario al inductivo, es decir, almacena energía eléctrica. La corriente alterna adelanta una fracción de periodo menor que $T/4$ respecto al voltaje o tensión. (Mujal, 2002)

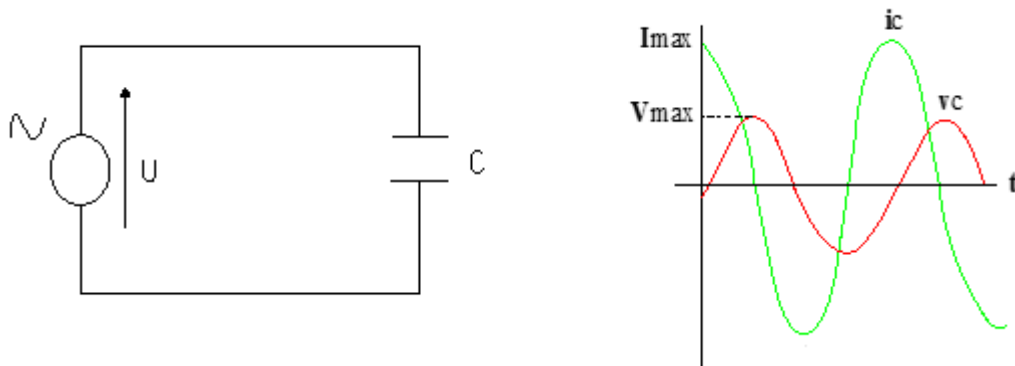


Figura 30 Circuito con carga capacitiva, grafica de voltaje y corriente

Fuente: Los Autores

Se tomó conceptos y expresiones importantes que mencionaremos a continuación. Al aplicar voltaje alterno a un capacitor, este presenta una oposición al paso de la corriente alterna, el valor de esta oposición se llama reactancia capacitiva: X_C y se puede calcular en base a las siguientes expresiones:

- La ley de Ohm: $X_C = \frac{V}{I}$
- Por fórmula: $X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$

Dónde:

V: Voltaje en Voltios (V)

I: Corriente en Amperios (A)

X_C : Reactancia capacitiva en ohmios (Ω)

F: Frecuencia en Hertz (Hz)

C: Capacitancia en Faradios (F)

2.4. TRANSFORMADORES DEL BANCO DE PRUEBAS

Son 3 máquinas eléctricas T1, T2, T3 como se puede apreciar en la figura 31, en las cuales se realizarán las conexiones trifásicas abiertas y especiales.

A continuación mencionaremos las principales características de cada transformador:

Transformador 1 (T1).

Por la disposición de su núcleo y sus características constructivas es monofásico de tipo seco, como se puede apreciar en la figura 30.

Su relación de transformación es de 2, por lo cual se define que la relación entre V_p y V_s es de 1:2.

Relación de transformación 120 / 240 V – 240 / 480 V.

Capacidad o potencia aparente de 1KVA

Posee cuatro devanados, de los cuales dos están separados en el primario y dos están separados en el secundario, lo que lo llamaría de tipo multidevanado.

Tiene 14 terminales, 7 en el primario con derivación al 36.6 %, 50%, 75%, 86.6% y de igual manera en el secundario pero teniendo presente las disposiciones de los terminales como se muestra en la figura 31. Además parecieran que fueran dos transformadores en uno, pudiendo así conectar el transformador a distintos niveles de rendimiento del 36.6% al 100%.

Por su fabricación y disposición de las bobinas se define como polaridad Sustractivo - Sustractivo y verificado con pruebas de polaridad.

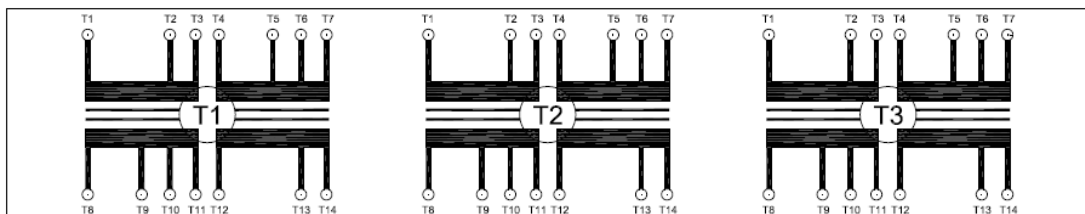


Figura 31 Diseño en AutoCAD de los transformadores del banco de pruebas

Fuente: Los Autores

Transformador (T2).

Es de iguales características a la del transformador T1. Con excepción que por su fabricación, disposición y prueba de polaridad es Aditivo-Sustractivo.

Transformador (T3).

Es de iguales características a las del transformador T1.



Figura 32 Transformadores monofásicos tipo seco del banco de pruebas

Fuente: Los Autores

2.4.1. PRUEBAS REALIZADAS EN LOS TRANSFORMADORES DEL BANCO

Es de vital importancia realizar al transformador 3 tipos de pruebas que son:

Prueba de polaridad

Prueba de circuito abierto

Prueba de cortocircuito

2.4.1.1. PRUEBA DE POLARIDAD

En los transformadores es importante conocer la polaridad de sus devanados, ya que esta identificación nos permite saber que extremos de devanados diferentes tiene igual polaridad, información que es indispensable para las conexiones en serie o paralelo de los devanados de un transformador (conexión de transformadores en paralelo, bancos trifásicos, etc.). (Torrens & Tous, 2005)

Pasos para identificar la polaridad:

Escoger el devanado de alta tensión como primario e identifique uno de sus extremos como referencia (un punto, una letra, etc.), este será el devanado de referencia. Ver la figura 33.

Conecte el devanado de baja tensión en serie con el de alta tensión por el extremo no referenciado de este último. Ver la figura 33a.

Aplicar tensión nominal (V_p) al devanado de referencia y mida con un voltímetro la tensión existente en el secundario (V_s) y entre los extremos libres de ambos devanados (V). Ver la figura 33a.

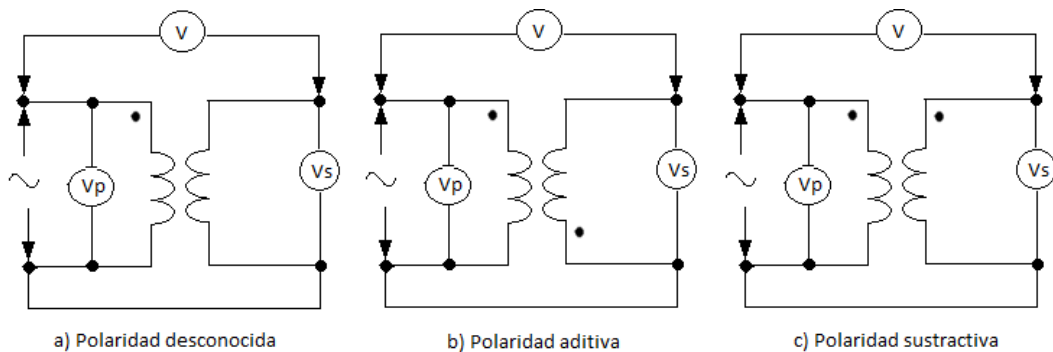


Figura 33 Diagramas de los diferentes tipos de polaridad

Fuente: Los Autores

Si $V > V_p$ la polaridad es aditiva $V = V_p + V_s \longrightarrow$ caso b

Si $V < V_p$ la polaridad es sustractiva $V = V_p - V_s \longrightarrow$ caso c

2.4.1.2. PRUEBA DE CIRCUITO ABIERTO

La prueba de circuito abierto permite determinar los parámetros con los cuales se modelará al circuito de magnetización es decir el comportamiento del hierro.

Esta prueba puede realizarse indiferentemente en el devanado de alta o de baja tensión. En la figura 34 se utiliza como primario el correspondiente al lado de mayor tensión. (Torrens & Tous, 2005)

Y los pasos a seguir son los siguientes:

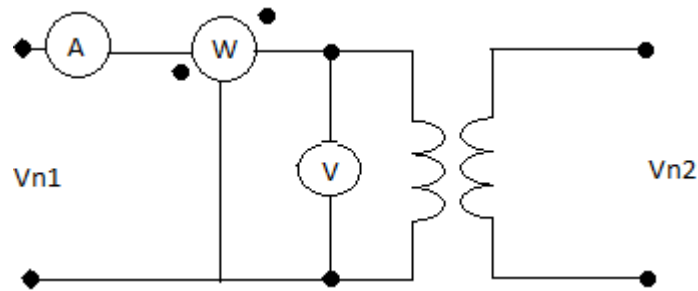


Figura 34 Esquema para la prueba de circuito abierto

Fuente: los Autores

Determinar la tensión nominal del transformador V_{n1} (leer dicho valor en placa).

Aplicar tensión nominal al primario del transformador, el voltímetro indicara dicho valor V_{n1} , que determinaremos VCA.

A este nivel de tensión, tomar lectura del vatímetro, que determinaremos PCA y la lectura del amperímetro que denominaremos ICA. En el secundario se podrá comprobar y verificar la relación de transformación de V_{n2} .

PCA: Es la potencia que consume el transformador en vacío y representa las pérdidas en el hierro del transformador, por el efecto joule. Estas pérdidas son función directa del cuadrado de la tensión aplicada.

ICA: corresponde con la corriente de excitación y, por ser un valor muy pequeño, permite despreciar el efecto del cobre (las pérdidas) del devanado primario.

2.4.1.3. PRUEBA DE CORTOCIRCUITO

La prueba de cortocircuito permite determinar los parámetros con los cuales se modelará a los devanados del transformador, es decir al cobre.

Esta prueba al igual que la anterior, puede realizarse indiferentemente en los devanados de alta o baja tensión. En nuestra prueba utilizaremos como primario el correspondiente al lado de mayor tensión. El circuito que se debe mostrar es el de la figura 35. (Torrens & Tous, 2005)

Y los pasos a seguir son los siguientes:

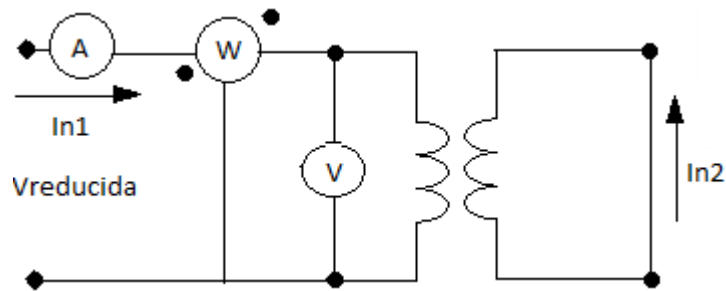


Figura 35 Esquema para la prueba de Cortocircuito

Fuente: Los Autores

Determinar la intensidad nominal del transformador I_{n1} (comprobar dicho valor en la placa).

Aplicar tensión reducida al primario del transformador, mediante una fuente regulable, y efectuaremos pequeños incremento hasta que el amperímetro indique el valor nominal de la corriente de dicho devanado I_{n1} , que denominaremos ICC.

A este nivel de tensión tomaremos la lectura del vatímetro, que denominaremos PCC y la lectura del amperímetro que denominaremos ICC. En el secundario se podrá comprobar y verificar la relación de transformación de I_{n2} .

PCC: Es la potencia que consume el transformador en cortocircuito y representa las pérdidas en el cobre del transformador, por el efecto Joule. Estas pérdidas son función directa del cuadrado de la corriente que circula.

VCC: Corresponde con una fracción de tensión nominal y, por ser un valor muy pequeño, permite despreciar el efecto del hierro (las pérdidas). Recuerde que estas pérdidas son función directa del cuadrado de la tensión aplicada.

Con dichos datos y las aproximaciones indicadas, podemos calcular los parámetros del cobre:

$$Z1 = \frac{V_{cc}}{I_{cc}}$$

$$R_1 = \frac{P_{cc}}{I_{cc}^2}$$

$$C_u = \sqrt{Z_1^2 - R_1^2}$$

Ecuación 28 Parámetros del cobre

Fuente: Torrens, P. C., & Tous, R. B. (2005). *Maquinas Electricas*. Barcelona: EDICIONS UPC

2.5. MOTORES

Son aquellas cargas que además de presentar, normalmente una inductancia, ofrecen una fuerza contraelectromotriz que produce una conversión de potencia eléctrica en potencia mecánica, que en este caso es llamada potencia útil.

2.5.1. MOTOR DALHANDER

En el banco de pruebas para transformadores se incorporó un motor de dos velocidades en conexión Dahlander, con el fin de utilizarlo como carga para las respectivas prácticas, el cual fue suministrado por la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, a través de la gestión del Ing. Otto Astudillo. Cabe mencionar que durante el proceso de pruebas y acoplamiento del motor trifásico normal, se le realizó mantenimiento correctivo, limpieza interna, externa y pintura. Además se retiraron los puntos medios para obtener la mitad de los polos y así conseguir velocidad rápida. Con lo que se podrían realizar dos tipos de conexiones posibles, se puede conectar en estrella o en triángulo, así obteniendo dos tipos de Dahlander diferente.



Figura 36 Motor dalhandler

Fuente: Los Autores

2.6. VARIADOR DE VOLTAJE (VARIAC)

Es un auto transformador variable cuya función es la comportarse como una fuente alterna trifásica regulable, en el rango de 0 – 240 V y con una potencia de 4KVA.

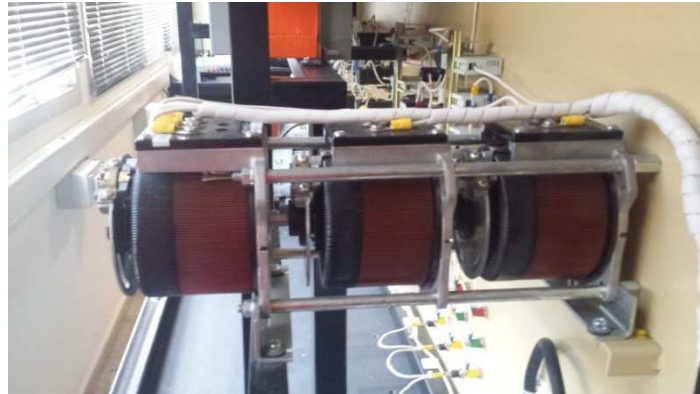


Figura 37 Variac trifásico

Fuente: Los Autores

2.7. ELEMENTOS ELECTROMECÁNICOS DEL BANCO DE PRUEBAS

2.7.1. ANALIZADOR DE RED

El texto guía nos dice que son instrumentos de medida, que tienen la función de registrar los parámetros del sistema. Como voltajes, corrientes, potencias, factor de potencia, etc. (Barcells, et al., 2011)

Es también muy importante tomar las consideraciones correspondientes acerca de los analizadores de redes al momento de manipularlos, montarlos, posicionarlos y en general usarlos.

Las precauciones son las siguientes:

- Valores máximos de la escala de medición.
- Voltaje de conexión.
- Tipo de Corriente.
- Forma en que se debe realizar la conexión.
- Posición de operatividad.
- Leer los instructivos del equipo dados por el fabricante.

En el banco de pruebas para transformadores se incorporaron dos analizadores de red o también llamados medidores de energía de marca Schneider Electric, modelo Power Logic PM 5100, el cual es un instrumento que permite la visualización de los parámetros de red más importantes y relevantes.

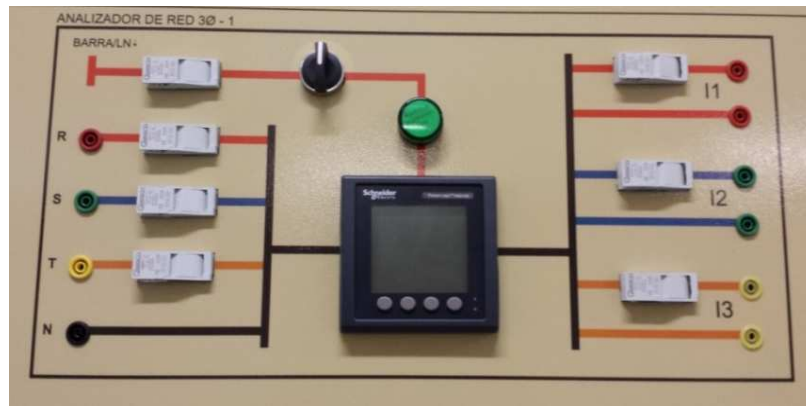


Figura 38 Analizador de red Schneider Electric, modelo Power Logic PM 5100

Fuente: Los Autores

Lectura de instrucciones dadas por el constructor y que acompañan al aparato.

2.7.2. SELECTORES

Los selectores tienen la función de interrumpir y desviar la trayectoria de la corriente aproximadamente hasta 32 amperios. En el banco de pruebas para transformadores se utilizaron de dos tipos, monofásicos y trifásicos.

2.7.2.1. SELECTORES MONOFÁSICOS

Se utilizaron en total 10, de los cuales:

- 2 para el encendido de cada uno de los analizadores de red.
- 4 ubicados en el simulador de fallas de alta tensión.
- 4 ubicados en el simulador de fallas de baja tensión.

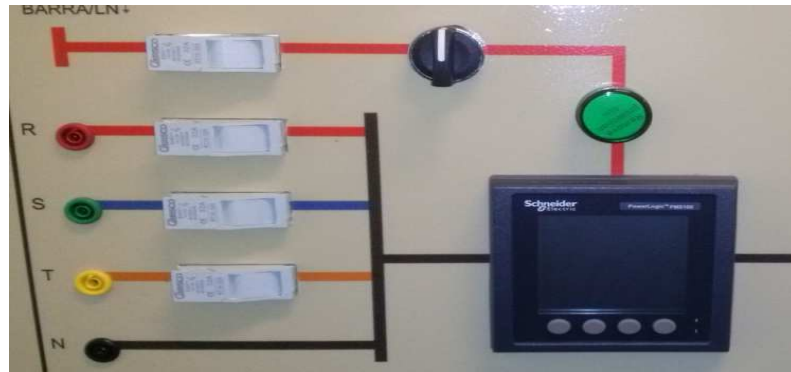


Figura 39 Selector monofásico para encendido de analizador de red

Fuente: Los Autores

2.7.2.2. SELECTOR TRIFÁSICO

Se utilizó uno ubicado en la barra de carga.



Figura 40 Selector trifásico para la carga

Fuente: Los Autores

2.7.3. DISYUNTORES

El Disyuntor es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor, o en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de evitar daños a los equipos eléctricos. (Harper, 2005)

En el banco de pruebas para transformadores se colocaron 5 disyuntores de 3 polos a 20 amperios, de los cuales están distribuidos en las siguientes ubicaciones:

- 1 en la barra de alimentación trifásica
- 1 en la barra de carga
- 1 en el bloque de simulación de fallas en baja tensión

- 2 ubicados en el bloque de protecciones



Figura 41 Disyuntor 3 polos a 20 amperios de la barra de alimentadores

Fuente: Los Autores

3. CAPÍTULO III DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS PARA TRANSFORMADORES

El presente proyecto además de los análisis de sistemas trifásicos de conexiones abiertas y especiales, consta de la implementación de un banco para pruebas de transformadores.

Con respecto a la base del banco de pruebas, cabe mencionar que fue suministrada por la Universidad Politécnica Salesiana Sede - Guayaquil, por medio de la gestión del Ing. Otto Astudillo.

A continuación se detallaran cada una de las principales actividades realizadas durante el proceso de diseño y construcción del banco.

3.1. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA PARA EL BANCO

Para la elaboración de la estructura, procedimos a realizar un diseño en el programa AutoCAD el cual se puede observar en la figura 42, para esto pudimos contar con la colaboración del Ing. Otto Astudillo, de nuestro tutor el Ing. David Cárdenas, y otros Ingenieros de la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

A continuación las fotografías del proceso, las cuales siguen una secuencia durante el proceso de elaboración.

La estructura del banco de pruebas fue elaborada en un taller electromecánico ubicado en la ciudad de Guayaquil en la calle Portete y García Moreno, cuyo propietario y responsable es el Ing. Raúl Ayala, que en conjunto con sus trabajadores del taller colaboramos para realizar trabajos de excelente calidad.

Para elaborar la estructura se utilizó tubo cuadrado negro de 1 1/2" x 1/8" de espesor.

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA METALICA DEL BANCO DE PRUEBAS PARA TRANSFORMADORES

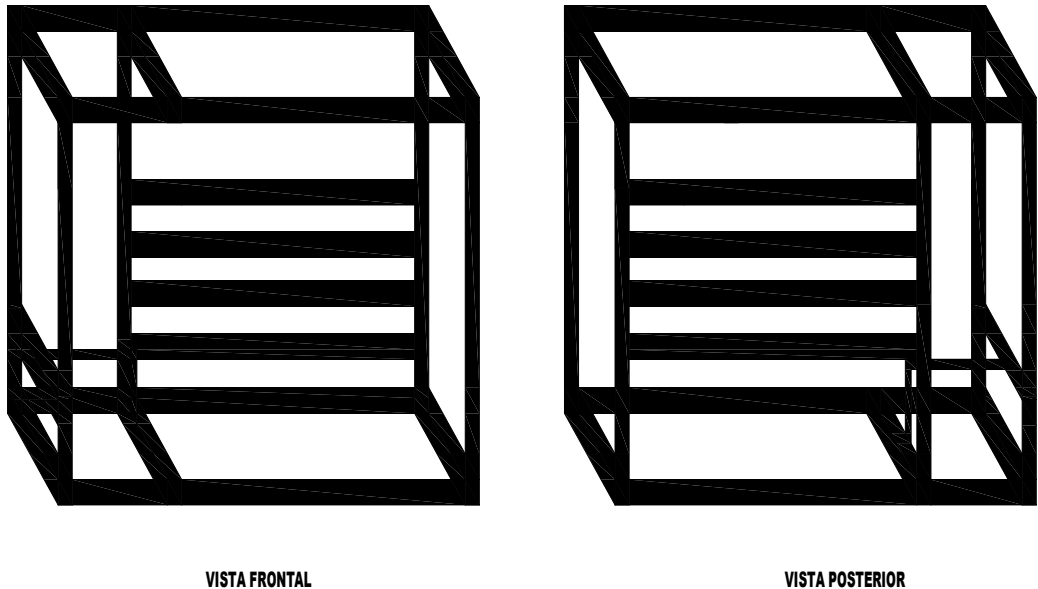


Figura 42 Diseño en AutoCAD para la elaboración de la estructura del banco de pruebas

Fuente: Los Autores

3.2. ELABORACIÓN DE LA LÁMINA PARA MONTAJE Y CONEXIONES DE EQUIPOS DEL BANCO DE PRUEBAS

Al igual que la estructura del banco se realizó un diseño en la lámina frontal para las respectivas conexiones, indicando los elementos, conexiones, y los bloques que corresponden al tablero. Luego de haber pasado por los procesos de revisión, modificación y aprobación, procedimos a la construcción.

El tablero consta de una plancha de hierro fundido de 3mm de espesor, 1,20m de altura y 1,80m de ancho. La cual va sujeta por medio de pernos a la estructura de tubo cuadrado de hierro de 1 ¼.

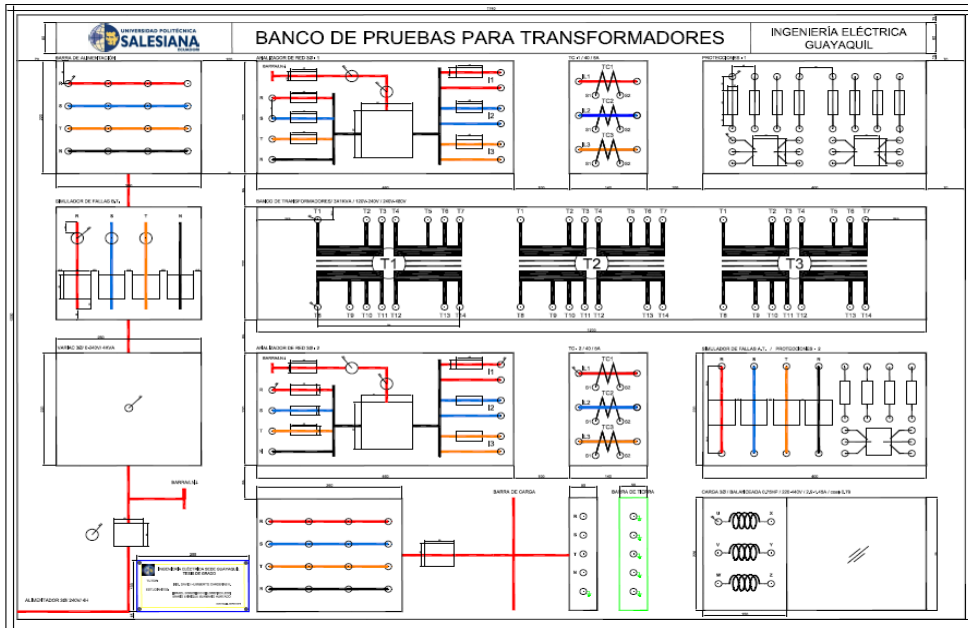


Figura 43 Diseño en AutoCAD del banco de pruebas para transformadores

Fuente: Los Autores

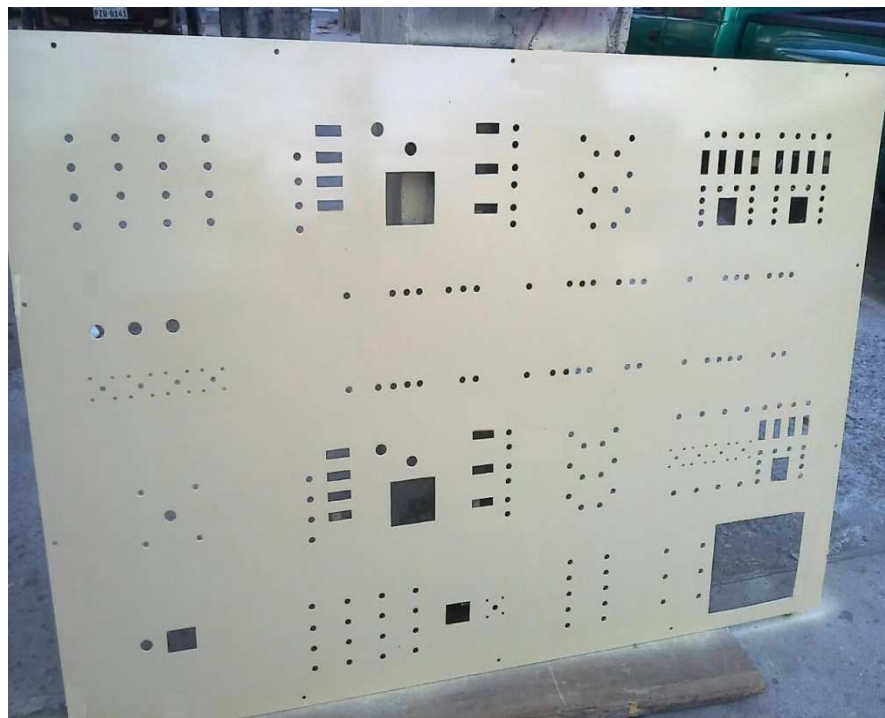


Figura 44 Perforaciones en la lámina del banco de prueba para transformadores

Fuente: Los Autores

En las siguientes figura 45 y 46 se pueden apreciar la entrega del banco por parte del taller.



Figura 45 Entrega del banco de pruebas

Fuente: Los Autores

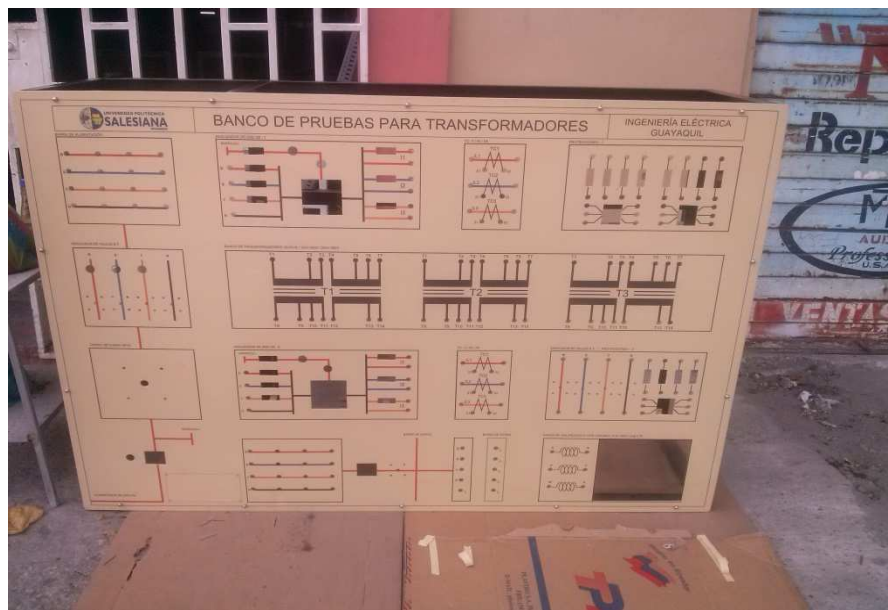


Figura 46 Banco de pruebas para transformadores

Fuente: Los Autores

3.3. DIAGRAMAS ELECTRICOS DEL BANCO DE PRUEBAS PARA TRANSFORMADORES

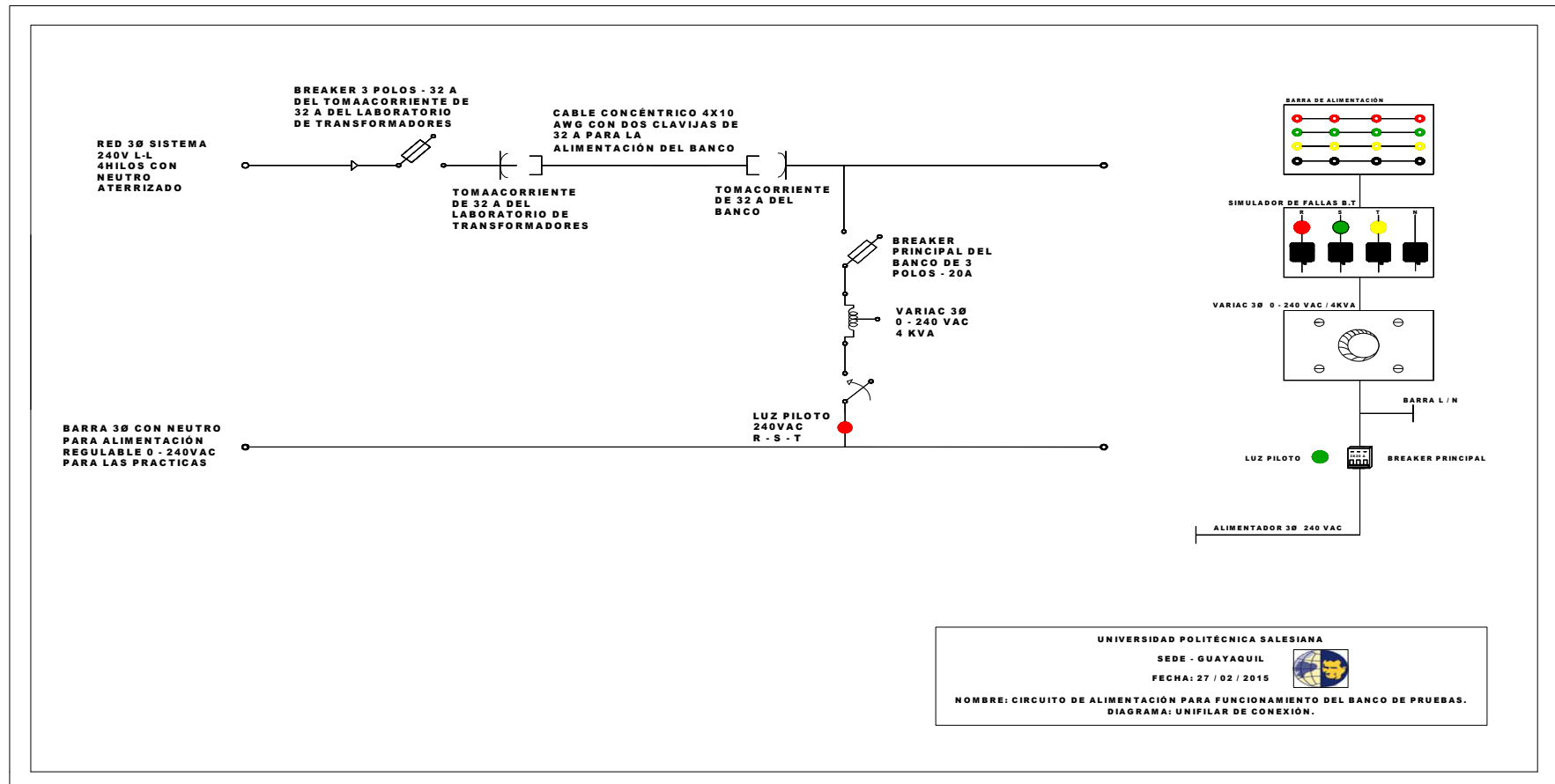


Figura 47 Diagrama unifilar del circuito de alimentación para el funcionamiento del banco de pruebas para transformadores

Fuente: Los Autores

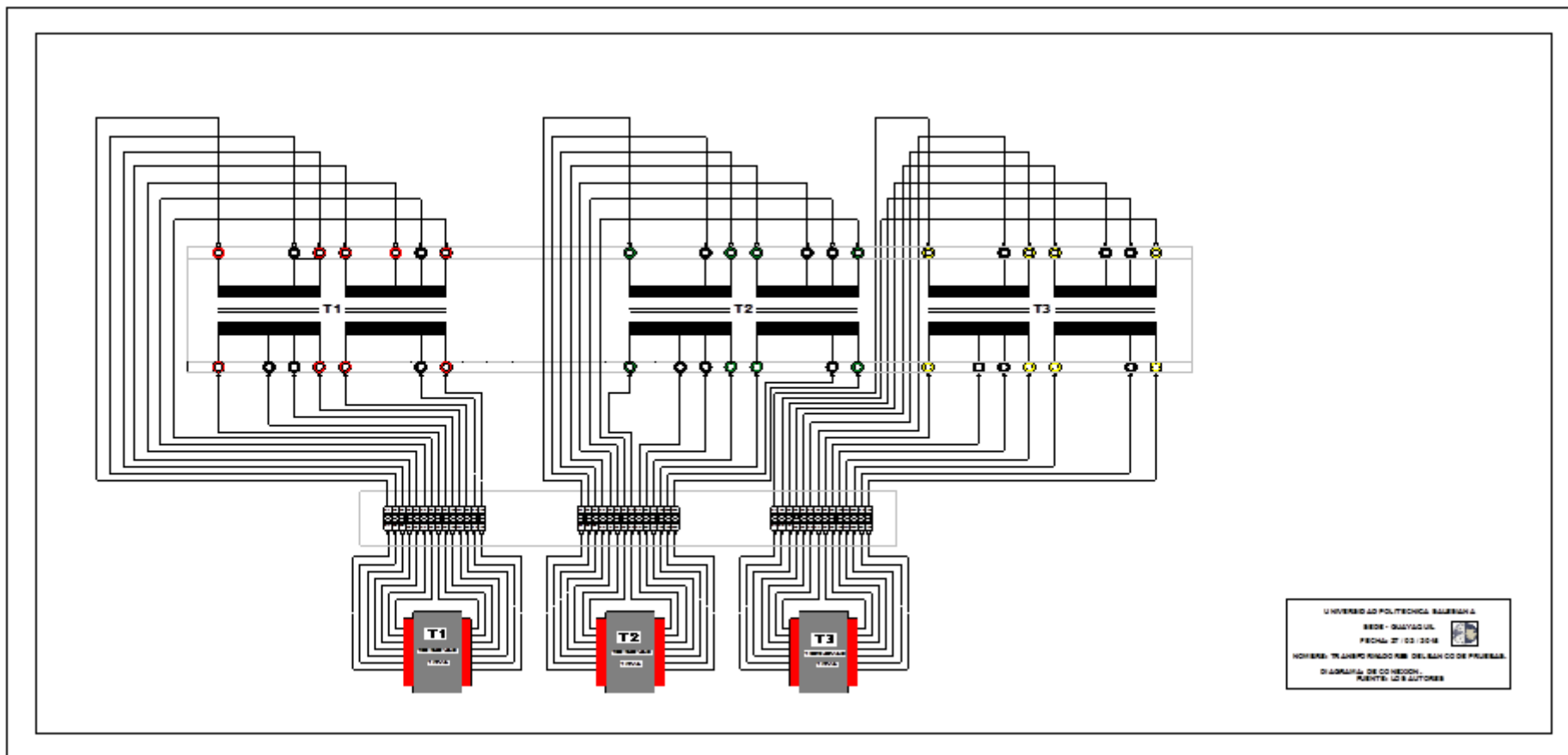
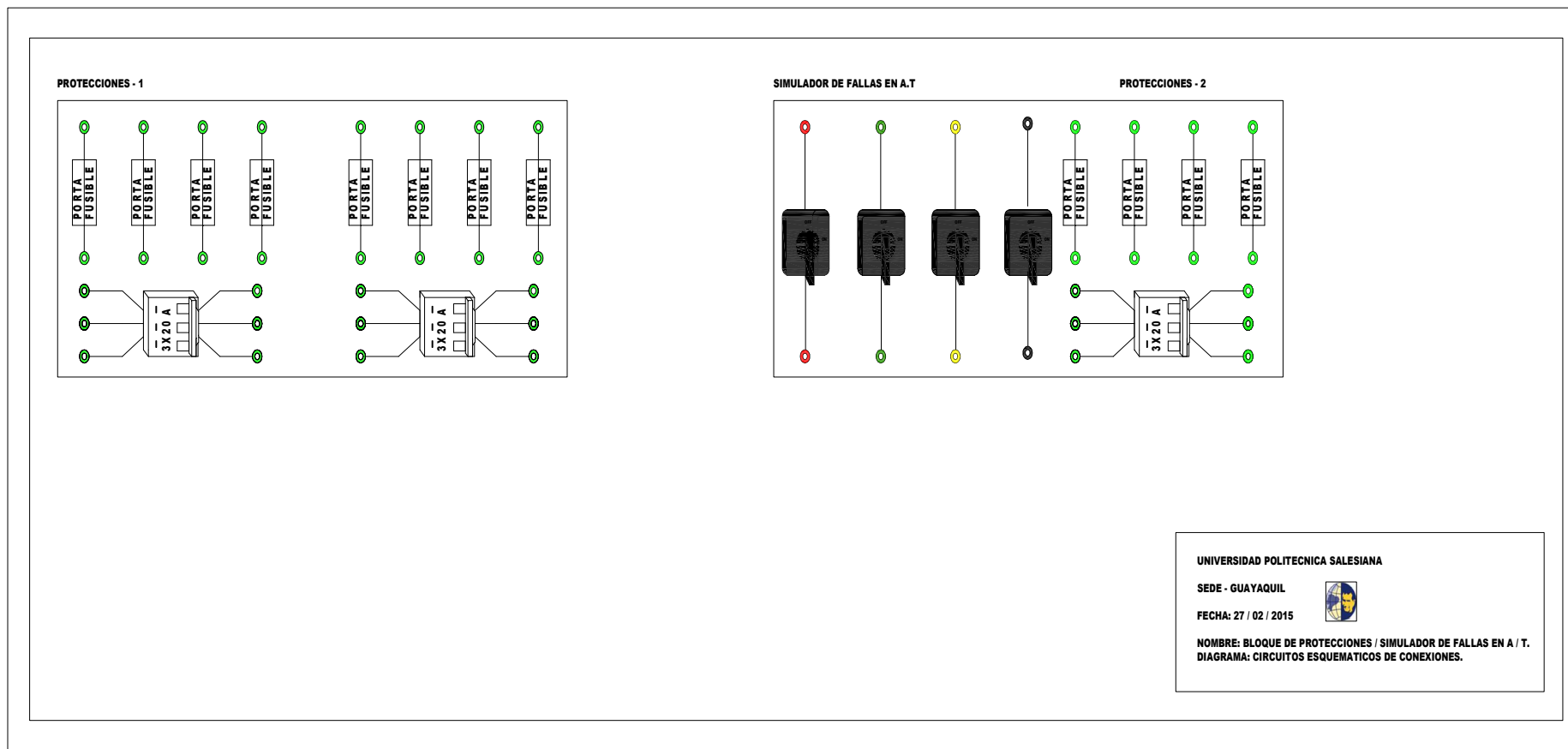


Figura 48 Diagrama de conexiones del banco de transformadores

Fuente: Los Autores



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
 SEDE - GUAYAQUIL 
 FECHA: 27 / 02 / 2015
 NOMBRE: BLOQUE DE PROTECCIONES / SIMULADOR DE FALLAS EN A / T.
 DIAGRAMA: CIRCUITOS ESQUEMÁTICOS DE CONEXIONES.

Figura 49 Diagrama esquemático del bloque de protecciones y simulador de falla en A / T

Fuente: Los Autores

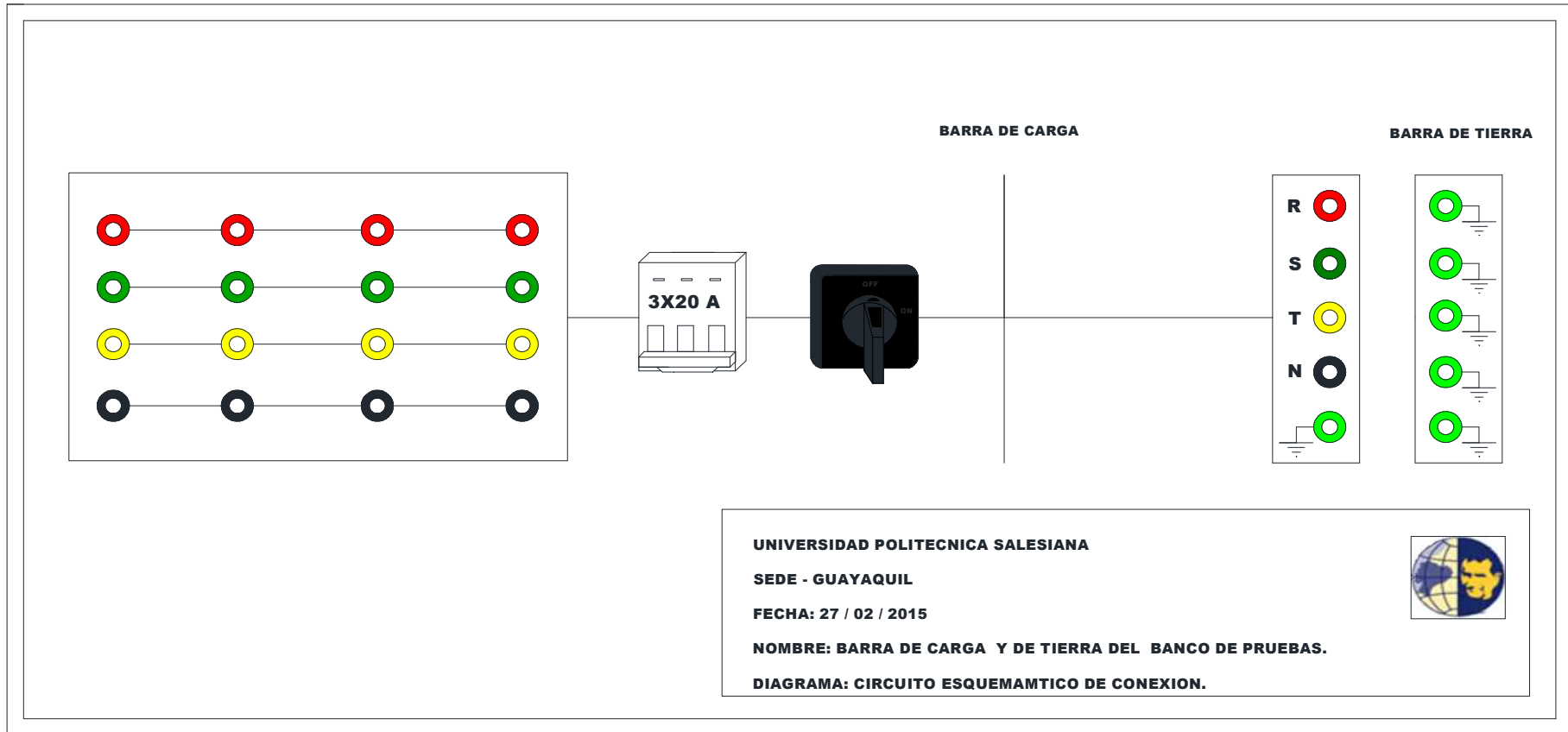


Figura 50 Diagrama esquemático de la barra de carga y de tierra del banco de pruebas

Fuente: Los Autores

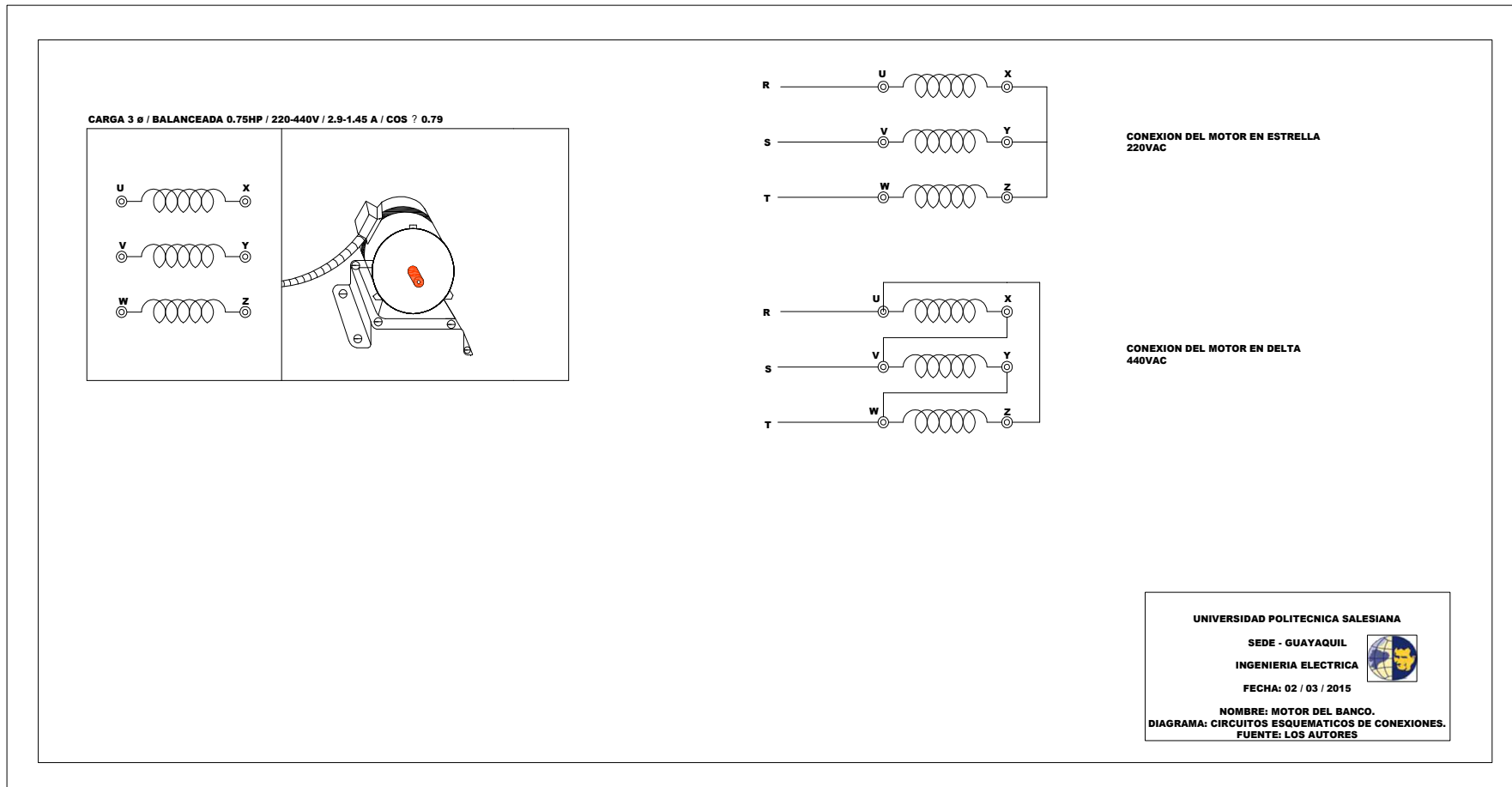


Figura 51 Diagrama esquemático del motor del banco

Fuente: Los Autores

3.4. INSTALACIÓN Y MONTAJE DE ELEMENTOS Y EQUIPOS DEL BANCO DE PRUEBAS PARA TRANSFORMADORES

Después de haber recibido el tablero por parte del taller y comprado los materiales procedimos a realizar el montaje de los elementos y equipos del banco de pruebas. En las siguientes imágenes podremos apreciar los avances realizados en forma secuencial del montaje de los elementos y equipos del banco en general.



Figura 52 Colocación de borneras, luces pilotos, selectores, porta fusibles y breakers.

Fuente: Los Autores



Figura 53 Montaje de elementos de protección

Fuente: Los Autores



Figura 54 Montaje de los tres transformadores y el motor

Fuente: Los Autores

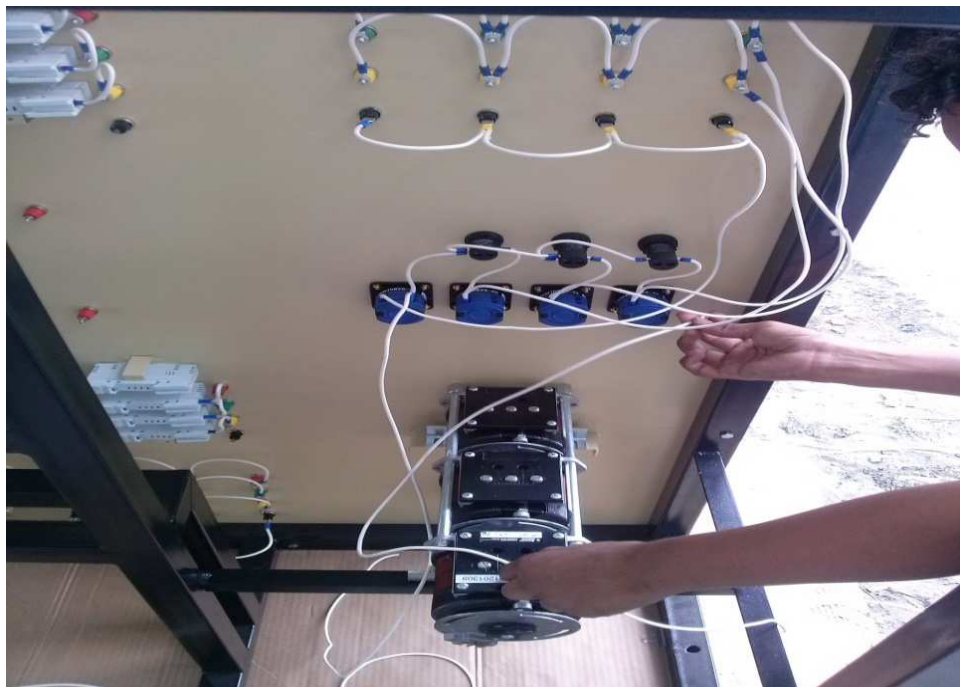


Figura 55 Montaje del variac y selectores

Fuente: Los Autores

3.5. CONEXIÓN Y CABLEADO INTERNO DE ELEMENTOS Y EQUIPOS DEL BANCO DE PRUEBAS

Después de haber realizado el montaje de los elementos y equipos, procedimos a realizar las conexiones de los circuitos de acuerdo al diagrama.

Se utilizaron terminales de conexiones de acuerdo al equipo o elemento a conectar. Utilizamos machinadoras de terminales, y soldadura con estaño en ciertos puntos de unión para tener una mejor conductividad.

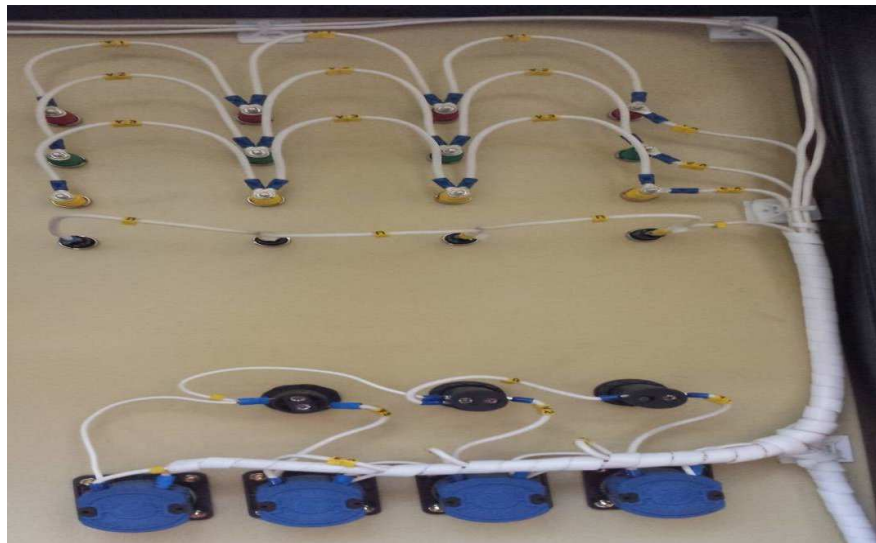


Figura 56 Conexión de los Jacks de la barra principal

Fuente: Los Autores



Figura 57 Cableado y conexión de portafusibles

Fuente: Los Autores



Figura 58 Conexión de cables de puesta a tierra e instalación de tomacorriente y cable de alimentación principal

Fuente: Los Autores

Durante la etapa de conexión y cableado, realizamos marquillado de los cables, así también como el acabado de la instalación y con estética de calidad.



Figura 59 Conexión, cableado, marquillado y acabado interno del banco

Fuente: Los Autores

3.6. INVENTARIOS DE EQUIPOS QUE CONFORMAN EL BANCO DE PRUEBAS PARA TRANSFORMADORES

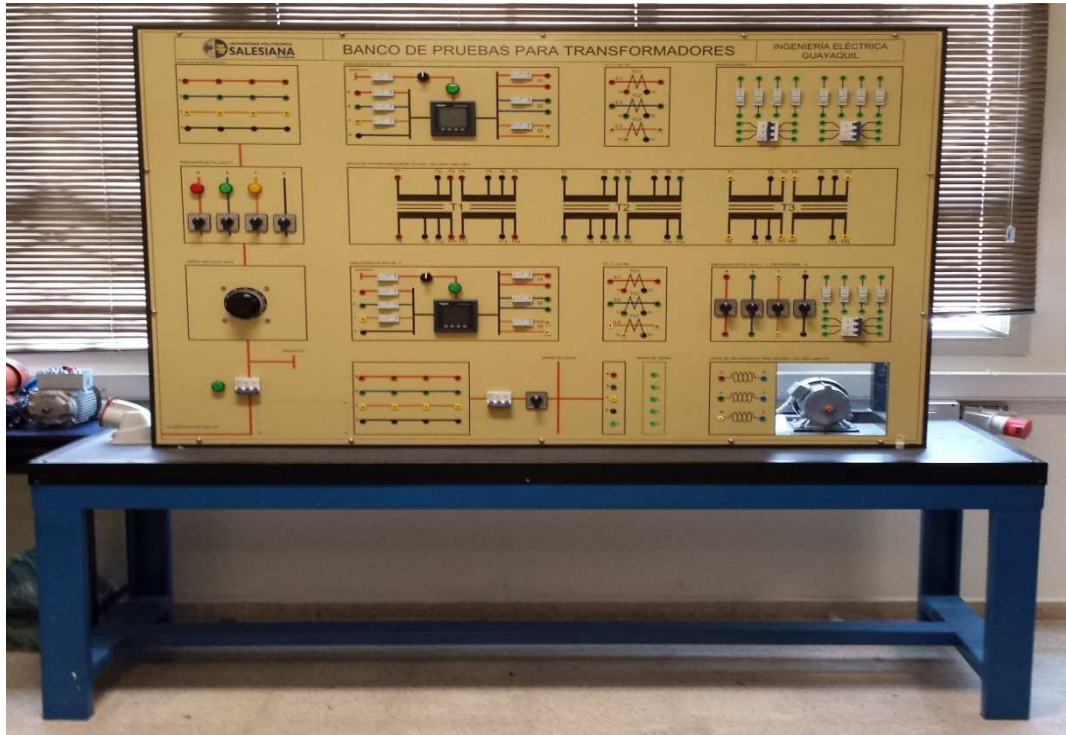


Figura 60 Banco de pruebas para transformadores

Fuente: Los Autores

En base a la figura 60 detallamos a continuación cada una de los elementos y equipos del banco de pruebas.

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1.- 6 luces pilotos. | 2.- 10 selectores monofásicos. |
| 3.- 1 selector trifásico. | 4.- 6 transformadores de corriente. |
| 5.- 1 variac. | 6.- 5 breakers trifásicos. |
| 7.- 2 analizadores de red. | 8.- 26 porta fusibles monofásicos. |
| 9.- 3 transformadores trifásicos. | |

3.7. PRESUPUESTO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS PARA TRANSFORMADORES

MATERIALES	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
Selector monofásico 32 A	8	16	128
Luz piloto rojo	1	6.76	6.76
Luz piloto verde	4	6.76	27.04
Luz piloto naranja	1	6.76	6.76
Marco de aluminio	1	25	25
tablero, estructura, bases	1	1630	1630
Selector monofásico 16 A	2	13	26
Porta fusibles/riel	26	3	78
Impresiones blanco y negro	3	20	60
Impresión a color	1	30	30
impresión Vinil	3	40	120
pernos acerados de 6"	12	15	15
Jack banana negro	25	1.50	37.50
Jack banana rojo	25	1.50	37.50
Banco de 3 capacitores de 40 uf y 1 inductor de 11mH de 250V	1	117	117
Analizadores de red	2	450	900
Breaker Riel 3p-20 A	3	15	45
Selector trifásico 32 A	1	16	16
Clavijas 32 A	2	10	20
Cable concéntrico 4x10	4	4.50	18
Espiral 9mm blanco	1	4.50	4.50
Transformador de Corriente 30/5 A	6	13.5	81
Toma Sobrepuesta 32 A	1	17	17
Terminal ojo azul	2	7.50	15.00
Terminal hembra azul	2	9	18
Terminal puntero amarillo	6	1.94	11,64
Base adhesiva	1	7.05	7.05
Amarra blanca 10cm	2	1	2
Amarra blanca 15cm	2	2.50	5.00
Terminal puntero roja	4	2.03	8.12
Base adhesiva	1	10.96	10,96
Terminal puntero azul	2	4.03	8.06
Terminal ojo amarillo	2	7.83	15,66
Cable flexible 12 color blanco	100mts	45.50	45.50
Pistola silicón	1	4.99	4.99
Barras silicón	2	2.70	5.40
Tapas / transformadores	3	20	60
Canaleta 40x40	2	7.80	15.60
Cinta doble faz	3	4.58	13.71

Fusibles de 2A-4 A	100	0.80	80
Terminal puntero azul	2	4.03	8.06
Cajas de anillos marcadoras 0-9	10	2	20
Cajas de anillos marcadoras N-V-T	3	2	6
Rebobinado del motor trifásico con cambio de conexión Dalhander	1	40	40
		TOTAL	3590.26

3.8. BANCO DE CARGA LC

Lo implementamos con la finalidad que trabaje en conjunto con el banco de pruebas para transformadores, para optimizar las prácticas de conexiones abiertas y especiales. Como en el caso de la conexión Scott – T que su salida de potencia es bifásica y no podríamos directamente poner en funcionamiento la carga del motor trifásico del banco.

Y también al realizar prácticas con distintos tipos de cargas desbalanceadas, como en el caso de la conexión delta abierta con carga RLC.



Figura 61 Banco de carga LC

Fuente: Los Autores

3.8.1. CONSTRUCCIÓN

Utilizamos una caja metálica de hierro de 20cmx20cmx10cm, que incluye una puerta con 2 bisagras, chapa y llave, dicha caja es para varias aplicaciones eléctricas. En nuestro caso, nuestra finalidad fue formar un pequeño banco de carga LC.



Figura 62 Caja metálica de hierro

Fuente: Los Autores

3.8.2. CÁLCULO Y DISEÑO DE CAPACITORES PARA EL BANCO DE CARGA LC

Al conocer que en la conexión Scott – T su salida de potencia es bifásica, y al querer poner en funcionamiento una carga trifásica balanceada, como en el caso del motor trifásico del banco de transformadores. Entonces se vio la necesidad de realizar un arreglo para poder poner en funcionamiento dicho motor y así optimizar las prácticas y adquirir conocimientos adicionales.

Para el diseño del capacitor que se debe utilizar y conectar en la salida de potencia bifásica de la conexión Scott – T con carga inductiva (motor trifásico del banco de pruebas).

Sabemos que como tenemos una carga trifásica, necesitamos tres fases para arrancar y hacer funcionar el motor, y al tener un sistema de potencia de salida bifásico, necesitamos obtener la tercera fase que será producto de desfazar una de cualquiera de sus dos fases ya existentes en la salida. Esto se logra conectando una de sus dos fases en serie con un condensador para obtener la tercera fase, ya que la función del condensador será desfazar 90° ese voltaje con respecto a las otras fases.

(LIFASA. INTERNATIONAL CAPACITORS, 2006) Se considera en general que por cada caballo de vapor (CV) de potencia, un motor de condensador requiere aproximadamente una potencia reactiva de 1 kvar. Se puede por tanto determinar la potencia del condensador a partir de la expresión: $QC = 1,35 P = (\text{kvar})$.

Dónde:

QC = Potencia del condensador en kvar.

P = Potencia del motor en kW. Como la potencia reactiva de un condensador viene dada por: $QC = (VC)^2 \times 2 \times \pi \times f \times C \times 10^{-9}$ (kvar).

Dónde:

VC = Tensión del condensador en Voltios.

f = Frecuencia nominal en Hz.

C = Capacitancia del condensador en μF . La capacidad del condensador vendrá dada entonces por:

$$C = (QC) / (VC^2 \times 2 \times 3.1416 \times f \times 10^{-9})$$

Ecuación 29 Capacidad del condensador

Fuente: LIFASA. INTERNATIONAL CAPACITORS, S. (2006). Obtenido de http://www.lifasa.es/descargas/es/not_tec_motor_e.pdf

Entonces al remplazar la ecuación con los parámetros conocidos, tenemos:

VC= 120 / 240 VAC máximo que soporta cada bobina del motor.

P Motor= 0.75 Hp x 746 W/ 1Hp x 1KW/ 1000W = 0.5595KW

QC = 1, 35 P = 0.755Kvar

f= 60 Hertz

Por lo tanto $\rightarrow C = (0.755\text{Kvar}) / (220^2\text{V} \times 2 \times 3.1416 \times 60 \text{ H} \times 10^{-9}) = 41.3779 \mu\text{F}$

Al no existir y ser comercial un capacitor de 41.3779 μF , seleccionamos uno de 40 μF , considerando también que no se utilizó todo el voltaje máximo en la bobina ya que utilizamos VC =220VAC para el cálculo, y para no causar daños en el motor.

También es muy importante considerar que el par de arranque será del 25 – 30% del par nominal, y su rendimiento del 70 – 80 % del nominal.

Consiguiente a esto surgió la idea de poner 3 capacitores en banco de carga LC para realizar prácticas con cargas capacitivas en todos los análisis de conexiones del presente documento.

3.8.3. CÁLCULO, DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA BOBINA DEL BANCO DE CARGA LC

El inductor o bobina, es implementado con la finalidad de formar una carga desbalanceada en la cual se pueda analizar como la corriente atrasa al voltaje en cargas inductivas.

Para realizar el cálculo de bobinas lamentablemente no existe una fórmula simple que nos permita fabricar una bobina teniendo como dato solo la inductancia deseada. Juegan algunos factores como dimensiones físicas, tipo de alambre, tipo de núcleo, el destino que tendrá (audio, video, VHF, UHF), etc. Sin embargo hay una fórmula que nos permite obtener la inductividad de una bobina basándose en sus dimensiones físicas y tipo de material, la cual nos permita calcular que resultado nos dará una bobina "teórica". El logro de la inductividad deseada solo será el resultado de una serie de pruebas-error. (Al menos sabremos qué tendremos antes de empezar a enrollar alambre). (Wolf & Smith, 1992)

$$L = u \cdot 1,257 \cdot \frac{n^2 S}{10^8 l}$$

Ecuación 30 Inductividad de la bobina

Fuente: Wolf, S., & Smith, R. (1992). *Guía para Mediciones Electrónicas y Prácticas de Laboratorio*. México: PERSON Educación .

Donde L es la inductividad de la bobina en henrios (H), u (mu) es la permeabilidad del núcleo, n es el número de espiras de la bobina, s la superficie cubierta por el núcleo en cm² y l la longitud de la bobina en cm. u (mu en griego) es un número entero que representa la permeabilidad magnética del material del núcleo, es decir su capacidad para absorber líneas de fuerza magnéticas. Haciendo una comparación nada elegante digamos que una pieza de aluminio y otra de hierro son permeables a un campo magnético en forma comparable a la de un trozo de plástico y una esponja respectivamente son permeables al agua. Existen tablas que describen las propiedades permeables de distintos materiales.



Figura 63 Inductancia Norma: Europea EN 60617

Fuente: Los Autores

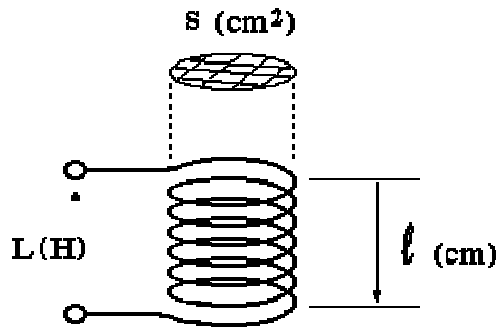


Figura 64 Solenoide para el diseño de la bobina

Fuente: Frino, Luis. (Mayo de 1996). Obtenido de <http://www.frino.com.ar/calculos.htm>

Para la construcción de la bobina del banco de carga LC, utilizamos 300 vueltas de hilo de cobre esmaltado No. 22 AWG en un núcleo de hierro de 8 cm de largo y $\frac{1}{2}$ "de espesor.

La sección después de las vueltas nos quedó $s = 12.566 \text{ cm}^2$.

Obtuvimos el valor de la permeabilidad magnética del hierro, que es aproximadamente 5000 H/m, donde:

H: Henrios

m: metros

Además nos dice que la permeabilidad magnética de un material es $\mu = \mu_r \times \mu_0$.

Dónde:

μ_r : Permeabilidad relativa; en el hierro $\mu_r = 5000$

μ_0 = Permeabilidad al vacío = 12.56×10^{-7}

Entonces para el cálculo de la bobina con núcleo de hierro:

$\mu = 5000 \times 12.56 \times 10^{-7} = 0.00628 \text{ H/m}$.

➔ Reemplazando la fórmula con los datos proporcionados, nos queda:

$L = (0.00628 \times 1.257 \times 300^2 \times 12.566) / (1 \times 10^8 \times 8) = 0.00001115949 \text{ H}$

Entonces nuestro inductor tendrá aproximadamente 11 uH.

3.8.4.ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL BANCO LC

- 3 capacitores de carcasa metálica, electrolíticos de 40uF a 250VAC a 85° C.
- 1 bobina o inductor de 11uH a 250VAC con núcleo de hierro a 85° C.
- 1 luz piloto de 120 – 240VAC, 25mA.
- 9 borneras tipo Jack banana para conexión.
- A continuación se muestran imágenes de los elementos del banco de carga LC.



Figura 65 Capacitor de 40uF a 250VAC del banco de carga LC

Fuente: Los Autores

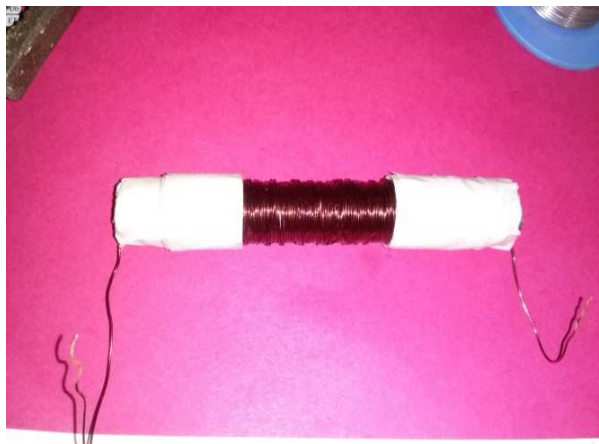


Figura 66 Inductor del banco de carga LC, de 11uH a 250VAC

Fuente: Los Autores



Figura 67 Luz piloto de 120-240VAC, 25mA del banco de carga LC

Fuente: Los Autores

3.8.5.MONTAJE ADAPTACIÓN Y CONEXIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL BANCO DE CARGA LC

Se realizaron perforaciones y adaptaciones en la caja para el montaje de todos los elementos que lo conforman.



Figura 68 Perforación y montaje de las borneras de conexión tipo Jack`s bananas

Fuente: Los Autores



Figura 69 Montaje y adaptación de los capacitores del banco de carga LC

Fuente: Los Autores

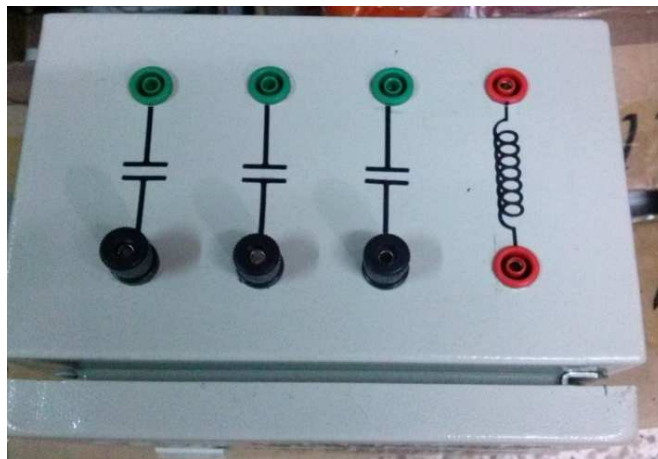


Figura 70 Colocación de simbología de los elementos del banco de carga LC en vinil pegable

Fuente: Los Autores

En la conexión de los elementos utilizamos cable número 16 AWG, amarras plásticas, terminales de conexión tipo ojo, tipo u y tipo enchufe. También se estañaron las puntas de los cables.



Figura 71 Conexión y cableado de los elementos del banco de carga LC

Fuente: Los Autores

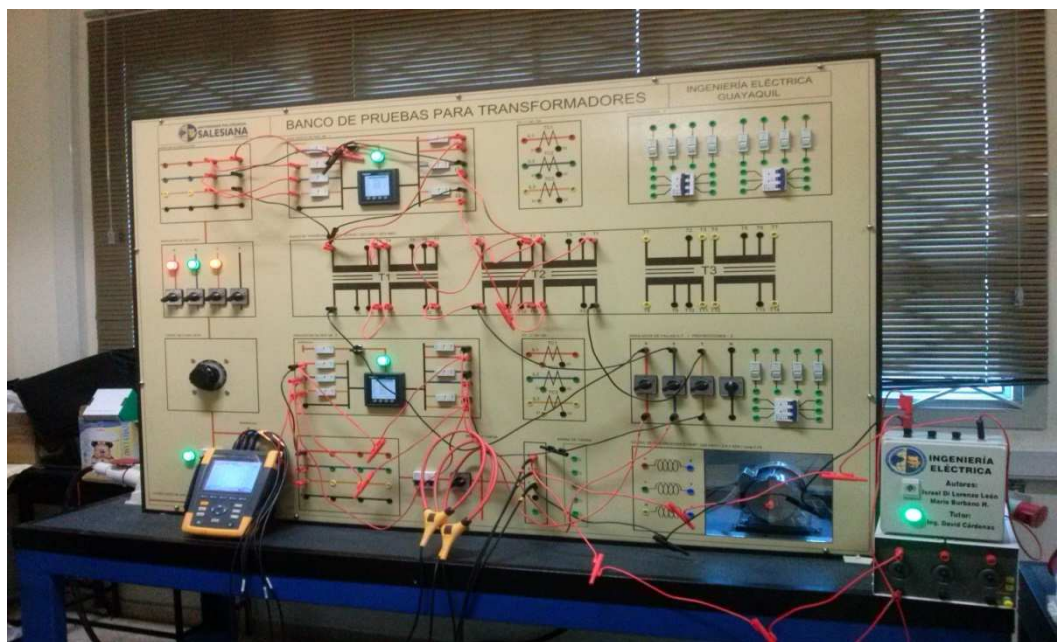


Figura 72 Banco de carga LC funcionando en conjunto con el banco de resistencias, el analizador de red Fluke 435 y el banco de pruebas para transformadores en la práctica de conexión delta abierta con carga RLC.

Fuente: Los Autores

4. CAPITULO IV MANUAL DE PRÁCTICAS

En este capítulo se mostrara a continuación la elaboración de 10 prácticas para los estudiantes de la materia de Maquinas Eléctricas I de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana Sede-Guayaquil.

4.1. GUÍA DE PRÁCTICAS PRUEBAS EN EL BANCO

PRÁCTICA 1: Mantenimiento y seguridad del banco pruebas.

Tiene como finalidad dar a conocer las normas que se deben aplicar dentro del laboratorio, así también como las precauciones que debemos tener al momento de manipular los elementos del banco de pruebas para transformadores. Y además su respectivo mantenimiento para conservar en buen estado el modulo y alargar la vida útil del mismo.

PRÁCTICA 2: Comprobación de funcionamiento de elementos del banco.

Consiste en identificar y conocer el funcionamiento de cada uno de los elementos del banco de pruebas para transformadores.

Además se realizarán las comprobaciones de los elementos eléctricos, electromecánicos, equipos, con su correcta operación y verificación.

PRÁCTICA 3: Conexión delta abierta con carga resistiva.

Se comienza realizando una conexión $\Delta - \Delta$, la misma que después se conectara a una carga resistiva trifásica. Para luego simular el fallo de salida de operación de una de sus fases que alimenta a la carga, y así proceder a realizar la conexión delta abierta para seguir brindando potencia trifásica a la carga. Se realizaran análisis sin carga, con carga, se tomaran datos medidos, y se establecerán conclusiones y recomendaciones acerca de la práctica.

PRÁCTICA 4: Conexión Δ abierta con carga inductiva.

Similar a la practica 3 se parte de una conexión $\Delta - \Delta$, que después se conectara al motor del banco. Para luego simular el fallo de ausencia de una de sus fases que alimenta a la carga y así proceder a retirar el transformador y realizar la conexión

Δ abierta para que el motor siga operando y demostrar solución y confiabilidad al sistema.

Se realizarán análisis sin carga y con carga. Además se tomarán datos medidos, se establecerán conclusiones y recomendaciones acerca de la práctica.

PRÁCTICA 5: Conexión Y abierta – Δ abierta con carga resistiva.

Se comienza realizando una conexión Y – Δ , que luego alimentara a una carga resistiva. Para luego simular e fallo de operación de una de sus fases de alimentación en el lado primario del banco. Consiguiente a esto sacamos de operación el transformador cuya fase no lo alimenta. Y procedemos inmediatamente a realizar la conexión Δ abierta – Y abierta para seguir brindando salida de potencia trifásica a la carga, y así poder realizar los análisis, mediciones, conclusiones y recomendaciones acerca de práctica.

PRÁCTICA 6: Conexión Y abierta – Δ abierta con carga inductiva.

Similar a practica 5 consiste en realizar primeramente la conexión estrella – delta, pero en este caso la conexión estará alimentando al motor del banco. De igual manera se simulara la falla en el primario, luego se procederá a realizar la conexión Y abierta – Δ abierta. Y se tomarán mediciones, se realizarán análisis, conclusiones y recomendaciones acerca de la práctica.

PRÁCTICA 7: Conexión Scott – T con carga resistiva.

Consiste en realizar la conexión Scott – T con dos de sus tres transformadores del banco, y luego alimentar cargas resistivas. Donde se realizarán análisis acerca de su conexión y de su salida de potencia bifásica. Se tomarán mediciones y se establecerán conclusiones y recomendaciones acerca de la práctica.

PRÁCTICA 8: Conexión Scott – T con carga inductiva.

Al igual que la practica 7 realizaremos la conexión Scott – T, pero su salida de potencia bifásica estará alimentando al motor del banco, para lo cual utilizaremos uno de los 3 capacitores del banco de carga LC, para realizar el desfaseamiento de una de sus fases d la salida bifásica, y así poner en funcionamiento el motor. Se tomarán mediciones, sin carga, con carga, se realizarán análisis, conclusiones y recomendaciones.

PRÁCTICA 9: Conexión T – Trifásica con carga resistiva.

Consiste en realizar la conexión Trifásica – T con dos de sus tres transformadores del banco, y alimentar a una carga trifásica resistiva. Se realizara un análisis acerca de su conexión, y se harán mediciones sin carga, con carga y se mencionaran conclusiones y recomendaciones acerca de práctica.

PRÁCTICA 10: Conexión T – Trifásica con carga inductiva.

Similar a la practica 9 realizaremos la conexión Trifásica – T, pero conectada al motor del banco. Se realizara un análisis sin carga, con carga, se tomaran valores medidos y se establecerán conclusiones y recomendaciones acerca de la práctica.

PRÁCTICA 11: Conexión Δ abierta con carga capacitiva.

En esta práctica analizaremos el comportamiento de la carga trifásica capacitiva conectada con la conexión delta abierta. Pero en primer instancia la carga se la conectará con la conexión $\Delta - \Delta$, que luego simularemos la falla de ausencia de una de sus fases que alimenta a la carga, para después proceder a realizar la conexión Δ abierta, y realizar los análisis, mediciones, recomendaciones y conclusiones correspondientes de la práctica.

PRÁCTICA 12: Conexión Y abierta – Δ abierta con carga capacitiva.

A partir de una conexión Y – Δ que alimenta a una carga trifásica capacitiva, se realizará la simulación de salida de operación de uno de sus tres transformadores del banco, para luego proceder a realizar la conexión Y abierta – Δ abierta y seguir alimentando a la carga capacitiva. Además se realizaran los análisis, mediciones, conclusiones y recomendaciones acerca de la práctica.

PRÁCTICA 13: Conexión T – Trifásica con carga capacitiva

Consiste en realizar la conexión Scott – T y conectar su salida de potencia bifásica con carga capacitiva.

Se realizará un análisis acerca del comportamiento de la carga y de la conexión. Además se realizaran conclusiones y recomendaciones acerca de práctica.

PRÁCTICA 14: Conexión Scott – T con carga capacitiva.

Consiste en realizar la conexión Trifásica – T y conectar su salida de potencia a una carga capacitiva trifásica balanceada. Además analizaremos la conexión, sin carga y con carga, también se establecerán conclusiones y recomendaciones acerca de la práctica.

PRÁCTICA 15: Conexión Δ abierta con carga RLC.

Esta práctica tiene la finalidad de analizar un sistema con conexión Δ abierta con carga trifásica desbalanceada RLC, la misma que en primera instancia estará conectada en $\Delta - \Delta$, y se simulara la falla de ausencia de una de sus fases durante la operación normal, para luego proceder a realizar la conexión delta abierta y volver a conectar la carga. Se realizaran mediciones de los parámetros eléctricos más importantes del sistema, y estableceremos conclusiones y recomendaciones acerca de la práctica.

4.2. Práctica No. 1: Mantenimiento y seguridad del banco de pruebas para transformadores

4.2.1.DATOS INFORMATIVOS

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 1**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.2.2.DATOS DE LA PRÁCTICA

- **TEMA:** Normas de seguridad del Banco de pruebas para transformadores con conexiones abiertas y especiales.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer las normas de seguridad que se deben tener presentes, y que se deben aplicar al momento de manipular los elementos del Banco de pruebas para transformadores con conexiones abiertas y especiales.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Aplicar correctamente cada norma de seguridad para cada uno de los elementos que se encuentran instalados en el Banco de pruebas para transformadores con aplicación a conexiones abiertas y especiales.

Verificar que los elementos instalados en el banco de pruebas, estén funcionando correctamente. De acuerdo al manual de seguridad de los equipos.

- **MARCO TEÓRICO**

Principio de funcionamiento de los elementos que se encuentran en el Banco de pruebas para transformadores, por medio del manual de seguridad.

- **MARCO PROCEDIMENTAL**

Revisar que todos los elementos se encuentren en el Banco de pruebas para transformadores.

Verificar el funcionamiento de los elementos del Banco de pruebas para transformadores por medio de los parámetros y normas de seguridad descritas en este capítulo.

Tomar las medidas de seguridad en caso que falle algún dispositivo.

- **CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO**

Introducción al funcionamiento del banco.

Conocer todas las aplicaciones posibles para el banco de pruebas para transformadores.

Conocer las normas de seguridad para este banco.

Identificar los dispositivos a utilizar.

Reconocer los símbolos eléctricos y aplicar los conocimientos adquiridos en la materia.

- **RECURSOS UTILIZADOS**

Banco de pruebas para transformadores.

Instrumentación para: Tensión, Corriente, Potencia, factor de potencia.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Motor trifásico.

Cables de laboratorio.

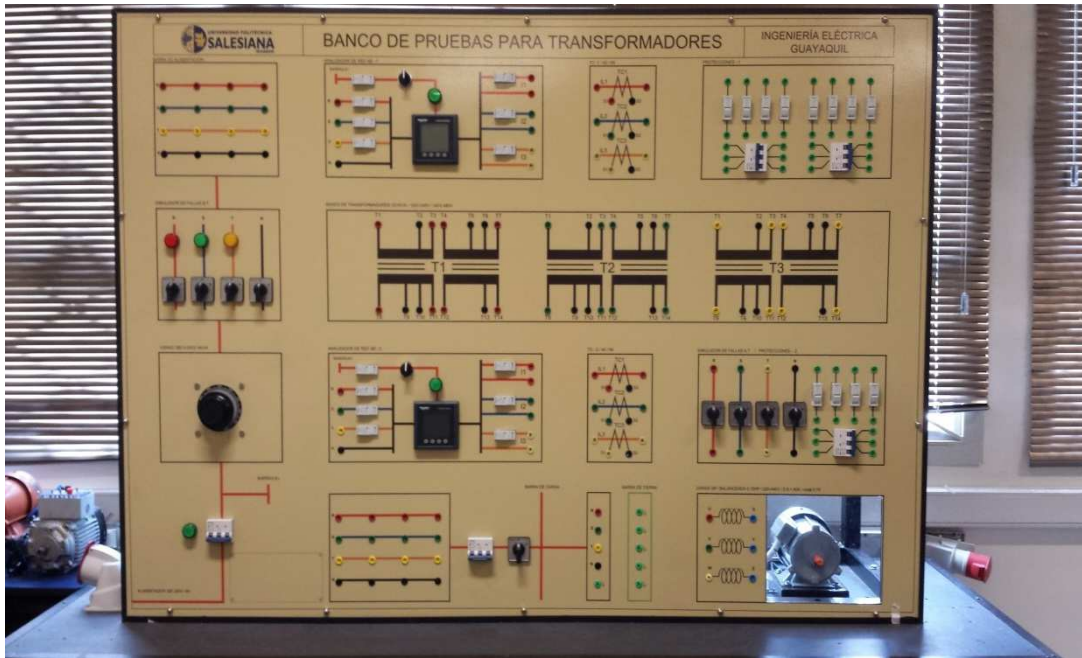


Figura 73 Banco de pruebas para transformadores

Fuente: Los Autores

4.2.3. NORMAS DE SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS.

En la figura 74 mostramos uno de los principales componentes del Banco de pruebas para transformadores, el mismo que suministrara la energía para el accionamiento de los diversos dispositivos que se encuentran en el banco de pruebas.

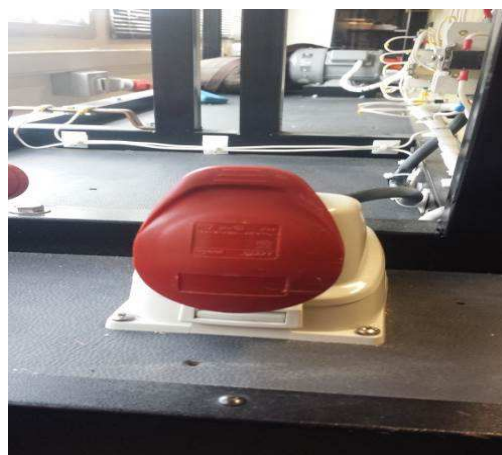


Figura 74 Tomacorriente sobrepuesto para alimentación trifásica

Fuente: Los Autores

Las normas de seguridad que debemos tener en cuenta son:

- a) Para manipular la entrada trifásica del banco de pruebas debe estar desenergizado, verificando que el breaker principal del panel de distribución este en modo off.
- b) Si el breaker del banco de pruebas presenta anomalías bajar inmediatamente el breaker principal y revisar la falla.
- c) No operar los interruptores con las manos mojadas ya que podría haber una descarga eléctrica.



Figura 75 Alimentación trifásica del breaker principal del banco

Fuente: Los Autores

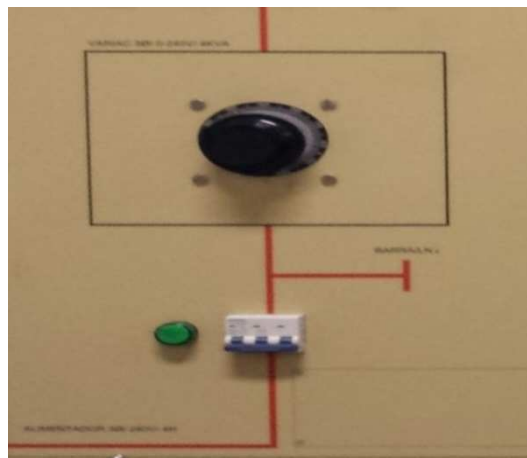


Figura 76 Breaker principal del banco alimentando la fuente variable

Fuente: Los Autores

Verificar que no exista ningun cable suelto ya que esto podria ocasionar accidentes.

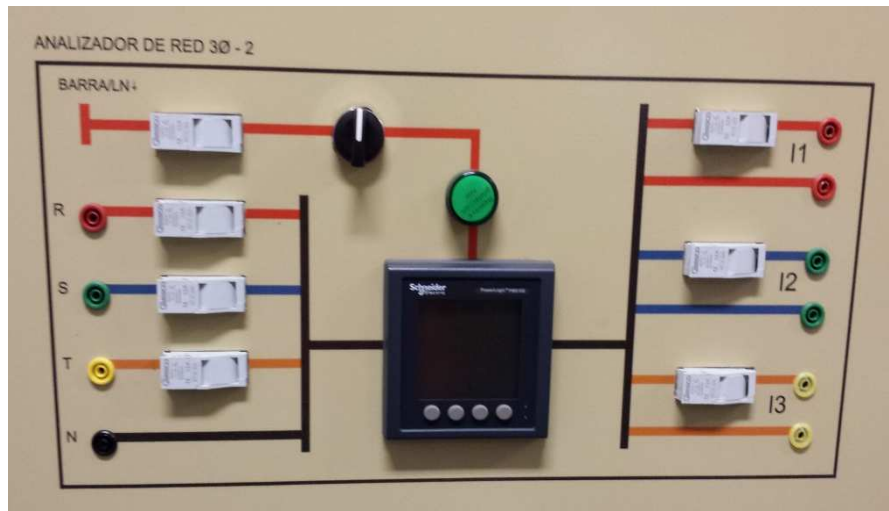


Figura 77 Medidor de energía (Analizador de red 2)

Fuente: Los Autores

En la figura 77 se observa el analizador de red, el cual sirve para verificar las distintas variables eléctricas de voltaje y corriente.

Este dispositivo para medir corriente se les debe conectar los 3 transformadores de corriente de 40A/5A. La utilización de los t/c es para reducir la corriente al interior del analizador por ser un elemento electrónico que soporta corrientes bajas.

Verificar que todo esté conectado correctamente por la parte posterior del banco de pruebas.



Figura 78 Parte posterior del analizador de red

Fuente: Los Autores

Es importante tener en cuenta que los analizadores de red comienzan a medir a partir de los 30 Vac esto se debe por características del dispositivo. Antes de la práctica verificar que los fusibles estén operativos.



Figura 79 Barra de alimentación trifásica

Fuente: Los Autores

En la figura 79 se muestra la barra de alimentación trifásica, la cual sirve para alimentar todos los dispositivos del banco de pruebas. Por motivo de seguridad se recomienda no meter otros objetos que no sea los cables de conexión, ya que si no es así puede ocasionar accidentes; ni puentear las líneas R-S-T, ya que ocasionaría daños a la red trifásica. Todas las borneras tienen continuidad y están listas para ser utilizadas.



Figura 80 Elementos eléctricos de señalización

Fuente: Los Autores

En la figura 80 se puede observar elementos eléctricos de señalización, cuya función es la de mostrar presencia de tensión en la líneas, todas las luces pilotos están probadas con 110Vac y 220Vac, por seguridad verificar que en el parte posterior del banco de pruebas estén todas las luces conectadas a sus respectivas borneras.

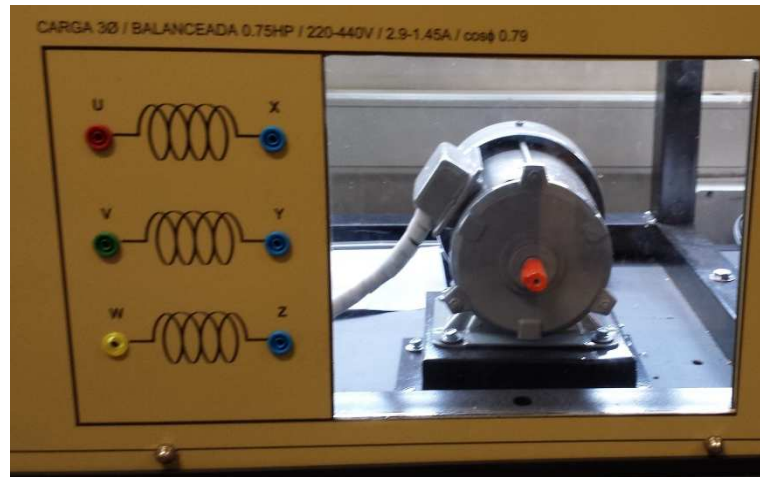


Figura 81 Motor Dalhander

Fuente: Los Autores

Como se puede apreciar en la figura 81, el motor Dalhander es de dos velocidades, tiene sus dos posibles conexiones, puede ser en estrella para baja velocidad, y en delta para mayor velocidad. Para ver los datos técnicos de esta máquina revisar los protocolos de operatividad del motor.



Figura 82 Selector

Fuente: Los Autores

El selector como se puede apreciar en la figura 82 siempre va a estar en modo de apagado (off) hasta que se requiera energizar el centro de carga.

El selector es el que va a soportar toda la corriente. Para proceder a energizar el banco de pruebas, por seguridad no tocar la parte posterior del selector ya que pueden generar accidentes eléctricos como una descarga eléctrica en el cuerpo humano.

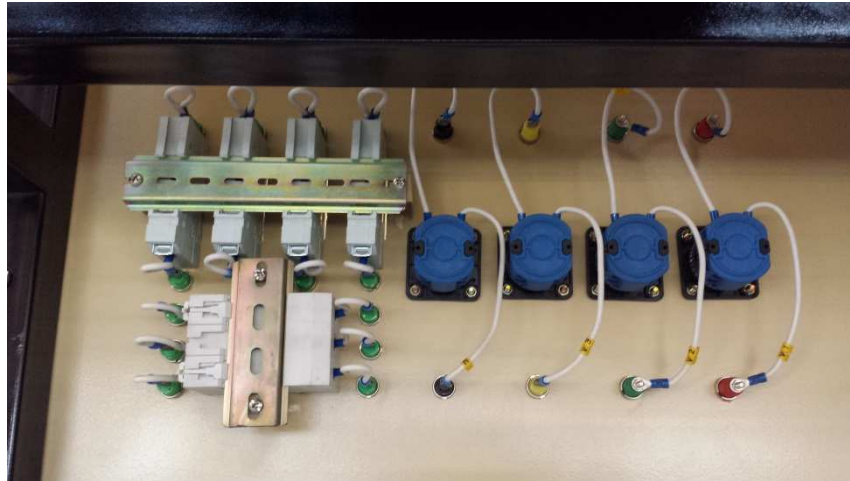


Figura 83 Parte posterior del selector

Fuente: Los Autores

En la parte posterior del selector, como se puede apreciar en la figura 83 las líneas trifásicas están conectadas a este dispositivo con cable #12 AWG, por seguridad no tocar estos puntos de conexión.

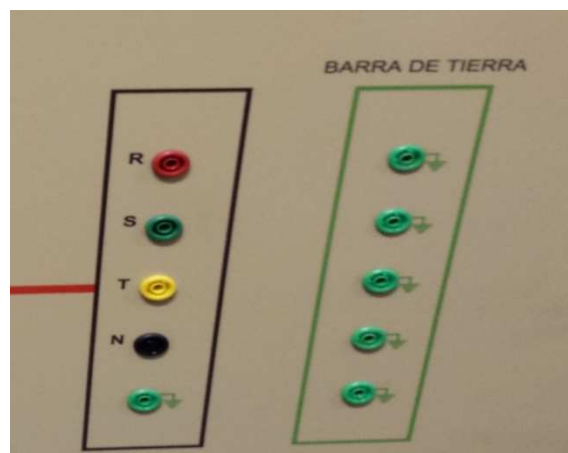


Figura 84 Conexión a tierra

Fuente: Los Autores

La barra de tierra que se muestra en la figura 84, debe ser conectada con la entrada de puesta a tierra del laboratorio para su utilización. Por seguridad no tocar los puentes de conexión de la parte posterior.

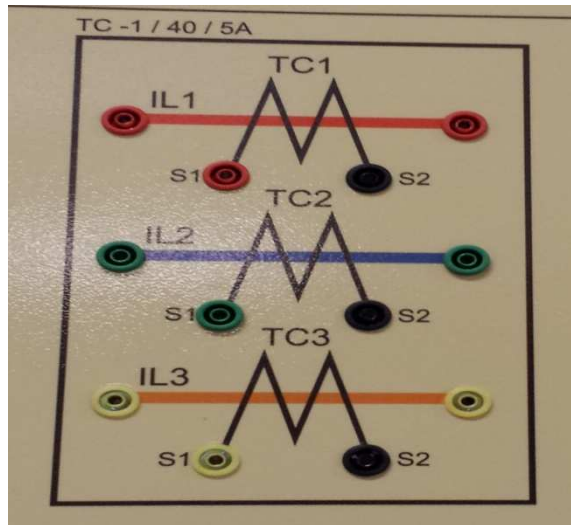


Figura 85 Transformadores de corriente

Fuente: Los Autores

El banco posee un total de 6 transformadores de corriente, de los cuales 3 están conectados cada analizador de red, en la figura 85 se observan un grupo de 3, su relación es de 40/5 Amperios. En la figura 86 podemos apreciar el cableado de los mismos.

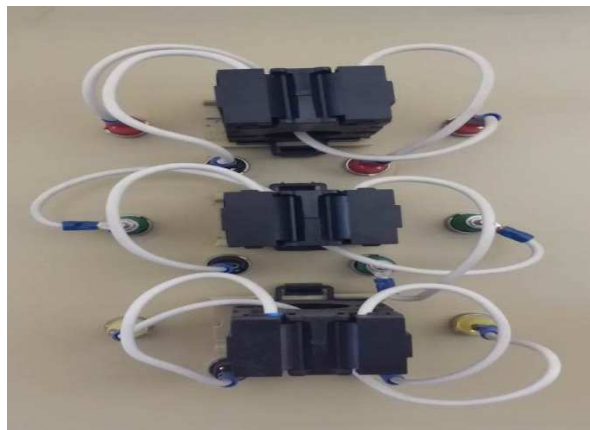


Figura 86 Parte posterior de los transformadores de corriente

Fuente: Los Autores

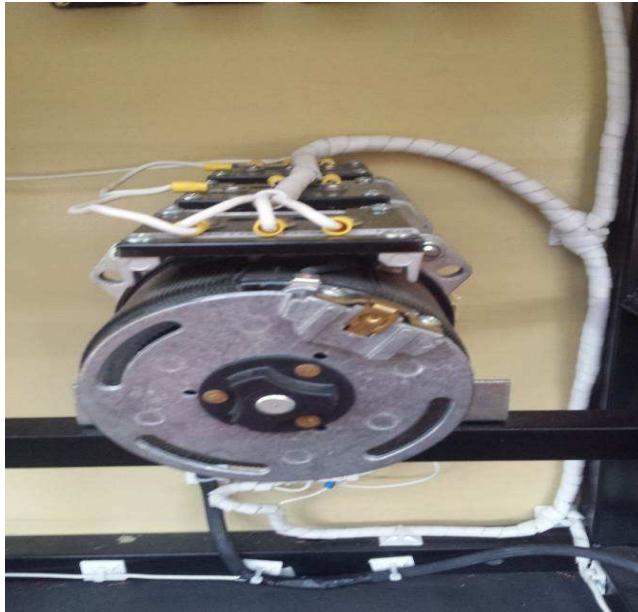


Figura 87 Parte posterior-lateral del Variac

Fuente: Los Autores



Figura 88 Vista Frontal del Variac

Fuente: Los Autores

El Variac sirve para operar distintos voltajes, ya que funciona como una fuente variable. En la figura 87 se observa una parte del lado posterior del equipo, por seguridad no tocar la parte posterior del Variac ya que podría ocasionar accidentes eléctricos, se puede revisar el equipo pero con la respectiva autorización del docente.

4.2.4. NORMAS DE SEGURIDAD CON LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS.

Antes de manipular los elementos electromecánicos tome todas las medidas de precaución que indique el docente.

No utilice cables de conexión en mal estado.

No manipule los equipos a menos que le indique el docente.

Si algún cable de los dispositivos esta suelto indique al docente.

Antes de energizar el banco de pruebas asegúrese que todo este correctamente conectado.

Nunca manipule ninguno de los elementos del banco de control industrial electromecánico con las manos mojadas o húmedas.

No utilice cables parchados o rotos, ya que podría haber accidentes durante las pruebas.

Verifique que las borneras del banco de control industrial electromecánico no estén golpeadas ni rotas.

No tocar la parte posterior del Variac si esta energizado ya que podría sufrir una descarga.

Antes de comenzar a realizar prácticas en el banco de pruebas primero revisar circuitos de control y fuerza.

Si va a realizar cambios a un circuito hágalo des energizado el centro de carga.

Si ve que algún elemento comienza a salir humo baje los breakers inmediatamente e informar al docente.

En caso de falla, se accionan los breakers tanto el del banco de pruebas como el del panel de distribución.

Si no entiende la conexión de algún elemento pedir ayuda al docente.

4.2.5. NORMAS DE SEGURIDAD DENTRO DEL LABORATORIO.

No ingresar alimentos al laboratorio.

No ingresar personas que no sean de la materia de instalaciones.

No manipular equipos dentro del laboratorio si el docente no le autoriza.

No desconectar ningún cable del banco de pruebas.

- **ANEXOS**

Diagrama del Banco de pruebas para transformadores.

Catálogos del fabricante de los equipos en este banco de pruebas.

Normas de seguridad en un laboratorio.

Normas de seguridad en laboratorios de electricidad y electrónica.

- **BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA**

Control de motores eléctricos Gilberto Enríquez Harper.

Sistemas de control de motores eléctricos industriales Ing. Isaías Ventura Nava.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO**

¿Indique que seguridad debe tener con los elementos electromecánicos?

¿Qué elementos electromecánicos son más utilizados a nivel industrial y explique su funcionamiento?

¿Indique que se debe hacer si sale humo de uno de los elementos electromecánicos?

¿Por qué no se debe usar cables rotos?

¿Cuáles son las normas básicas de seguridad industrial?

¿Qué es una descarga eléctrica y explique si esto se puede dar en el laboratorio?

- **OTROS**

Sobre normas de seguridad:

Riesgos eléctricos.

Descargas eléctricas al cuerpo humano.

Sobre protección de dispositivos eléctricos:

Tipos, características, procedencia y costos para protección de los dispositivos electromecánicos.

Sobre diseño de circuitos eléctricos:

Marcas nacionales y extranjeras.

Características técnicas y costos.

Proyecto:

Evaluar y cotizar la instalación de los elementos utilizados en el banco de pruebas para transformadores.

4.3. Práctica No. 2: Comprobación del funcionamiento de los elementos

4.3.1.DATOS INFORMATIVOS

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 2**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.3.2.DATOS DE LA PRÁCTICA

- **TEMA:** Comprobación del funcionamiento de los elementos del banco.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer el funcionamiento del banco de pruebas para transformadores, para realizar las correspondientes prácticas de conexiones trifásicas abiertas y especiales.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Identificar los bloques de elementos que forman el banco de pruebas en cada uno de los elementos que forman cada bloque.

Probar cada uno de los elementos y verificar su correcto funcionamiento.

- **MARCO TEÓRICO**

Funcionamiento de cada dispositivo.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **PROCEDIMIENTO**

Revisar y analizar el correspondiente diagrama del banco de pruebas.

Identificar cada uno de los elementos que forman el banco de pruebas.

Verificar el correcto funcionamiento de cada uno de los elementos, Utilizando el correspondiente protocolo de pruebas.

Tomar las mediciones indicadas y completar las respectivas tablas de pruebas.

Establecer observaciones, comentarios y conclusiones de la práctica.

- **CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO**

Verificar la operatividad de todos los dispositivos del banco de control industrial electromecánico, verificar continuidad en todas las borneras, verificar que no existan cables dañados y dispositivos en mal estado.

- **RECURSOS**

Banco de pruebas para transformadores.

Instrumentación para: Tensión, Corriente, Potencia, Factor de Potencia.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Motor trifásico.

Caja de condensadores

Cables de laboratorio.

- **REGISTRO DE RESULTADOS**

Protocolo de operatividad de fuentes de alimentación.

Protocolo de operatividad de analizadores de red.

Protocolo de operatividad de borneras y conectores.

Protocolo de operatividad de cables de pruebas.

Protocolo de operatividad de luces pilotos.
Protocolo de operatividad de estructura mecánica.
Protocolo de operatividad de fusibles.
Protocolo de operatividad de las clavijas.
Protocolo de operatividad de protecciones.
Protocolo de operatividad del breaker.
Protocolo de operatividad del motor Dalhandler.
Protocolo de operatividad de los transformadores trifásicos.

- **ANEXOS**

Guía de prácticas.
Prácticas para el banco.

- **BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA**

Sistemas de control de motores eléctricos industriales ing. Isaías Cecilio Ventura Nava.
Control de motores eléctricos Gilberto Enríquez Harper.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO**

¿Para qué sirven los dispositivos electromecánicos industriales?
¿Para qué sirven los transformadores?
¿Para qué sirve el variac?
¿Cuántas velocidades tienen un motor Dalhandler?
¿Qué conexiones posibles se le puede realizar al motor del banco?
¿Qué tipos de arranques conoce?

¿Por qué es importante utilizar un condensador para el arranque del motor con alimentación bifásica?

¿Conclusiones del banco de pruebas para transformadores?

- **OTROS**

Sobre construcción de motores y dispositivos eléctricos:

Hierro, características, procedencia, costos.

Tipos de conexión, características, costos.

Fabricante, características, costos.

Sobre protección de transformadores, motores y dispositivos eléctricos:

Tipos, características, procedencia y costos para protección en alta y baja tensión, y en baja velocidad y alta velocidad.

Sobre constructores de transformadores, motores y dispositivos eléctricos:

Marcas nacionales y extranjeras.

Características técnicas y costos

.

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / VARIAC / SERIE : 117 CU-3

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : TOMA DE VALORES DE VOLTAJE A DIFERENTES PORCENTAJES CON MULTÍMETRO FLUKE 374

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
1	V R-S (V) IN	215,8	8%		
2	V S-T (V) IN	215,4	8%		
3	V T-R (V) IN	217,8	8%		
4	V R-S (V) OUT 100%	214	8%		
5	V S-T (V) OUT 100%	215	8%		
6	V T-R (V) OUT 100%	216	8%		
7	V R-S (V) OUT 50%	113	8%		
8	V S-T (V) OUT 50%	114	8%		
9	V T-R (V) OUT 50%	116	8%		
10	V R-S (V) OUT 0%	0	8%		
11	V S-T (V) OUT 0%	0	8%		
12	V T-R (V) OUT 0%	0	8%		
13	ESTRUCTURA METALICA	ACEPTABLE	4%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNOSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 1 Toma de Valores – Variac

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / FUENTE FIJA / SERIE : 555-77

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : TOMA DE VALORES DE VOLTAJE A DIFERENTES PORCENTAJES CON MULTÍMETRO FLUKE 374

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
1	V R-S (V) IN	216	8%		
2	V S-T (V) IN	216	8%		
3	V T-R (V) IN	215	8%		
4	V R-S (V) OUT 100%	215,6	8%		
5	V S-T (V) OUT 100%	218,2	8%		
6	V T-R (V) OUT 100%	215,7	8%		
10	V R-S (V) OUT 0%	0	8%		
11	V S-T (V) OUT 0%	0	8%		
12	V T-R (V) OUT 0%	0	8%		
13	ESTRUCTURA METALICA	ACEPTABLE	4%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNOSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 2 Toma de Valores – Fuente fija

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

**INSTRUMENTACIÓN / ANALIZADOR DE RED 1 / FLUKE 374 / SERIE:
SENTRON PAC 3200**

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : TOMA DE VALORES UTILIZANDO EL MOTOR DALHANDER EN BAJA VELOCIDAD 220VAC L-L

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V R-S (V)	214	7%			EL ANALIZADOR MIDE APARTIR DE LOS 30VAC
2	V S-T (V)	215	7%			
3	V T-R (V)	215	7%			
4	V R-N (V)	125	7%			
5	V S-N (V)	124	7%			
6	V T-N (V)	124	7%			
7	IR (A)	1.2	7%			
8	IS (A)	1.2	7%			
9	IT (A)	1.3	7%			
10	P 3Φ (W)	170	7%			
11	Q3Φ (VAR)	430	7%			

12	S3Φ (VA)	460	7%			
13	fp3Φ	0.37	7%			
14	TC-30/5A	ACEPTABLE	8%			
15	OTROS	ACEPTABLE	7%			
RECOMENDACIONES				PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO		REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNOSTICO				RECIBIDO POR		APROBADO POR :

Tabla 3 Toma de Valores – Analizador de red 1

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

INSTRUMENTACIÓN / ANALIZADOR DE RED 2 / FLUKE 374 / SERIE : SENTRON PAC 3200 **FECHA :**

PRUEBA REALIZADA : TOMA DE VALORES UTILIZANDO EL MOTOR SIEMENS EN ESTRELLA 6 TERMINALES 220VAC L-L

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V R-S (V)	216	7%			
2	V S-T (V)	216	7%			
3	V T-R (V)	216	7%			
4	V R-N (V)	124	7%			
5	V S-N (V)	127	7%			
6	V T-N (V)	124	7%			
7	IR (A)	0.2	7%			
8	IS (A)	0.2	7%			
9	IT (A)	0.2	7%			
10	P 3Φ (W)	40	7%			
11	Q3Φ (VAR)	50	7%			
12	S3Φ (VA)	60	7%			
13	fp3Φ	0.62	7%			
14	TC-30/5A	ACEPTABLE	8%			

15	OTROS	ACEPTABLE	8%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNOSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 4 Toma de Valores – Analizador de red 2

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ELEMENTOS / BORNERAS Y CONECTORES / SERIE : AMERICANA

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y ESFUERZO MECÁNICO

ÍTE M	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
1	SOPORTE	2 TUERCAS	20%		
2	AISLADOR EXTERNO DE BORNERA	FIJO	20%		
3	AISLADOR DE TERMINAL	FIJO	20%		
4	MACHINADO DE TERMINAL	ACEPTABLE	20%		
5	OTROS	ACEPTABLE	20%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNOSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 5 Toma de Valores – Borneras y conectores

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ELEMENTOS / CABLES DE PRUEBA / SERIE : SC1

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y CONDICIÓN EXTERNA

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
1	CONDUCTIVIDAD (OHMS)	0	25%		
2	AISLAMIENTO DE PLUG	ACEPTABLE	25%		
3	AGARRE DEL CABLE	ACEPTABLE	25%		
4	OTROS	ACEPTABLE	25%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNOSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 6 Toma de Valores –Cables de prueba

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / ESTRUCTURA MECÁNICA

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : NIVELACIÓN CON NIVEL DE BURBUJA Y ACABADO ESTÉTICO

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
1	NIVEL HORIZONTAL	ACEPTABLE 10%		
2	NIVEL VERTICAL	ACEPTABLE 10%		
3	PERFIL DE PROTECCIÓN	ACEPTABLE 10%		
4	COBERTURA DE AMORTIGUACIÓN	ACEPTABLE 10%		
5	SOLDADURA	ACEPTABLE 20%		
6	PINTURA	ACEPTABLE 20%		
7	OTROS	ACEPTABLE 20%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DE LA ESTRUCTURA:		REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNOSTICO		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :

Tabla 7 Toma de Valores – Estructura mecánica

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ELEMENTOS / PROTECCIONES / : FUSIBLES 2 AMP / SERIE: CAMSCO RT14-20

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : CONTINUIDAD

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	L+ ANALIZADOR 1	ACEPTABLE	25%			
2	L+ ANALIZADOR 2	ACEPTABLE	50%			
3	OTROS	ACEPTABLE	25%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Tabla 8 Toma de Valores – Fusible 2A

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ELEMENTOS / PROTECCIONES / : FUSIBLES 4 AMP / SERIE: CAMSCO RT14-20

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : CONTINUIDAD

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	ANALIZADOR 1	ACEPTABLE	50%			
2	ANALIZADOR 2	ACEPTABLE	25%			
3	OTROS	ACEPTABLE	25%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Tabla 9 Toma de Valores – Fusible 4A

Fuente: Los Autores



INGENIERIA ELECTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPOS / CLAVIJA 1 / LEGRAND / SERIE : 555-77

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACION DE LINEAS DE VOLTAJE

ITEM	VARIABLE	PATRON / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
1	TOMA FUENTE FIJA	ACEPTABLE	50%		
2	OTROS	ACEPTABLE	50%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNOSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 10 Toma de Valores – Clavija 1

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPOS / CLAVIJA 2 / LEGRAND / SERIE : 555-77

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : VERIFICACIÓN DE LÍNEAS DE VOLTAJE

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
1	TOMA FUENTE VARIABLE	ACEPTABLE	50%		
2	OTROS	ACEPTABLE	50%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 11 Toma de Valores – Clavija 2

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPOS / LUZ PILOTO H1 / ABB / SERIE : CL-523G					FECHA :	
PRUEBA REALIZADA : ENCENDIDO Y APAGADO						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN/FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	CONTACTO X1	ACEPTABLE	40%			
2	CONTACTO X2	ACEPTABLE	40%			
3	OTROS	120-240V	20%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Tabla 12 Toma de Valores – Luz piloto fuente fija

Fuente: Los Autores



INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPOS / LUZ PILOTO H2 / ABB / SERIE : CL-523G

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : ENCENDIDO Y APAGADO

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN/FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	CONTACTO X1	ACEPTABLE	40%			
2	CONTACTO X2	ACEPTABLE	30%			
3	OTROS	120-240V	30%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Tabla 13 Toma de Valores – Luz piloto fuente variable fase R

Fuente: Los Autores



INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPOS / LUZ PILOTO H3 / ABB / SERIE : CL-523G

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : ENCENDIDO Y APAGADO

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN/FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	CONTACTO X1	ACEPTABLE	20%			
2	CONTACTO X2	ACEPTABLE	40%			
3	OTROS	120-240V	40%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Tabla 14 Toma de Valores – Luz piloto fuente variable fase S

Fuente: Los Autores



INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPOS / LUZ PILOTO H4 / ABB / SERIE : CL-523G

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : ENCENDIDO Y APAGADO

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN/FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	CONTACTO X1	ACEPTABLE	20%			
2	CONTACTO X2	ACEPTABLE	40%			
3	OTROS	120-240V	40%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Tabla 15 Toma de Valores – Luz piloto fuente variable fase T

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPOS / LUZ PILOTO H5 / ABB / SERIE : CL-523G

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : ENCENDIDO Y APAGADO

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN/FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	CONTACTO X1	ACEPTABLE	20%			
2	CONTACTO X2	ACEPTABLE	40%			
3	OTROS	120-240V	40%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Tabla 16 Toma de Valores – Luz piloto analizador de red 1

Fuente: Los Autores



INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPOS / LUZ PILOTO H6 / ABB / SERIE : CL-523G

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : ENCENDIDO Y APAGADO

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN/FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	CONTACTO X1	ACEPTABLE	40%			
2	CONTACTO X2	ACEPTABLE	20%			
3	OTROS	120-240V	40%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Tabla 17 Toma de Valores – Luz piloto analizador de red 2

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

**EQUIPO / PROTECCIONES / : TRANSFORMADOR DE CORRIENTE / SERIE: CAMSCO
THRU 1T**

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : TRANSFORMACIÓN DE CORRIENTE

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	LÍNEA	ACEPTABLE	25%			
2	S1-K	ACEPTABLE	25%			
3	S2-I	ACEPTABLE	25%			
4	OTROS	ACEPTABLE	25%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Tabla 18 Toma de Valores – Transformador de corriente

Fuente: Los Autores



INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / PROTECCIONES / : BREAKER 3Ø - 20AMP / SERIE: ABB S203

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : CIERRE Y APERTURA

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
1	CONTACTOS 1,3,5	ACEPTABLE	25%		
2	CONTACTOS 2,4,6	ACEPTABLE	25%		
3	OTROS	ACEPTABLE	50%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 19 Toma de Valores – Breaker 20A

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / PROTECCIONES / : SELECTOR FUENTE FIJA / SERIE: SALZER 63 AMP

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : CIERRE Y APERTURA

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	ENTRADA 1,3 - 5,7	ACEPTABLE	25%			63 AMP
2	SALIDA 4,2 - 8,6	ACEPTABLE	25%			63 AMP
3	INTERRUPTOR	ACEPTABLE	25%			
4	OTROS	ACEPTABLE	25%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Tabla 20 Toma de Valores – Selector simulador de falla en B.T fase R

Fuente: Los Autores



INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / PROTECCIONES / : SELECTOR FUENTE VARIABLE / SERIE: SALZER 32 AMP

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : CIERRE Y APERTURA

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
1	ENTRADA 1,3 - 5,7	ACEPTABLE	25%		32 AMP
2	SALIDA 4,2 - 8,6	ACEPTABLE	25%		32 AMP
3	INTERRUPTOR	ACEPTABLE	25%		
4	OTROS	ACEPTABLE	25%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 21 Toma de Valores – Selector simulador de fallas en B.T fase S

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / PROTECCIONES / : SELECTOR FUENTE FIJA / SERIE: SALZER 63 AMP

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : CIERRE Y APERTURA

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	ENTRADA 1,3 - 5,7	ACEPTABLE	25%			32 AMP
2	SALIDA 4,2 - 8,6	ACEPTABLE	25%			32 AMP
3	INTERRUPTOR	ACEPTABLE	25%			
4	OTROS	ACEPTABLE	25%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Tabla 22 Toma de Valores – Selector simulador de falla en B.T fase T

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / PROTECCIONES / : SELECTOR FUENTE FIJA / SERIE: SALZER 63 AMP

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : CIERRE Y APERTURA

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	ENTRADA 1,3 - 5,7	ACEPTABLE	25%			32 AMP
2	SALIDA 4,2 - 8,6	ACEPTABLE	25%			32 AMP
3	INTERRUPTOR	ACEPTABLE	25%			
4	OTROS	ACEPTABLE	25%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Tabla 23 Toma de Valores – Selector del analizador de red 1

Fuente: Los Autores



INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / PROTECCIONES / : SELECTOR FUENTE FIJA / SERIE: SALZER 32 AMP

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : CIERRE Y APERTURA

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	ENTRADA 1,3 - 5,7	ACEPTABLE	25%			32 AMP
2	SALIDA 4,2 - 8,6	ACEPTABLE	25%			32 AMP
3	INTERRUPTOR	ACEPTABLE	25%			
4	OTROS	ACEPTABLE	25%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Tabla 24 Toma de Valores – Selector del analizador de red 2

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / PROTECCIONES / : SELECTOR FUENTE FIJA / SERIE: SALZER 32 AMP

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : CIERRE Y APERTURA

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
1	ENTRADA 1,3 - 5,7	ACEPTABLE	25%		32 AMP
2	SALIDA 4,2 - 8,6	ACEPTABLE	25%		32 AMP
3	INTERRUPTOR	ACEPTABLE	25%		
4	OTROS	ACEPTABLE	25%		
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :

Tabla 25 Toma de Valores – Selector simulador de falla en A.T fase R

Fuente: Los Autores



INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO / PROTECCIONES / : SELECTOR FUENTE FIJA / SERIE: SALZER 32 AMP

FECHA :

PRUEBA REALIZADA : CIERRE Y APERTURA

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	ENTRADA 1,3 - 5,7	ACEPTABLE	25%			32 AMP
2	SALIDA 4,2 - 8,6	ACEPTABLE	25%			32 AMP
3	INTERRUPTOR	ACEPTABLE	25%			
4	OTROS	ACEPTABLE	25%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Tabla 26 Toma de Valores – Selector simulador de falla en A.T fase S

Fuente: Los Autores



INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / PROTECCIONES / : SELECTOR FUENTE FIJA / SERIE: SALZER 32 AMP					FECHA :	
PRUEBA REALIZADA : CIERRE Y APERTURA						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	ENTRADA 1,3 - 5,7	ACEPTABLE	25%			32 AMP
2	SALIDA 4,2 - 8,6	ACEPTABLE	25%			32 AMP
3	INTERRUPTOR	ACEPTABLE	25%			
4	OTROS	ACEPTABLE	25%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Tabla 27 Toma de Valores – Selector simulador de falla en A.T fase T

Fuente: Los Autores



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR						
INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES						
PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / PROTECCIONES / : SELECTOR FUENTE FIJA / SERIE: SALZER 32 AMP					FECHA :	
PRUEBA REALIZADA : CIERRE Y APERTURA						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	ENTRADA 1,3 - 5,7	ACEPTABLE	25%			32 AMP
2	SALIDA 4,2 - 8,6	ACEPTABLE	25%			32 AMP
3	INTERRUPTOR	ACEPTABLE	25%			
4	OTROS	ACEPTABLE	25%			
RECOMENDACIONES:		PORCENTAJE DE OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:				REALIZADO POR :
RESPONSABLE DEL DIAGNÓSTICO		RECIBIDO POR :				APROBADO POR :

Tabla 28 Toma de Valores – Selector simulador de falla en A.T Neutro

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

**PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO**

EQUIPO / MOTOR DALHANDER / SERIE : DALHANDER

FECHA :

PRUEBA REALIZADA: ARRANQUE DIRECTO CONECTADO EN ESTRELLA 220VAC L-L, BAJA VELOCIDAD Y ALTA VELOCIDAD 440VAC L-L, CONECTADO EN DELTA.

ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÒSTICO		OBSERVACIONES
1	V U-V (V)	206	7%			
2	V V-W (V)	207	7%			
3	V W-U (V)	209	7%			
4	V X-Y (V)	206	7%			
5	V Y-Z (V)	207	7%			
6	V Z-X (V)	209	7%			
7	IU (A)	1.2	7%			
8	IV (A)	1.1	7%			
9	IW (A)	1.2	7%			
10	IX (A)	1.6	7%			
11	IY (A)	1.5	7%			
12	IZ (A)	1.6	7%			
13	P 3Φ (W)	170	7%			ARRANQUE DIRECTO EN BAJA VELOCIDAD 220VL-L
14	Q3Φ (VAR)	390	7%			ARRANQUE DIRECTO EN BAJA VELOCIDAD 220VL-L
15	S3Φ (VA)	430	2%			ARRANQUE DIRECTO EN BAJA VELOCIDAD 220VL-L

RECOMENDACIONES:	% OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:	REALIZADO POR :
RESPONSABLE:	RECIBIDO POR :	APROBADO POR :

Tabla 29 Toma de Valores – Motor Dalhander

Fuente: Los Autores



INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
EQUIPO / TRANSFORMADOR MONOFÁSICO T1 -1KVA / SERIE :			FECHA :		
PRUEBA REALIZADA : PRUEBA DE RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN					
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE		DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
		374			
1	V R-S (V) IN	120	7%		
2	V R-S (V) OUT		7%		
3	V S-T (V) IN	120	7%		
4	V S-T (V) OUT		7%		
5	V T-R (V) IN	120	7%		
6	V T-R (V) OUT		7%		
7	IR (A) IN		7%		
8	IR (A) OUT		7%		
9	IS (A) IN		7%		
10	IS (A) OUT		7%		
11	IT (A) IN		15%		
12	IT (A) OUT		15%		
RECOMENDACIONES:		% OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :	
RESPONSABLE:		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :	

Tabla 30 Toma de Valores – Transformador monofásico T1

Fuente: Los Autores



INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / TRANSFORMADOR MONOFÁSICO T2 -1KVA / SERIE :			FECHA :			
PRUEBA REALIZADA : PRUEBA DE RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V R-S (V) IN	120	7%			
2	V R-S (V) OUT		7%			
3	V S-T (V) IN	120	7%			
4	V S-T (V) OUT		7%			
5	V T-R (V) IN	120	7%			
6	V T-R (V) OUT		7%			
7	IR (A) IN		7%			
8	IR (A) OUT		7%			
9	IS (A) IN		7%			
10	IS (A) OUT		7%			
11	IT (A) IN		15%			
12	IT (A) OUT		15%			
RECOMENDACIONES:		% OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Tabla 31 Toma de Valores – Transformador monofásico T2

Fuente: Los Autores



INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / TRANSFORMADOR MONOFÁSICO T3 -1KVA / SERIE :				FECHA :		
PRUEBA REALIZADA : PRUEBA DE RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V R-S (V) IN	120	7%			
2	V R-S (V) OUT		7%			
3	V S-T (V) IN	120	7%			
4	V S-T (V) OUT		7%			
5	V T-R (V) IN	120	7%			
6	V T-R (V) OUT		7%			
7	IR (A) IN		7%			
8	IR (A) OUT		7%			
9	IS (A) IN		7%			
10	IS (A) OUT		7%			
11	IT (A) IN		15%			
12	IT (A) OUT		15%			
RECOMENDACIONES:		% OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Tabla 32 Toma de Valores – Transformador monofásico T3

Fuente: Los Autores



INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / TRANSFORMADOR MONOFÁSICO T1- 1KVA / SERIE :				FECHA :		
PRUEBA REALIZADA : PRUEBA DE POLARIDAD						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V T1-T4 (V) PRUEBA (IN)	120	20%			VCC: VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO (PUENTE)
2	VCC T1-T8 (V) MEDIDO		20%			
3	V T4-T11(V) MEDIDO (OUT)		20%			SUSTRACTIVO
4	V T5-T12 (V) PRUEBA (IN)		20%			
5	VCC T5-T12 (V) MEDIDO		10%			
6	V T7-T14(V) MEDIDO (OUT)		10%			SUSTRACTIVO
						NOTA: TERMINALES T1=X1 ; T4=X2 , T7=H1 ;T14=H2
						CONCLUSIÓN → SUSTRACTIVO – SUSTRACTIVO
RECOMENDACIONES:		% OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Tabla 33 Toma de Valores – Transformador monofásico T1

Fuente: Los Autores



INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / TRANSFORMADOR MONOFÁSICO T2- 1KVA / SERIE :			FECHA :			
PRUEBA REALIZADA : PRUEBA DE POLARIDAD						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V T1-T4 (V) PRUEBA (IN)	120	20%			VCC: VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO (PUENTE)
2	VCC T1-T8 (V) MEDIDO		20%			
3	V T4-T11(V) MEDIDO (OUT)		20%			ADITIVO
4	V T5-T12 (V) PRUEBA (IN)		20%			
5	VCC T5-T12 (V) MEDIDO		10%			
6	V T7-T14(V) MEDIDO (OUT)		10%			SUSTRATIVO
						NOTA: TERMINALES T4=X1 ; T1=X2 , T7=H1 ;T14=H2
						CONCLUSIÓN → ADITIVO – SUSTRATIVO
RECOMENDACIONES:		% OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:		REALIZADO POR :		
RESPONSABLE:		RECIBIDO POR :		APROBADO POR :		

Tabla 34 Toma de Valores – Transformador monofásico T2

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / TRANSFORMADOR MONOFÁSICO T3- 1KVA / SERIE :				FECHA :		
PRUEBA REALIZADA : PRUEBA DE POLARIDAD						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V T1-T4 (V) PRUEBA (IN)	120	20%			VCC: VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO (PUENTE)
2	VCC T1-T8 (V) MEDIDO		20%			
3	V T4-T11(V) MEDIDO (OUT)		20%			SUSTRACTIVO
4	V T5-T12 (V) PRUEBA (IN)		20%			
5	VCC T5-T12 (V) MEDIDO		10%			
6	V T7-T14(V) MEDIDO (OUT)		10%			SUSTRACTIVO
						NOTA: TERMINALES T1=X1 ; T4=X2 , T7=H1 ;T14=H2
						CONCLUSIÓN → SUSTRACTIVO – SUSTRACTIVO
RECOMENDACIONES:		% OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Tabla 35 Toma de Valores – Transformador monofásico T3

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / TRANSFORMADOR MONOFÁSICO T1- 1KVA / SERIE :				FECHA :		
PRUEBA REALIZADA : PRUEBA DE CORTOCIRCUITO						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V T1-T4 (V) PRUEBA (IN)	120	20%			VCC: VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO (PUENTE)
2	VCC T1-T8 (V) MEDIDO		20%			
3	V T4-T11(V) MEDIDO (OUT)		20%			SUSTRACTIVO
4	V T5-T12 (V) PRUEBA (IN)		20%			
5	VCC T5-T12 (V) MEDIDO		10%			
6	V T7-T14(V) MEDIDO (OUT)		10%			SUSTRACTIVO
						NOTA: TERMINALES T1=X1 ; T4=X2 , T7=H1 ;T14=H2
						CONCLUSIÓN → SUSTRACTIVO – SUSTRACTIVO
RECOMENDACIONES:		% OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Tabla 36 Toma de Valores – Transformador monofásico T1

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / TRANSFORMADOR MONOFÁSICO T2- 1KVA / SERIE :				FECHA :		
PRUEBA REALIZADA : PRUEBA DE CORTOCIRCUITO						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V T1-T4 (V) PRUEBA (IN)	120	20%			VCC: VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO (PUENTE)
2	VCC T1-T8 (V) MEDIDO		20%			
3	V T4-T11(V) MEDIDO (OUT)		20%			SUSTRATIVO
4	V T5-T12 (V) PRUEBA (IN)		20%			
5	VCC T5-T12 (V) MEDIDO		10%			
6	V T7-T14(V) MEDIDO (OUT)		10%			SUSTRATIVO
						NOTA: TERMINALES T4=X1 ; T1=X2 , T7=H1 ;T14=H2
						CONCLUSIÓN → ADITIVO – SUSTRATIVO
RECOMENDACIONES:		% OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Tabla 37 Toma de Valores – Transformador monofásico T2

Fuente: Los Autores



INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / TRANSFORMADOR MONOFÁSICO T3- 1KVA / SERIE :				FECHA :		
PRUEBA REALIZADA : PRUEBA DE CORTOCIRCUITO						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V T1-T4 (V) PRUEBA (IN)	120	20%			VCC: VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO (PUENTE)
2	VCC T1-T8 (V) MEDIDO		20%			
3	V T4-T11(V) MEDIDO (OUT)		20%			SUSTRACTIVO
4	V T5-T12 (V) PRUEBA (IN)		20%			
5	VCC T5-T12 (V) MEDIDO		10%			
6	V T7-T14(V) MEDIDO (OUT)		10%			SUSTRACTIVO
						NOTA: TERMINALES T1=X1 ; T4=X2 , T7=H1 ;T14=H2
						CONCLUSIÓN → SUSTRACTIVO – SUSTRACTIVO
RECOMENDACIONES:		% OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Tabla 38 Toma de Valores – Transformador monofásico T3

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / TRANSFORMADOR MONOFÁSICO T1- 1KVA / SERIE :				FECHA :		
PRUEBA REALIZADA : PRUEBA DE CIRCUITO ABIERTO						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V T1-T4 (V) PRUEBA (IN)	120	20%			VCC: VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO (PUENTE)
2	VCC T1-T8 (V) MEDIDO		20%			
3	V T4-T11(V) MEDIDO (OUT)		20%			SUSTRACTIVO
4	V T5-T12 (V) PRUEBA (IN)		20%			
5	VCC T5-T12 (V) MEDIDO		10%			
6	V T7-T14(V) MEDIDO (OUT)		10%			SUSTRACTIVO
						NOTA: TERMINALES T1=X1 ; T4=X2 , T7=H1 ;T14=H2
						CONCLUSIÓN → SUSTRACTIVO – SUSTRACTIVO
RECOMENDACIONES:		% OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Tabla 39 Toma de Valores – Transformador monofásico T1

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / TRANSFORMADOR MONOFÁSICO T2- 1KVA / SERIE :				FECHA :		
PRUEBA REALIZADA : PRUEBA DE CIRCUITO ABIERTO						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V T1-T4 (V) PRUEBA (IN)	120	20%			VCC: VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO (PUENTE)
2	VCC T1-T8 (V) MEDIDO		20%			
3	V T4-T11(V) MEDIDO (OUT)		20%			SUSTRACTIVO
4	V T5-T12 (V) PRUEBA (IN)		20%			
5	VCC T5-T12 (V) MEDIDO		10%			
6	V T7-T14(V) MEDIDO (OUT)		10%			SUSTRACTIVO
						NOTA: TERMINALES T4=X1 ; T1=X2 , T7=H1 ;T14=H2
						CONCLUSIÓN → ADITIVO – SUSTRACTIVO
RECOMENDACIONES:		% OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Tabla 40 Toma de Valores – Transformador monofásico T2

Fuente: Los Autores

INGENIERÍA ELÉCTRICA / SEDE GUAYAQUIL / LABORATORIO DE TRANSFORMADORES

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
EQUIPO / TRANSFORMADOR MONOFÁSICO T3- 1KVA / SERIE :				FECHA :		
PRUEBA REALIZADA : PRUEBA DE CIRCUITO ABIERTO						
ÍTEM	VARIABLE	PATRÓN / FLUKE 374		DIAGNÓSTICO		OBSERVACIONES
1	V T1-T4 (V) PRUEBA (IN)	120	20%			VCC: VOLTAJE DE CORTOCIRCUITO (PUENTE)
2	VCC T1-T8 (V) MEDIDO		20%			
3	V T4-T11(V) MEDIDO (OUT)		20%			SUSTRACTIVO
4	V T5-T12 (V) PRUEBA (IN)		20%			
5	VCC T5-T12 (V) MEDIDO		10%			
6	V T7-T14(V) MEDIDO (OUT)		10%			SUSTRACTIVO
						NOTA: TERMINALES T1=X1 ; T4=X2 , T7=H1 ;T14=H2
						CONCLUSIÓN → SUSTRACTIVO – SUSTRACTIVO
RECOMENDACIONES:		% OPERATIVIDAD DEL DISPOSITIVO:			REALIZADO POR :	
RESPONSABLE:		RECIBIDO POR :			APROBADO POR :	

Tabla 41 Toma de Valores – Transformador monofásico T3

Fuente: Los Autores

4.4. Práctica No. 3: Conexión Δ abierta con carga resistiva.

4.4.1.DATOS INFORMATIVOS

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 3**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.4.2.DATOS DE LA PRÁCTICA

- **TEMA:** Conexión Δ – abierta con carga resistiva.

- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer la conexión y la forma de obtener potencia trifásica a partir de dos transformadores monofásicos formando un banco Δ abierta, para suministrar energía eléctrica trifásica a cargas resistivas.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Realizar la conexión normal $\Delta - \Delta$ en el Tablero de Pruebas.

Simular la falla de una de sus fases en el lado secundario y por ende el fuera de servicio de uno de sus transformadores del banco, para proceder a realizar la conexión Δ abierta, que es el objetivo principal de la práctica.

Comprender el funcionamiento y comportamiento de la conexión sin carga y con carga resistiva conectada en estrella y luego en delta.

- **MARCO TEÓRICO**

Funcionamiento de cada dispositivo.

Conexión Δ abierta

Tipos de carga: Carga resistiva.

Esquema de un circuito de conexión en estrella y en delta con carga resistiva.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **PROCEDIMIENTO**

Verificar que el tablero se encuentre libre de objetos que puedan obstaculizar el ambiente para la ejecución de la práctica. Y también objetos que puedan ser capaces de formar contactos indirectos con terminales o equipos que podrían causar cortocircuitos, principalmente revisar en la parte posterior del módulo de pruebas.

Realizar la energización del tablero a través del cable de poder, conectando primeramente una de sus clavijas en el toma del tablero, y después la otra clavija en el toma de alimentación. Para luego proceder a accionar los breakers de alimentación y el breaker principal del módulo de pruebas.

Revisar el banco y verificar que bloques vamos a tomar para el diagrama correspondiente.

Una vez verificado e identificado los elementos, procedemos a realizar la conexión normal $\Delta - \Delta$.

Luego simularemos la ausencia de una de sus fases en el lado de alta, colocando el selector en off en una de sus fases en el bloque de simulación de fallas en alta.

Proceder a realizar la conexión Δ abierta sacando de operación el transformador cuya fase fue removida durante la simulación de falla.

Utilizar 120 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en estrella, y utilizar 60 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en delta.

Tomar las mediciones adecuadas de parámetros nominales y con carga (voltajes, corrientes, potencias), tanto de entrada como de salida y realizar un análisis comparativo con la parte teórica y con los valores calculados.

Establecer recomendaciones, observaciones y conclusiones de las prácticas.

- **RECURSOS**

Banco de pruebas para transformadores con conexiones abiertas y especiales.

Instrumentación para: Tensión, Corriente, Potencia, Factor de potencia, Fasores.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Equipo de carga resistiva del laboratorio (ECO TRI 3x100 Ω / 3x2,5A/ 600V).

Cables de laboratorio.

- **REGISTRO DE RESULTADOS**

Tabla No.1 para la prueba No. 1: valores nominales y calculados sin carga.

Tabla No.2 para la prueba No. 2: valores medidos sin carga.

Tabla No.3 para la prueba No. 3: valores calculados con 3 cargas resistivas de 100 Ω conectadas en estrella.

Tabla No.4 para la prueba No. 4: valores medidos con 3 cargas resistivas de 100 Ω conectadas en estrella.

Tabla No.5 para la prueba No. 5: tabla de valores calculados con 3 cargas resistivas de 100 Ω conectadas en delta.

Tabla No.6 para la prueba No. 6: valores medidos con 3 cargas resistivas de 100 Ω conectadas en delta.

Cuestionario de preguntas.

Observaciones, comentarios, conclusiones.

Protocolo de operatividad de protecciones.

- **ANEXOS**

Diagramas de conexión $\Delta - \Delta$.

Diagrama de conexión Δ abierta.

Diagrama de cableado.

Diagrama unifilar

Tablas para valores calculados.

Tablas para valores medidos.

- **BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA**

http://tecdigital.tec.ac.cr/file/2725482/Gu%C3%ADa_de_Laboratorio_de_Electricidad_II.pdf

<http://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/01/Practicas-Transformadores-2011.pdf>

Sistemas de control de motores eléctricos industriales ing. Isaías Cecilio Ventura Nava.

Control de motores eléctricos Gilberto Enríquez Harper.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO**

¿Cuál es la importancia de realizar este tipo de conexión?

¿En qué casos y en qué áreas normalmente se aplica esta conexión?

¿Mencione las ventajas y desventajas más relevantes de la conexión Δ abierta?

¿Realizar un análisis y comparación sobre la conexión Δ abierta conectada con carga resistiva tanto en estrella y delta?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Δ abierta, y realizar los cálculos respectivos con valores nominales y sin carga?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Δ abierta, y realizar los cálculos respectivos con carga resistiva de 100Ω conectada en estrella y luego en delta?

¿Conclusiones de esta práctica?

- **OTROS**

Sobre fabricación de transformadores y dispositivos eléctricos:

Hierro, características, procedencia, costos.

Tipos de conexión, características, costos.

Fabricante, características, costos.

Sobre protección de transformadores y dispositivos eléctricos:

Tipos, características, procedencia y costos para protección en baja tensión y en alta tensión.

Sobre fabricantes de transformadores y dispositivos eléctricos:

Marcas nacionales y extranjeras.

Características técnicas y costos.

BARRA DE ALIMENTACION

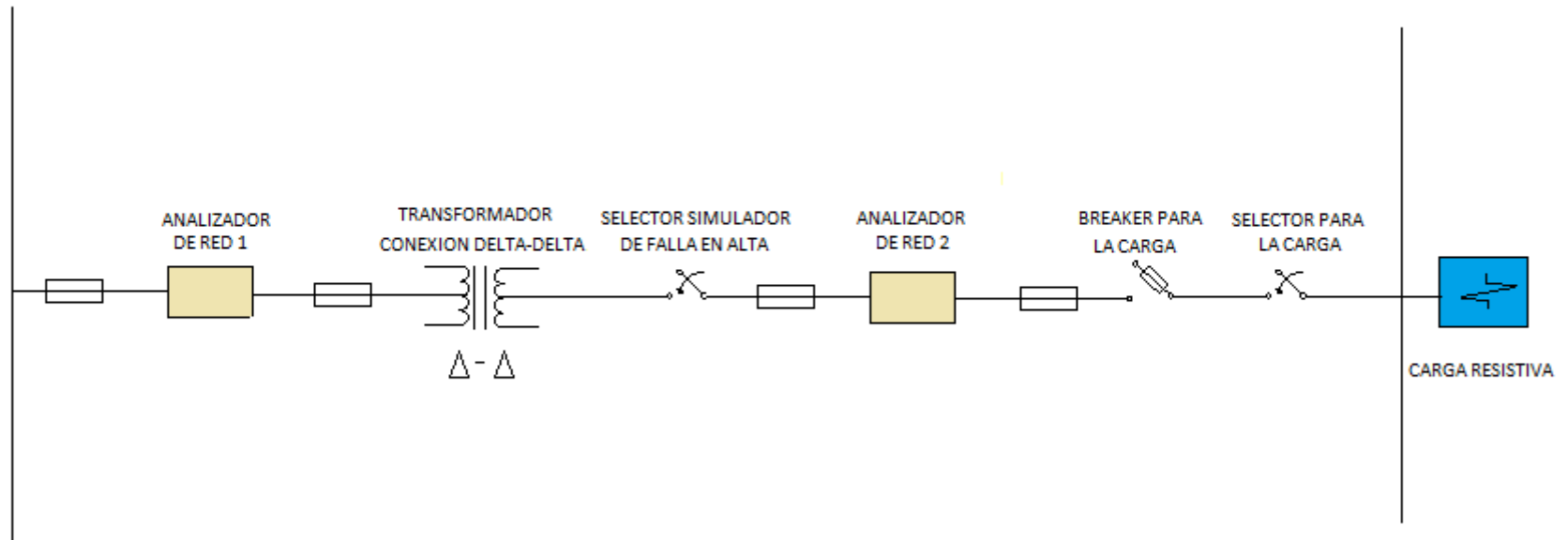


Figura 89 Diagrama unifilar de la conexión $\Delta - \Delta$ con carga resistiva

Fuente: Los Autores

BARRA DE ALIMENTACION

BARRA DE CARGA

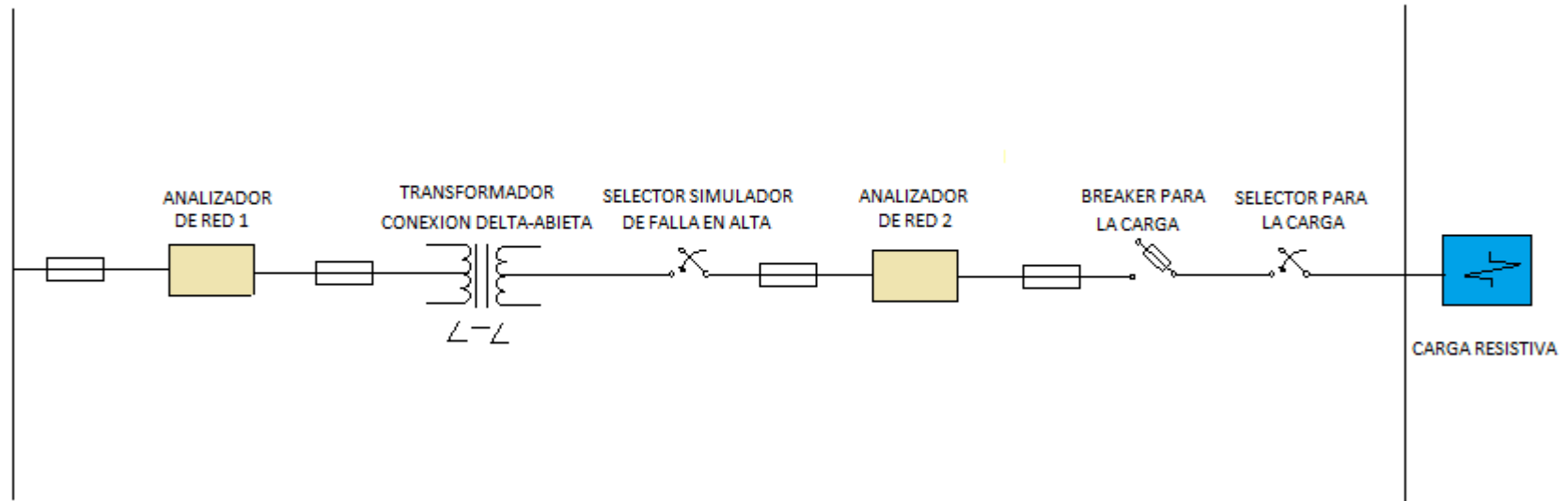


Figura 90 Diagrama unifilar de la conexión Δ abierta con carga resistiva

Fuente: Los Autores

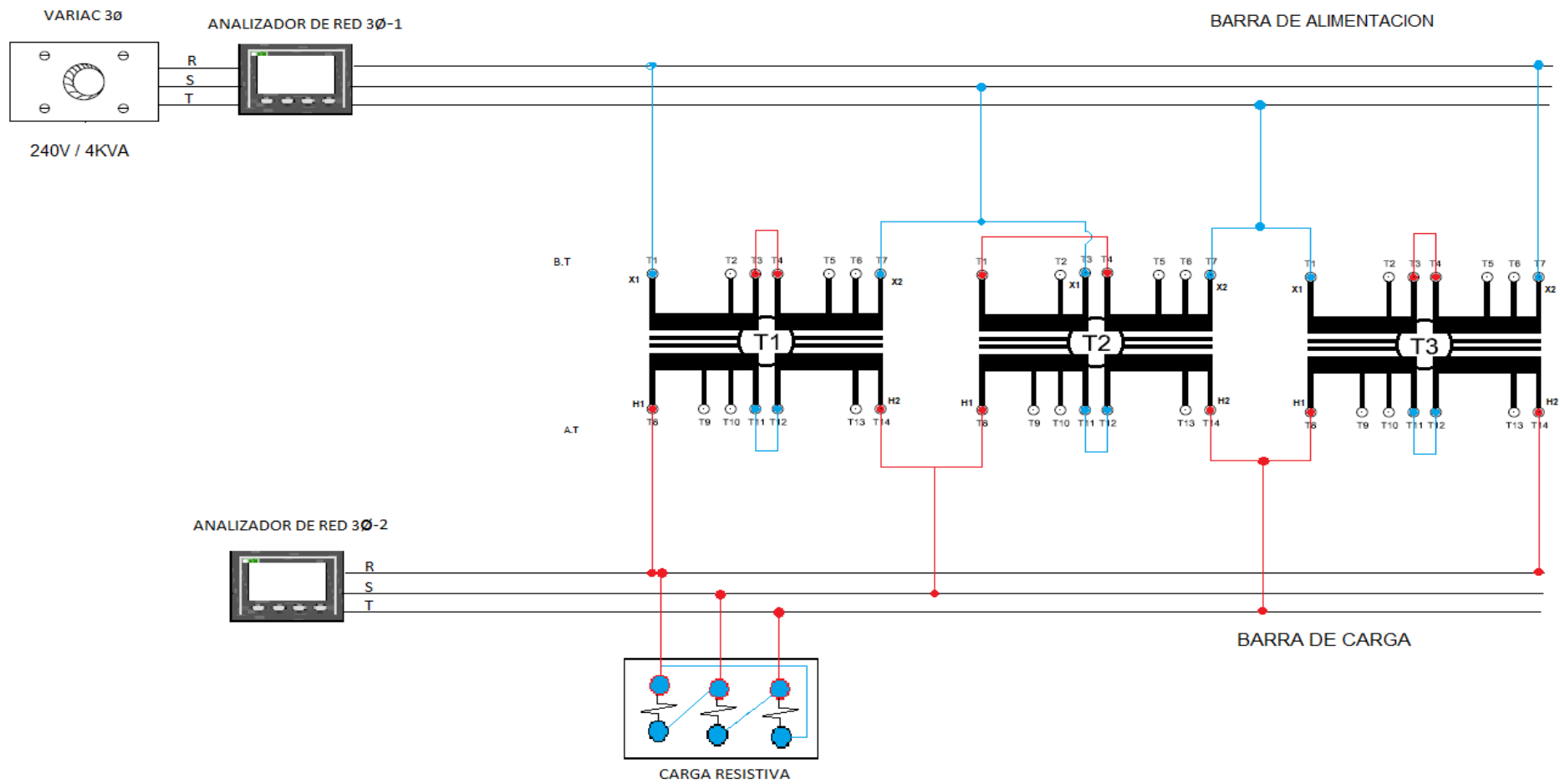


Figura 91 Diagrama de conexión y cableado $\Delta - \Delta$ con carga resistiva conectada en delta

Fuente: Los Autores

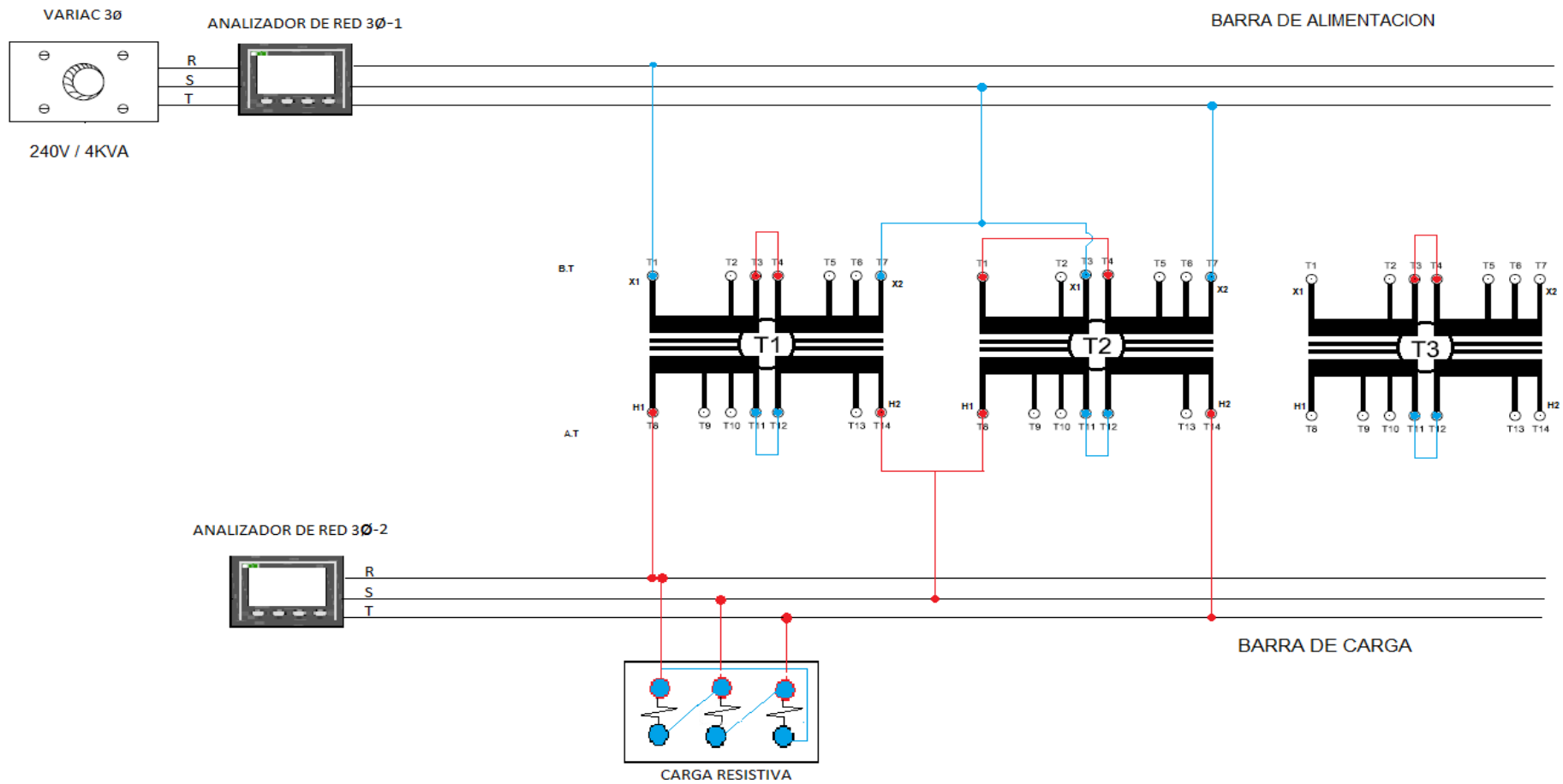


Figura 92 Diagrama de conexión y cableado Δ abierta con carga resistiva conectada en delta

Fuente: Los Autores

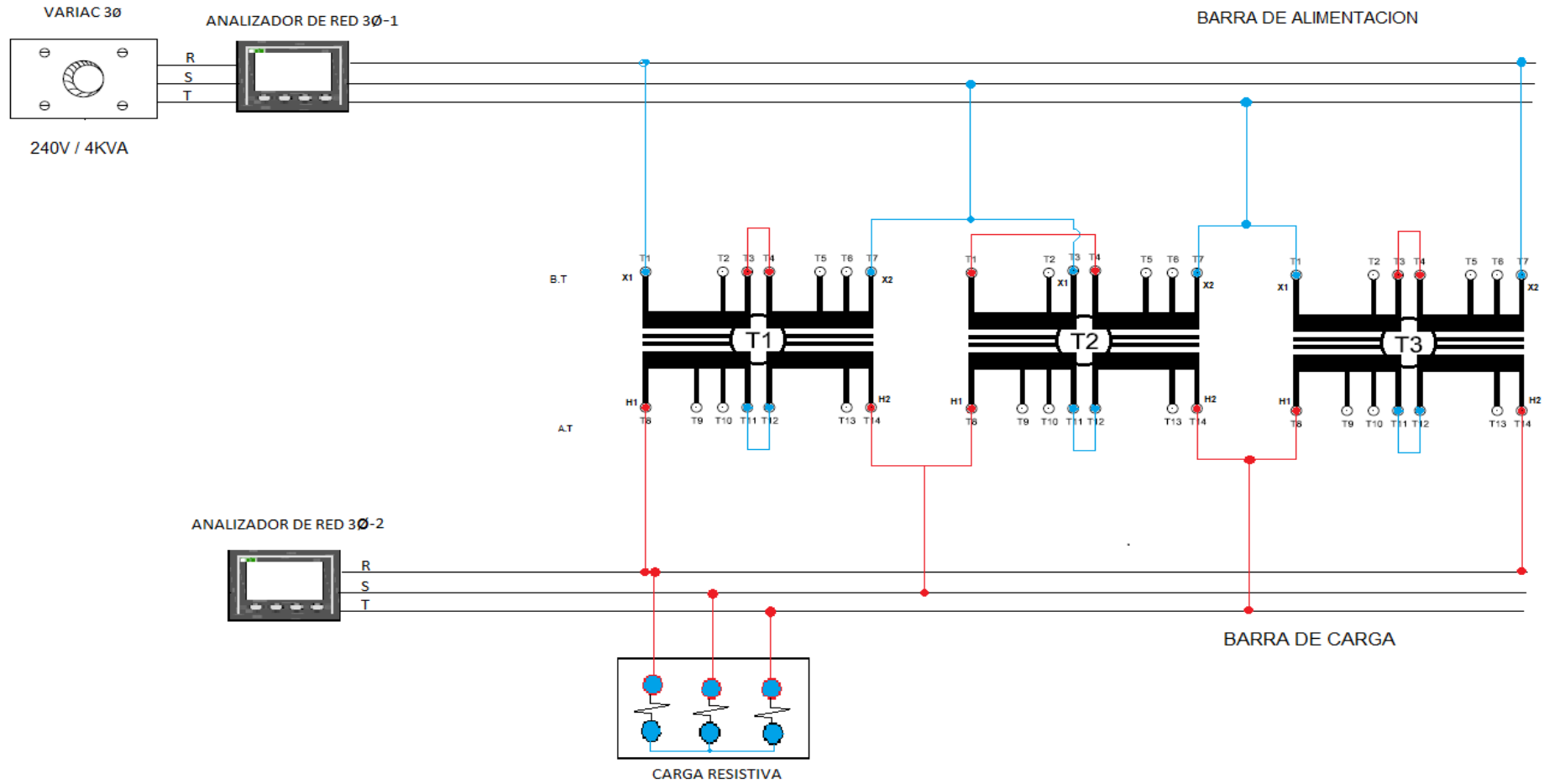


Figura 93 Diagrama de conexión y cableado $\Delta - \Delta$ con carga resistiva conectada en estrella

Fuente: Los Autores

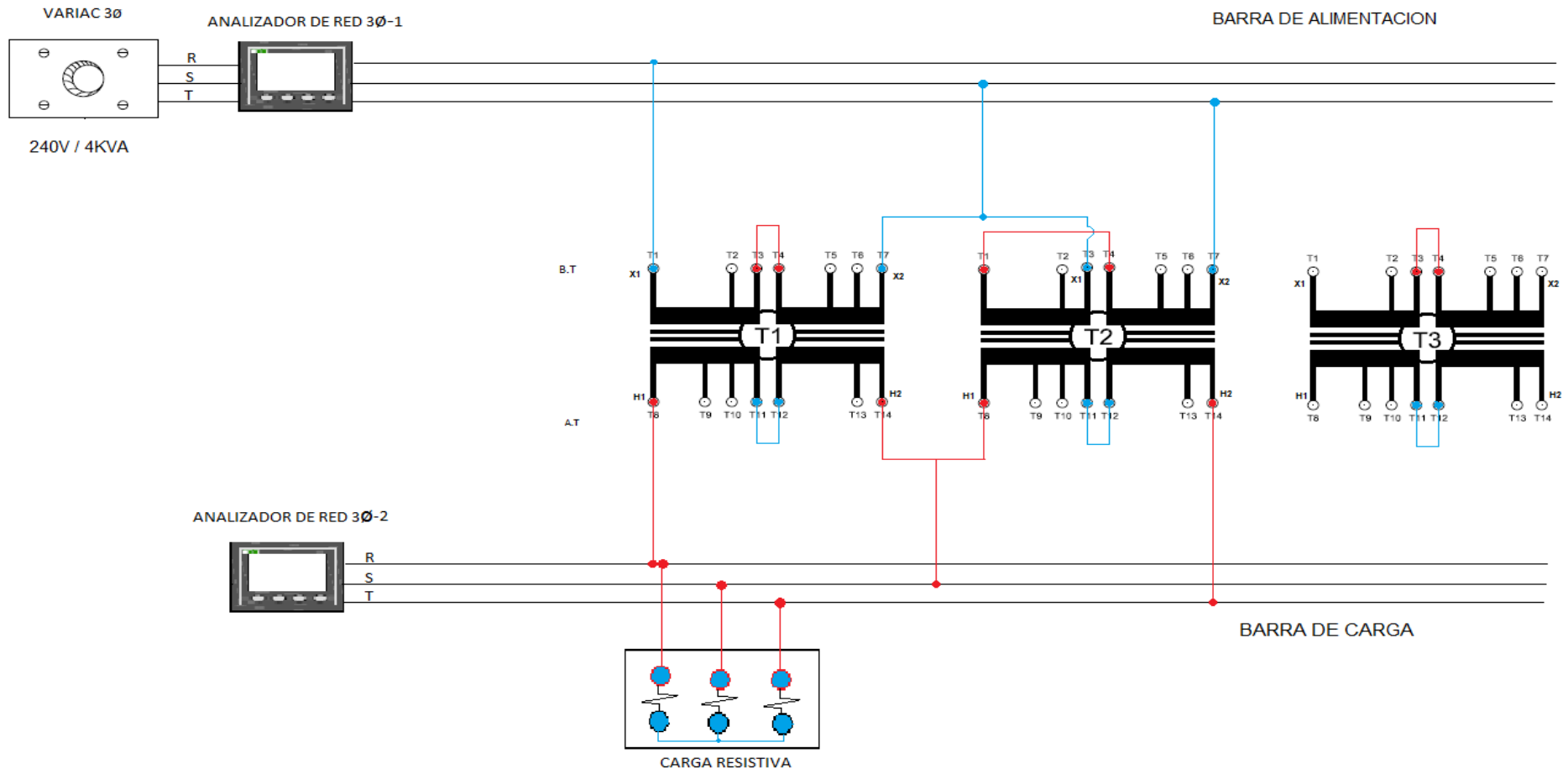


Figura 94 Diagrama de conexión Δ abierta y cableado con carga resistiva conectada en estrella

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.1: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.1: VALORES NOMINALES Y CALCULADOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 42 Registro de Prueba No.1 Práctica 3

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.2: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.2: VALORES MEDIDOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 43 Registro de Prueba No.2 Práctica 3

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.3: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.3: VALORES CALCULADOS CON 3 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS EN ESTRELLA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 44 Registro de Prueba No.3 Práctica 3

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.4: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.4: VALORES MEDIDOS CON 3 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS EN ESTRELLA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 45 Registro de Prueba No.4 Práctica 3

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.5: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.5: TABLA DE VALORES CALCULADOS CON 3 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS EN DELTA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 46 Registro de Prueba No.5 Práctica 3

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.6: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.6: VALORES MEDIDOS CON 3 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS EN DELTA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 47 Registro de Prueba No.6 Práctica 3

Fuente: Los Autores

4.5. Práctica No.4: Conexión Δ abierta con carga inductiva.

4.5.1.DATOS INFORMATIVOS

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 4**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.5.2.DATOS DE LA PRÁCTICA

- **TEMA:** Conexión Δ abierta con carga inductiva
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer la conexión y la forma de obtener potencia trifásica a partir de dos transformadores monofásicos formando un banco Δ abierta.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Realizar la conexión normal $\Delta - \Delta$ en el Tablero de Pruebas.

Simular la falla de una de sus fases en el lado secundario y por ende el fuera de servicio de uno de sus transformadores del banco, para proceder a realizar la conexión Δ abierta, que es el objetivo principal de la práctica.

Comprender el funcionamiento y comportamiento de la conexión sin carga y con carga inductiva (motor 3 \emptyset 220/440V- 0,75HP incluido en el banco de pruebas) conectada en estrella y luego en delta.

- **MARCO TEÓRICO**

Funcionamiento de cada dispositivo.

Conexión Δ abierta

Tipos de carga: Carga inductiva, (motor del banco)

Esquema de un circuito de conexión en estrella y en delta con carga inductiva.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

• PROCEDIMIENTO

Verificar que el tablero se encuentre libre de objetos que puedan obstaculizar el ambiente para la ejecución de la práctica. Y también objetos que puedan ser capaces de formar contactos indirectos con terminales o equipos que podrían causar cortocircuitos, principalmente revisar en la parte posterior del módulo de pruebas.

Realizar la energización del tablero a través del cable de poder, conectando primeramente una de sus clavijas en el toma del tablero, y después la otra clavija en el toma de alimentación. Para luego proceder a accionar los breakers de alimentación y el breaker principal del módulo de pruebas.

Revisar el banco y verificar que bloques vamos a tomar para el diagrama correspondiente.

Una vez verificado e identificado los elementos, procedemos a realizar la conexión normal $\Delta - \Delta$.

Luego simularemos la ausencia de una de sus fases en el lado de alta, colocando el selector en off en una de sus fases en el bloque de simulación de fallas en alta.

Proceder a realizar la conexión Δ abierta sacando de operación el transformador cuya fase fue removida durante la simulación de falla.

Utilizar 120 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en estrella, y utilizar 100 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en delta.

Tomar las mediciones adecuadas de parámetros nominales y con carga (voltajes, corrientes, potencias), tanto de entrada como de salida y realizar un análisis comparativo con la parte teórica y con los valores calculados.

Establecer recomendaciones, observaciones y conclusiones de las prácticas.

- **RECURSOS**

Banco de pruebas para transformadores con conexiones abiertas y especiales.
Instrumentación para: Tensión, Corriente, Potencia, Factor de potencia, Fasores.
Formatos para registro de valores experimentales y resultados.
Equipo de carga inductiva, (motor del banco).
Cables de laboratorio.

- **REGISTRO DE RESULTADOS**

Tabla No.1 para la prueba No. 1: valores nominales y calculados sin carga.
Tabla No.2 para la prueba No. 2: valores medidos sin carga.
Tabla No.3 para la prueba No. 3: valores calculados con carga inductiva (motor del banco) conectada en estrella.
Tabla No.4 para la prueba No. 4: valores medidos con carga inductiva (motor del banco) conectada en estrella.
Tabla No.5 para la prueba No. 5: tabla de valores calculados con carga inductiva (motor del banco) conectada en delta.
Tabla No.6 para la prueba No. 6: valores medidos con carga inductiva (motor del banco) conectada en delta.
Cuestionario de preguntas.
Observaciones, comentarios, conclusiones.
Protocolo de operatividad de protecciones.

- **ANEXOS**

Diagramas de conexión $\Delta - \Delta$.
Diagrama de conexión Δ abierta.
Diagrama de cableado.
Diagrama unifilar
Tablas para valores calculados.
Tablas para valores medidos.

- **BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA**

http://tecdigital.tec.ac.cr/file/2725482/Gu%C3%ADa_de_Laboratorio_de_Electricidad_II.pdf

<http://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/01/Practicas-Transformadores-2011.pdf>

Sistemas de control de motores eléctricos industriales ing. Isaías Cecilio Ventura Nava.

Control de motores eléctricos Gilberto Enríquez Harper.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO**

¿Cuál es la importancia de realizar este tipo de conexión?

¿En qué casos y en qué áreas normalmente se aplica esta conexión?

¿Mencione las ventajas y desventajas más relevantes de la conexión Δ abierta?

¿Realizar un breve análisis y comparación sobre la conexión Δ abierta conectada con carga inductiva tanto en estrella y delta?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Δ abierta, y realizar los cálculos respectivos con valores nominales y sin carga?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Δ abierta, y realizar los cálculos respectivos con carga inductiva (motor 3 \emptyset 220/440 V- 0.75 HP incluido en el banco de pruebas) conectada en estrella y luego en delta?

¿Conclusiones de esta práctica?

- **OTROS**

Sobre fabricación de transformadores y dispositivos eléctricos:

Hierro, características, procedencia, costos.

Tipos de conexión, características, costos.

Fabricante, características, costos.

Sobre protección de transformadores y dispositivos eléctricos:

Tipos, características, procedencia y costos para protección en baja tensión y en alta tensión.

Sobre fabricantes de transformadores y dispositivos eléctricos:

Marcas nacionales y extranjeras.

Características técnicas y costos.

BARRA DE ALIMENTACION

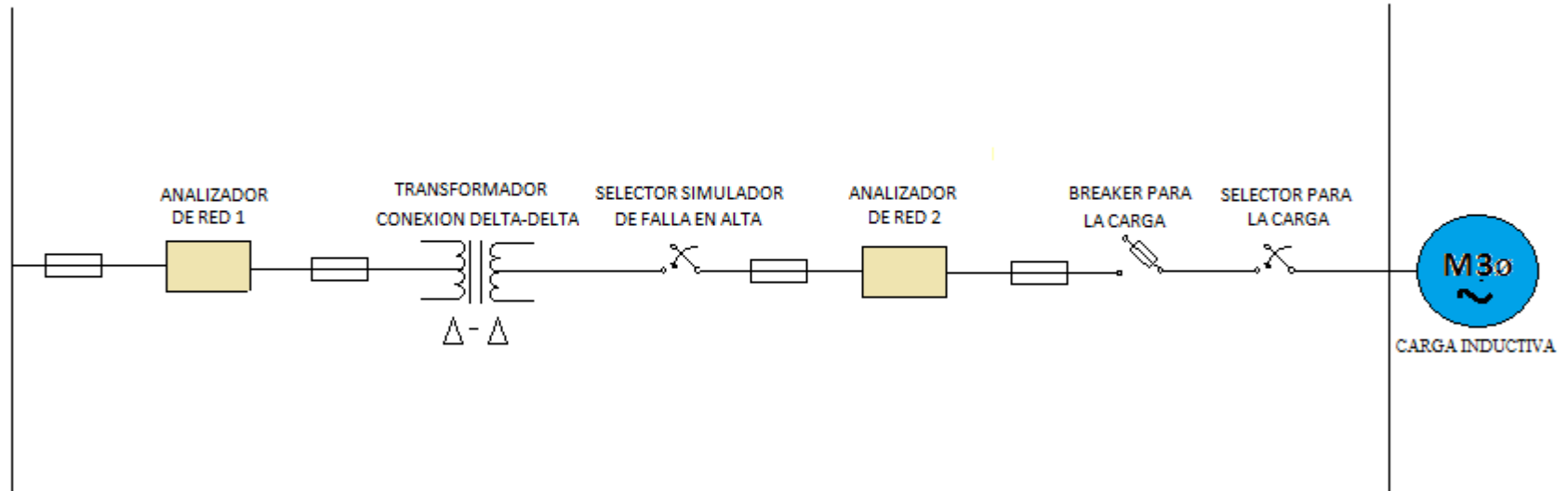


Figura 95 Diagrama unifilar de la conexión $\Delta - \Delta$ con carga inductiva

Fuente: Los Autores

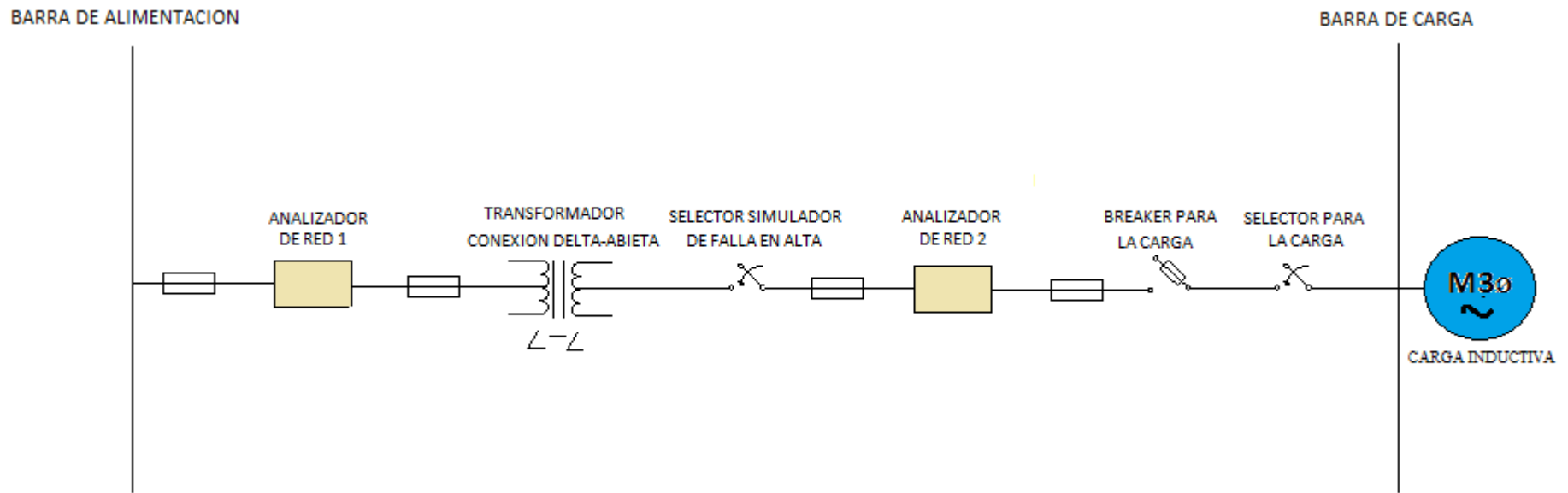


Figura 96 Diagrama unifilar de la conexión Δ abierta con carga

Fuente: Los Autores

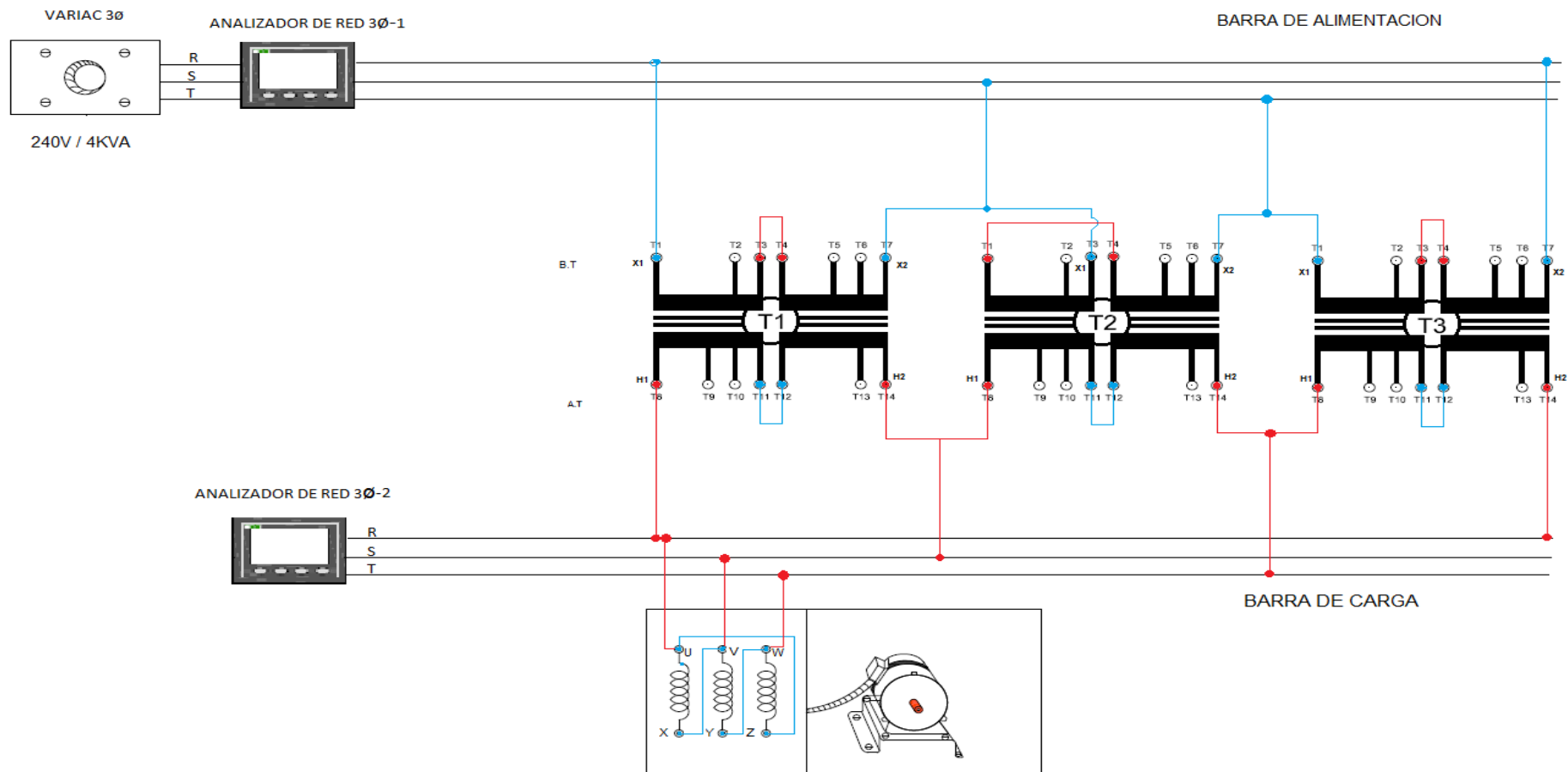


Figura 97 Diagrama de conexión y cableado $\Delta-\Delta$ con carga inductiva conectada en delta

Fuente: Los Autores

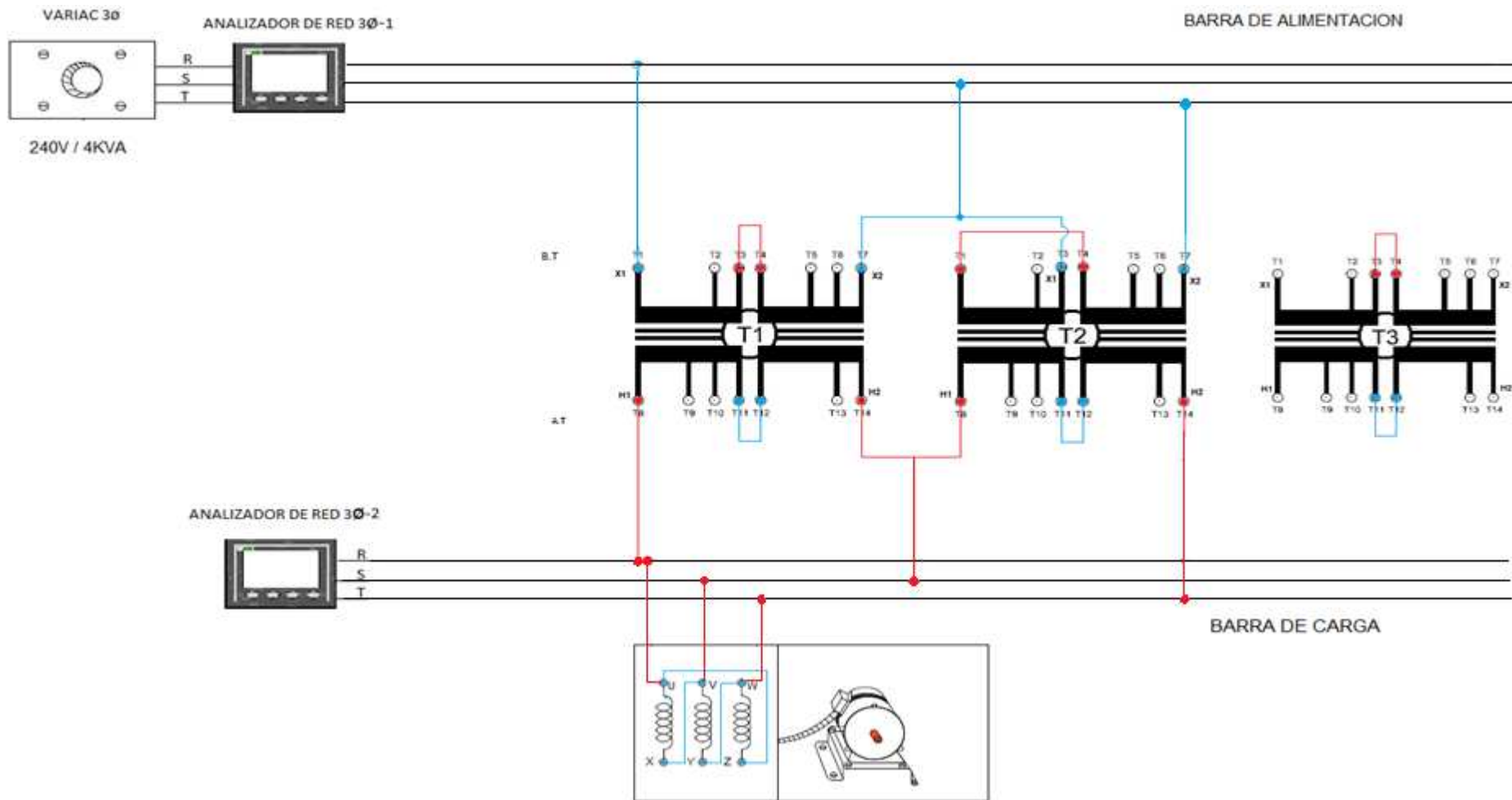


Figura 98 Diagrama de conexión y cableado Δ abierta con carga inductiva conectada en delta

Fuente: Los Autores

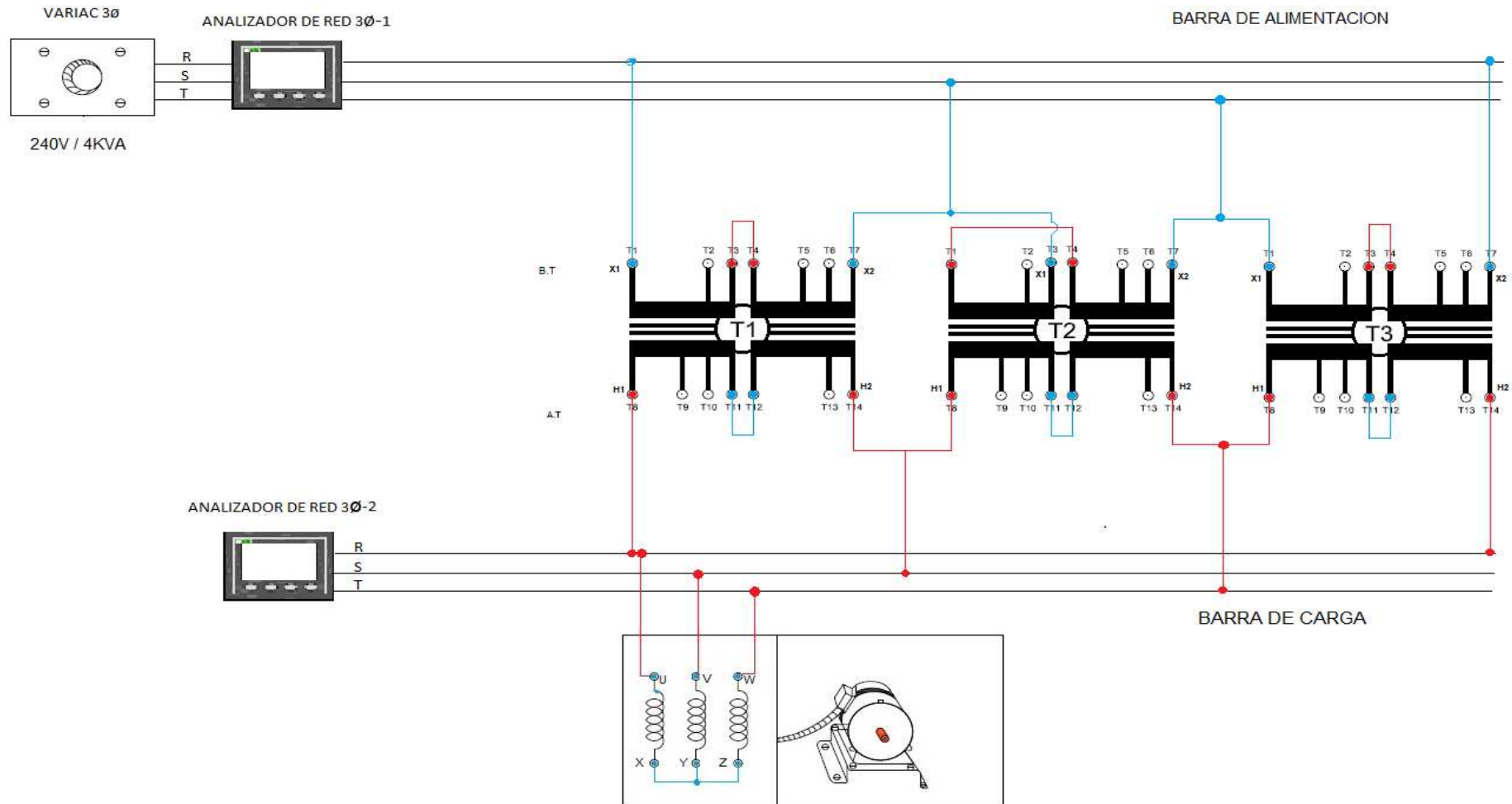


Figura 99 Diagrama de conexión y cableado $\Delta - \Delta$ con carga inductiva conectada en estrella

Fuente: Los Autores

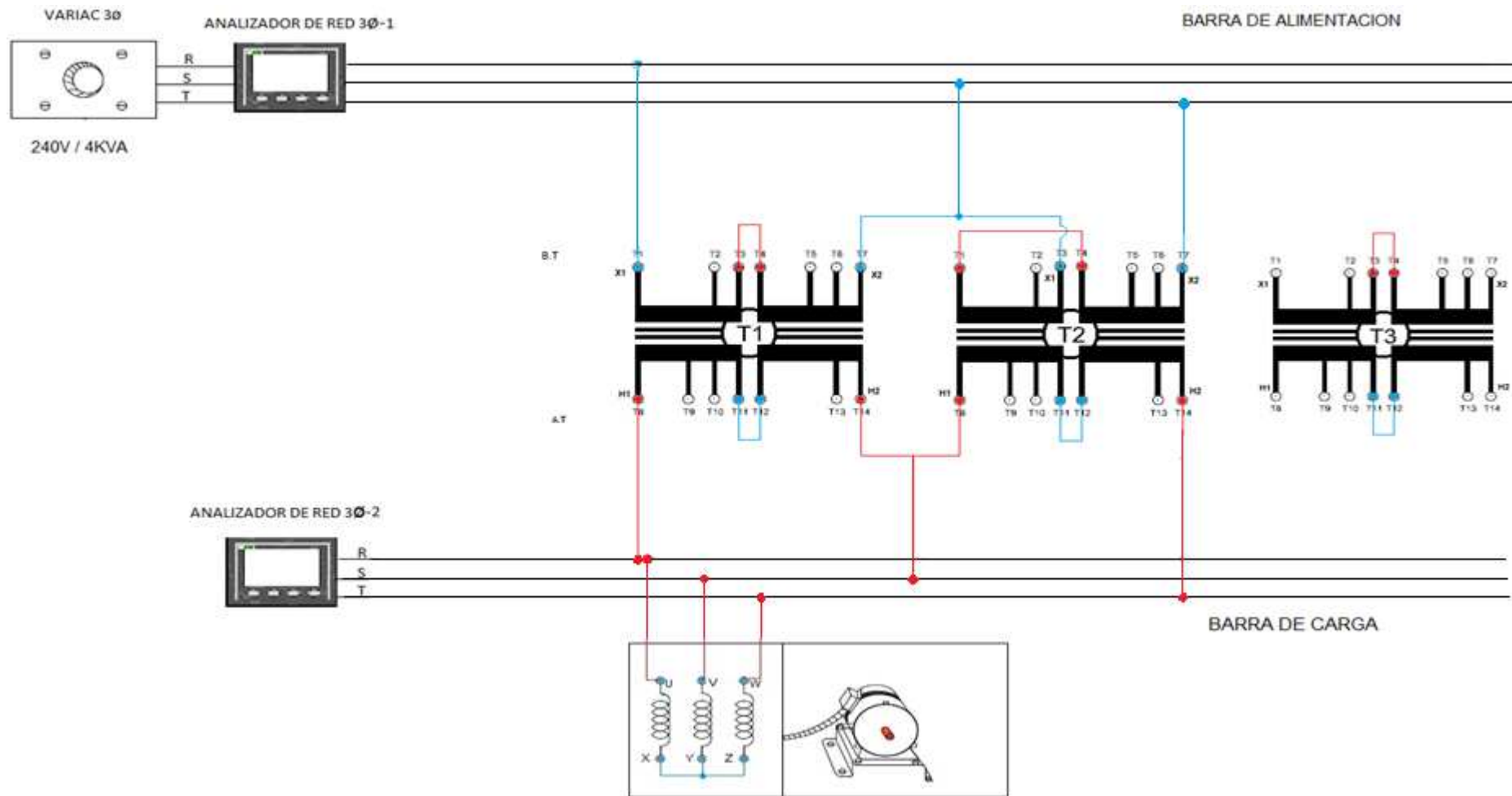


Figura 100 Diagrama de conexión y cableado Δ abierta con carga inductiva conectada en estrella

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.1: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3 \emptyset 220-440V 0.75HP)				
TABLA No.1: VALORES NOMINALES Y CALCULADOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 48 Registro de Prueba No.1 Práctica 4

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.2: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3 \emptyset 220-440V 0.75 HP)				
TABLA No.2: VALORES MEDIDOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 49 Registro de Prueba No.2 Práctica 4

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.3: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3 \emptyset 220-440V 0.75HP)				
TABLA No.3: VALORES CALCULADOS CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3 \emptyset 220-440 V), CONECTADA EN ESTRELLA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 50 Registro de Prueba No.3 Práctica 4

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.4: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3 \emptyset 220-440V 0.75 HP)				
TABLA No.4: VALORES MEDIDOS CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3 \emptyset 220-440V 0.75 HP) CONECTADA EN ESTRELLA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 51 Registro de Prueba No.4 Práctica 4

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.5: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220-440V 0.75 HP)				
TABLA No.5: VALORES CALCULADOS CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220/440 V) CONECTADA EN DELTA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 52 Registro de Prueba No.5 Práctica 4

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.6: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3 \emptyset 220-440V 0.75 HP)				
TABLA No.6: VALORES MEDIDOS CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3 \emptyset 220/440 V) CONECTADA EN DELTA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia N (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 53 Registro de Prueba No.6 Práctica 4

Fuente: Los Autores

4.6. Práctica No.5: Conexión Y abierta – Δ abierta con carga resistiva

4.6.1.DATOS INFORMATIVOS

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 5**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:**
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.6.2.DATOS DE LA PRÁCTICA

- **TEMA:** Conexión Y abierta – Δ abierta con carga resistiva.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer la conexión y la forma de obtener potencia trifásica a partir de dos transformadores monofásicos formando un banco Y abierta - Δ abierta.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Realizar la conexión normal Y – Δ en el Tablero de Pruebas.

Simular la falla de una de sus fases en el lado primario y por ende el fuera de servicio de uno de sus transformadores del banco, para proceder a realizar la conexión Y abierta – Δ abierta, que es el objetivo principal de la práctica.

Comprender el funcionamiento y comportamiento de la conexión sin carga y con carga resistiva conectada en estrella y luego en delta.

- **MARCO TEÓRICO**

Funcionamiento de cada dispositivo.

Conexión Y abierta – Δ abierta

Tipos de carga: Carga resistiva.

Esquema de un circuito de conexión en estrella y en delta con carga resistiva.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **PROCEDIMIENTO**

Verificar que el tablero se encuentre libre de objetos que puedan obstaculizar el ambiente para la ejecución de la práctica. Y también objetos que puedan ser capaces de formar contactos indirectos con terminales o equipos que podrían causar cortocircuitos, principalmente revisar en la parte posterior del módulo de pruebas.

Identificación de cada uno de los elementos que se van a utilizar.

Seleccionar los elementos que se van a utilizar para cada práctica.

En cada elemento se mostrara su función, características y parámetros a tomar en cuenta.

Realizar la energización del tablero a través del cable de poder, conectando primeramente una de sus clavijas en él toma del tablero, y después la otra clavija en él toma de alimentación. Para luego proceder a accionar los breakers de alimentación y el breaker principal del módulo de pruebas.

Revisar el banco y verificar que bloques vamos a tomar para el diagrama correspondiente.

Una vez verificado e identificado los elementos, procedemos a realizar la conexión normal $Y - \Delta$.

Luego simularemos la ausencia de una de sus fases en el lado del primario, colocando el selector en off en una de sus fases en el bloque de simulación de fallas en baja.

Proceder a realizar la conexión Y abierta – Δ abierta sacando de operación el transformador cuya fase fue removida durante la simulación de falla.

Utilizar 120 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en estrella, y utilizar 110 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en delta.

Tomar las mediciones adecuadas de parámetros nominales y con carga (voltajes, corrientes, potencias), tanto de entrada como de salida y realizar un análisis comparativo con la parte teórica y con los valores calculados.

Establecer recomendaciones, observaciones y conclusiones de las prácticas.

- **RECURSOS**

Banco de pruebas para transformadores.

Instrumentación para: Tensión, Corriente, Potencia, Factor de potencia, Fasores.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Equipo de carga resistiva del laboratorio.

Cables de laboratorio.

- **REGISTRO DE RESULTADOS**

Tabla No.1 para la prueba No. 1: valores nominales y calculados sin carga.

Tabla No.2 para la prueba No. 2: valores medidos sin carga.

Tabla No.3 para la prueba No. 3: valores calculados con 3 cargas resistivas de 100 Ω conectadas en estrella.

Tabla No.4 para la prueba No. 4: valores medidos con 3 cargas resistivas de 100 Ω conectadas en estrella.

Tabla No.5 para la prueba No. 5: tabla de valores calculados con 3 cargas resistivas de 100 Ω conectadas en delta.

Tabla No.6 para la prueba No. 6: valores medidos con 3 cargas resistivas de 100 Ω conectadas en delta.

Cuestionario de preguntas.

Observaciones, comentarios, conclusiones.

Protocolo de operatividad de protecciones.

- **ANEXOS**

Diagramas de conexión Y – Δ .

Diagrama de conexión Y abierta – Δ abierta.

Diagrama de cableado.

Diagrama unifilar

Tablas para valores calculados.

Tablas para valores medidos.

- **BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA**

http://tecdigital.tec.ac.cr/file/2725482/Gu%C3%ADa_de_Laboratorio_de_Electricidad_II.pdf

<http://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/01/Practicas-Transformadores-2011.pdf>

[https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-](https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=universidad%20veracruzana%20practicas%20de%20laboratorio%20transformadores)

[8#q=universidad%20veracruzana%20practicas%20de%20laboratorio%20transformadores](https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=universidad%20veracruzana%20practicas%20de%20laboratorio%20transformadores)

Sistemas de control de motores eléctricos industriales ing. Isaías Cecilio Ventura Nava.

Control de motores eléctricos Gilberto Enríquez Harper.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO**

¿Cuál es la importancia de realizar este tipo de conexión?

¿En qué casos y en qué áreas normalmente se aplica esta conexión?

¿Mencione las ventajas y desventajas más relevantes de la conexión Y abierta – Δ abierta?

¿Realizar un análisis y comparación sobre la conexión Y abierta – Δ abierta conectada con carga resistiva tanto en estrella y delta?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Y abierta – Δ abierta, y realizar los cálculos respectivos con valores nominales y sin carga?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Y abierta – Δ abierta, y realizar los cálculos respectivos con carga resistiva de 100Ω conectada en estrella y luego en delta?

¿Conclusiones de esta práctica?

- **OTROS**

Sobre fabricación de transformadores y dispositivos eléctricos:

Hierro, características, procedencia, costos.

Tipos de conexión, características, costos.

Fabricante, características, costos.

Sobre protección de transformadores y dispositivos eléctricos:

Tipos, características, procedencia y costos para protección en baja tensión y en alta tensión.

Sobre fabricantes de transformadores y dispositivos eléctricos:

Marcas nacionales y extranjeras.

Características técnicas y costos.

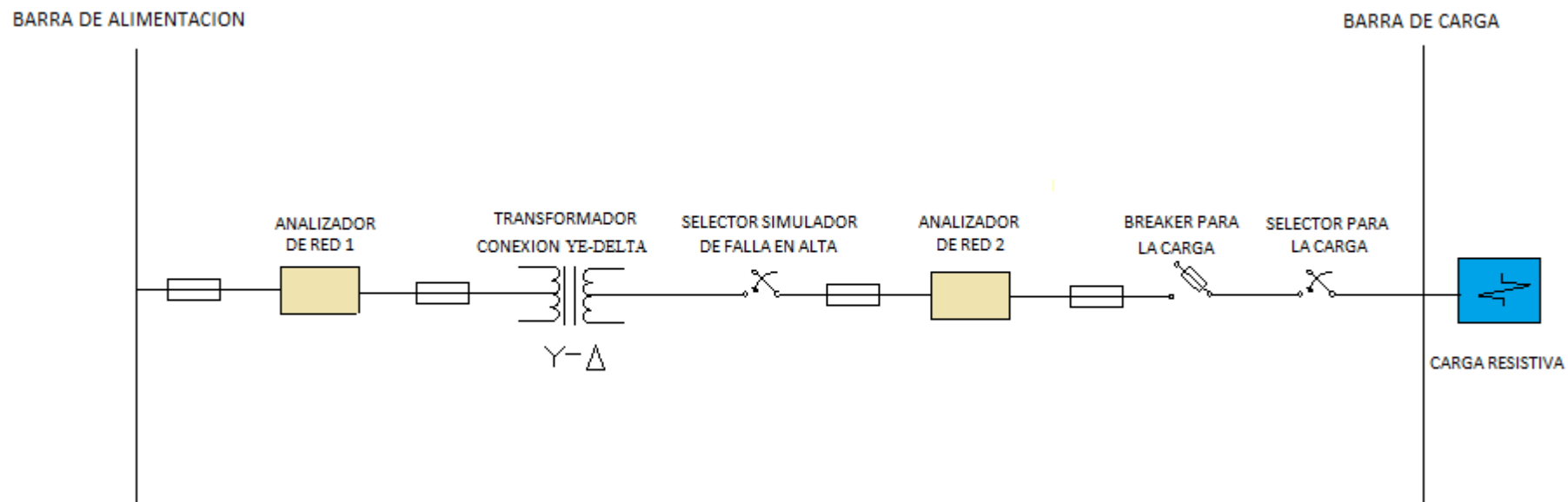


Figura 101 Diagrama unifilar de la conexión Y – Δ con carga resistiva

Fuente: Los Autores

BARRA DE ALIMENTACION

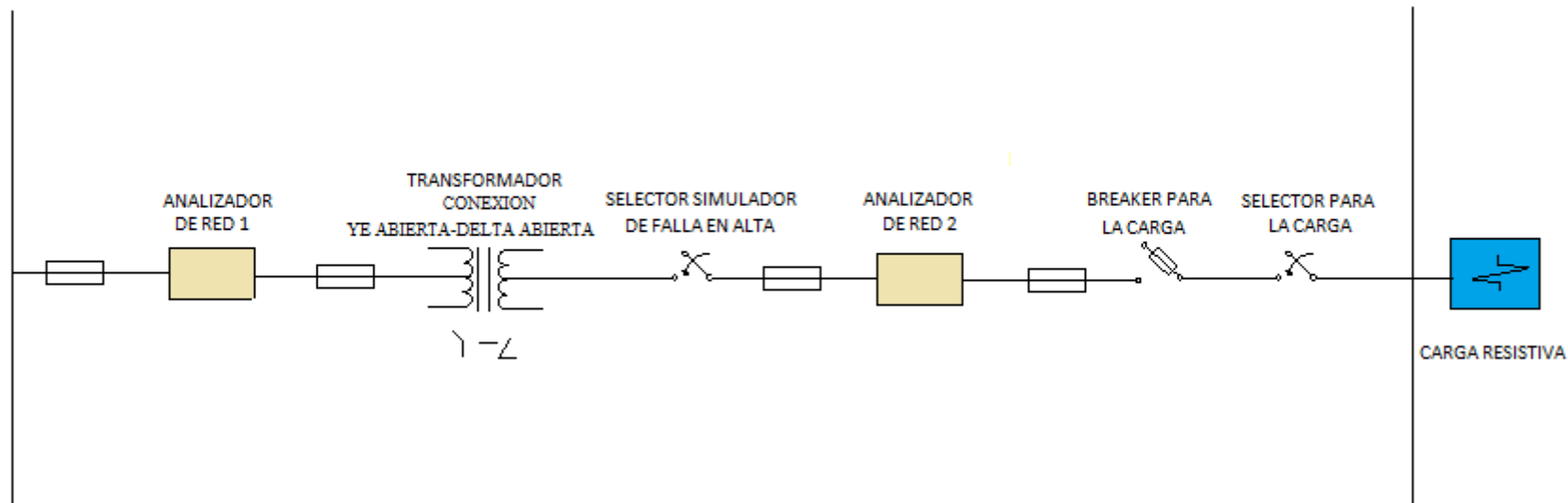


Figura 102 Diagrama unifilar de la conexión Y abierta – Δ abierta con carga resistiva

Fuente: Los Autores

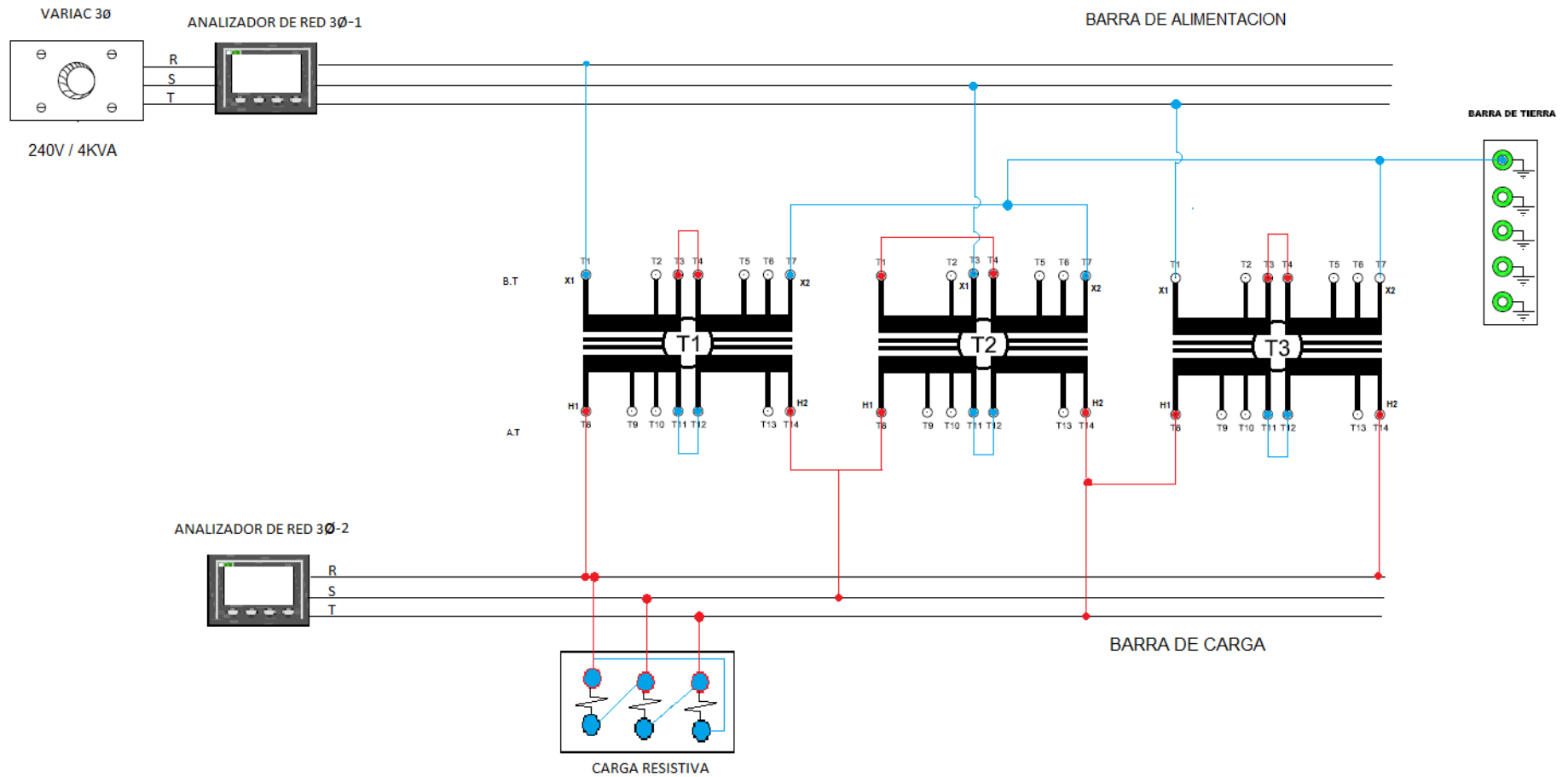


Figura 103 Diagrama de conexión y cableado Y – Δ con carga resistiva conectada en delta

Fuente: Los Autores

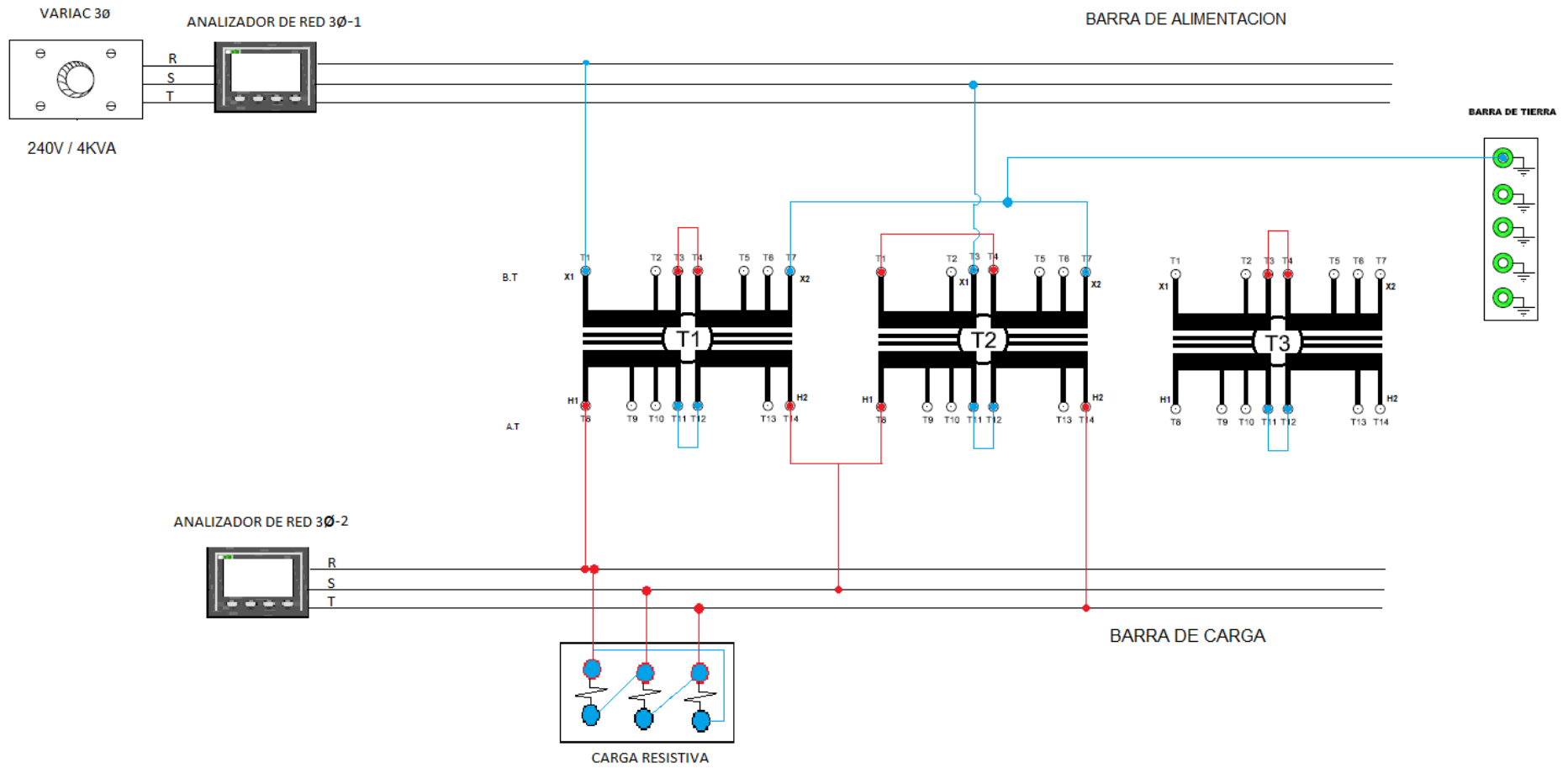


Figura 104 Diagrama de conexión y cableado Y abierta – Δ abierta con carga resistiva conectada en delta

Fuente: Los Autores

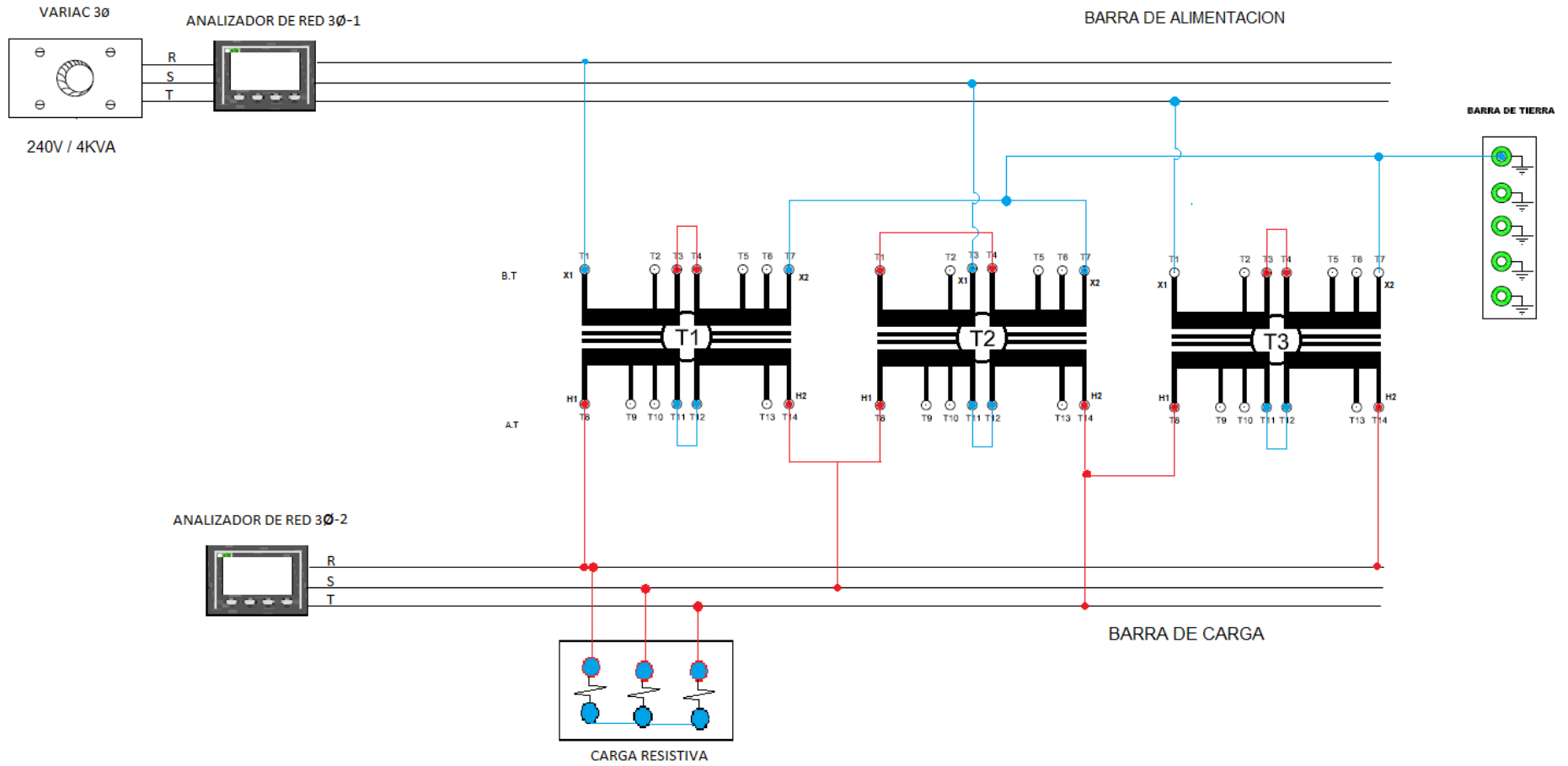


Figura 105 Diagrama de conexión y cableado Y – Δ con carga resistiva conectada en estrella

Fuente: Los Autores

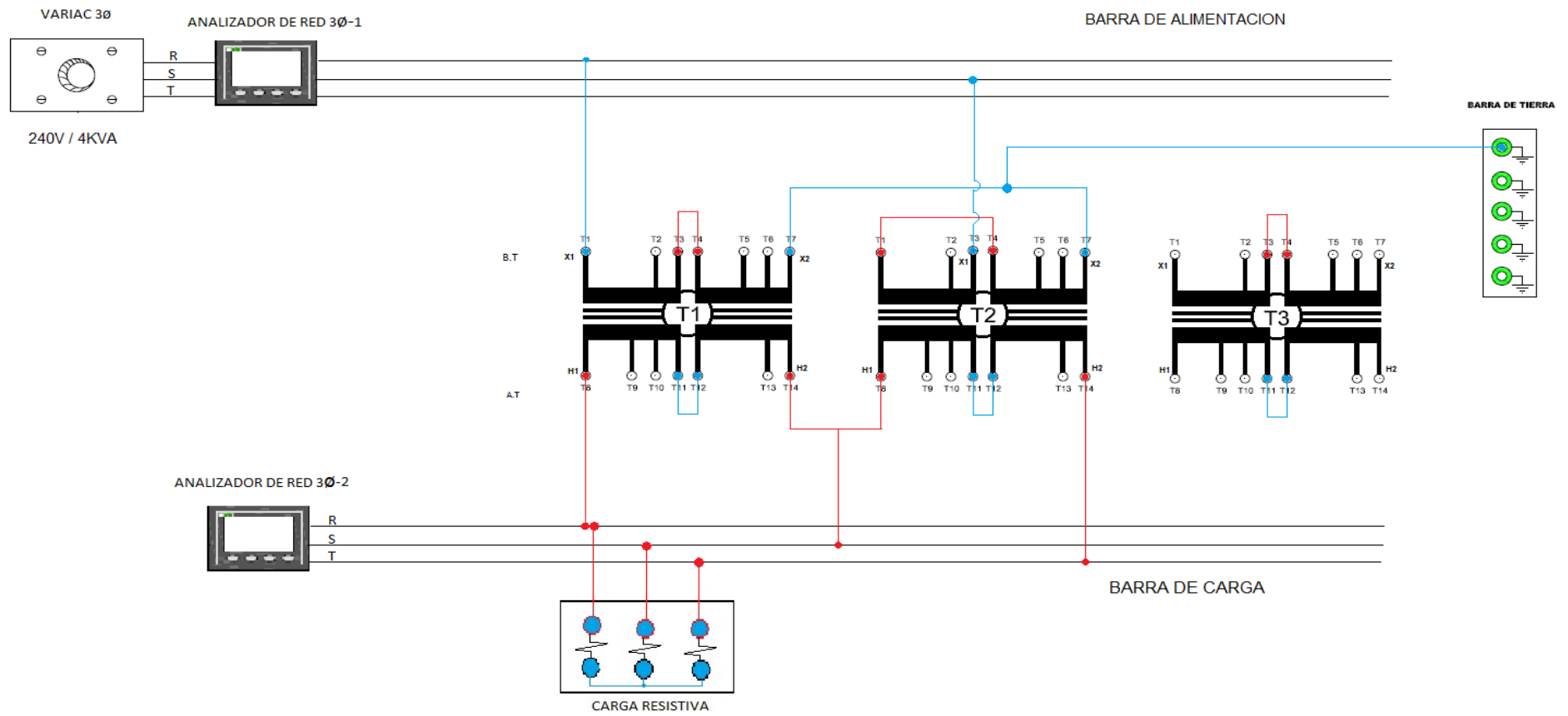


Figura 106 Diagrama de conexión y cableado Y abierta – Δ abierta con carga resistiva conectada en estrella

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.1: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.1: VALORES NOMINALES Y CALCULADOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 54 Registro de Prueba No.1 Práctica 5

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.2: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.2: VALORES MEDIDOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 55 Registro de Prueba No.2 Práctica 5

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.4: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.4: VALORES MEDIDOS CON 3 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS EN ESTRELLA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 56 Registro de Prueba No.3 Práctica 5

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.3: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.3: VALORES CALCULADOS CON 3 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS EN ESTRELLA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 57 Registro de Prueba No.4 Práctica 5

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.5: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.5: TABLA DE VALORES CALCULADOS CON 3 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS EN DELTA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 58 Registro de Prueba No.5 Práctica 5

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.6: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.6: VALORES MEDIDOS CON 3 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS EN DELTA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 59 Registro de Prueba No.6 Práctica 5

Fuente: Los Autores

4.7. Practica No.6: Conexión Y abierta – Δ abierta con carga inductiva

4.7.1.DATOS INFORMATIVOS

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 6**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.7.2.DATOS DE LA PRÁCTICA

- **TEMA:** Conexión Y abierta – Δ abierta con carga inductiva.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer la conexión y la forma de obtener potencia trifásica a partir de dos transformadores monofásicos formando un banco Y abierta – Δ abierta.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Realizar la conexión normal Y – Δ en el Tablero de Pruebas.

Simular la falla de una de sus fases en el lado primario y por ende el fuera de servicio de uno de sus transformadores del banco, para proceder a realizar la conexión Y abierta – Δ abierta, que es el objetivo principal de la práctica.

Comprender el funcionamiento y comportamiento de la conexión sin carga y con carga inductiva (motor 3 \emptyset 220/440 V 0.75HP) conectada en estrella y luego en delta.

- **MARCO TEÓRICO**

Funcionamiento de cada dispositivo.

Conexión Y abierta – Δ abierta.

Tipos de carga: Carga inductiva (Motor del banco)

Esquema de un circuito de conexión en estrella y en delta con carga inductiva.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **PROCEDIMIENTO**

Verificar que el tablero se encuentre libre de objetos que puedan obstaculizar el ambiente para la ejecución de la práctica. Y también objetos que puedan ser capaces de formar contactos indirectos con terminales o equipos que podrían causar cortocircuitos, principalmente revisar en la parte posterior del módulo de pruebas.

Realizar la energización del tablero a través del cable de poder, conectando primeramente una de sus clavijas en él toma del tablero, y después la otra clavija en él toma de alimentación. Para luego proceder a accionar los breakers de alimentación y el breaker principal del módulo de pruebas.

Revisar el banco y verificar que bloques vamos a tomar para el diagrama correspondiente.

Una vez verificado e identificado los elementos, procedemos a realizar la conexión Y – Δ .

Luego simularemos la ausencia de una de sus fases en el lado de alta, colocando el selector en off en una de sus fases en el bloque de simulación de fallas en baja.

Proceder a realizar la conexión Y abierta – Δ abierta sacando de operación el transformador cuya fase fue removida durante la simulación de falla.

Utilizar 120 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en estrella, y utilizar 120 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en delta.

Tomar las mediciones adecuadas de parámetros nominales y con carga (voltajes, corrientes, potencias), tanto de entrada como de salida y realizar un análisis comparativo con la parte teórica y con los valores calculados.

Establecer recomendaciones, observaciones y conclusiones de las prácticas.

- **RECURSOS**

Banco de pruebas para transformadores con conexiones abiertas y especiales.

Instrumentación para: Tensión, Corriente, Potencia, Factor de potencia, Fasores.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Equipo de carga inductiva (motor del banco).

Cables de laboratorio.

- **REGISTRO DE RESULTADOS**

Tabla No.1 para la prueba No. 1: valores nominales y calculados sin carga.

Tabla No.2 para la prueba No. 2: valores medidos sin carga.

Tabla No.3 para la prueba No. 3: valores calculados con carga inductiva (motor del banco) conectada en estrella.

Tabla No.4 para la prueba No. 4: valores medidos con carga inductiva (motor del banco) conectada en estrella.

Tabla No.5 para la prueba No. 5: tabla de valores calculados con carga inductiva (motor del banco) conectada en delta.

Tabla No.6 para la prueba No. 6: valores medidos con carga inductiva (motor del banco) conectada en delta.

Cuestionario de preguntas.

Observaciones, comentarios, conclusiones.

Protocolo de operatividad de protecciones.

- **ANEXOS**

Diagramas de conexión Y – Δ .

Diagrama de conexión Y abierta – Δ abierta.

Diagrama de cableado.

Diagrama unifilar

Tablas para valores calculados.

Tablas para valores medidos.

- **BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA**

http://tecdigital.tec.ac.cr/file/2725482/Gu%C3%ADa_de_Laboratorio_de_Electricidad_II.pdf

<http://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/01/Practicas-Transformadores-2011.pdf>

<https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=universidad%20veracruzana%20practicass%20de%20laboratorio%20transformadores>

Sistemas de control de motores eléctricos industriales ing. Isaías Cecilio Ventura Nava.

Control de motores eléctricos Gilberto Enríquez Harper.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO**

¿Cuál es la importancia de realizar este tipo de conexión?

¿En qué casos y en qué áreas normalmente se aplica esta conexión?

¿Mencione las ventajas y desventajas más relevantes de la conexión Y abierta – Δ abierta?

¿Realizar un análisis y comparación sobre la conexión Y abierta – Δ abierta conectada con carga inductiva (motor del banco) tanto en estrella y delta?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Y abierta – Δ abierta, y realizar los cálculos respectivos con valores nominales y sin carga?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Y abierta – Δ abierta, y realizar los cálculos respectivos con carga inductiva (motor 3 \emptyset 220/440 V 0.75HP incluido en el banco de pruebas) conectada en estrella y luego en delta?

¿Conclusiones de esta práctica?

- **OTROS**

Sobre fabricación de transformadores y dispositivos eléctricos:

Hierro, características, procedencia, costos.

Tipos de conexión, características, costos.

Fabricante, características, costos.

Sobre protección de transformadores y dispositivos eléctricos:

Tipos, características, procedencia y costos para protección en baja tensión y en alta tensión.

Sobre fabricantes de transformadores y dispositivos eléctricos:

Marcas nacionales y extranjeras.

Características técnicas y costos.

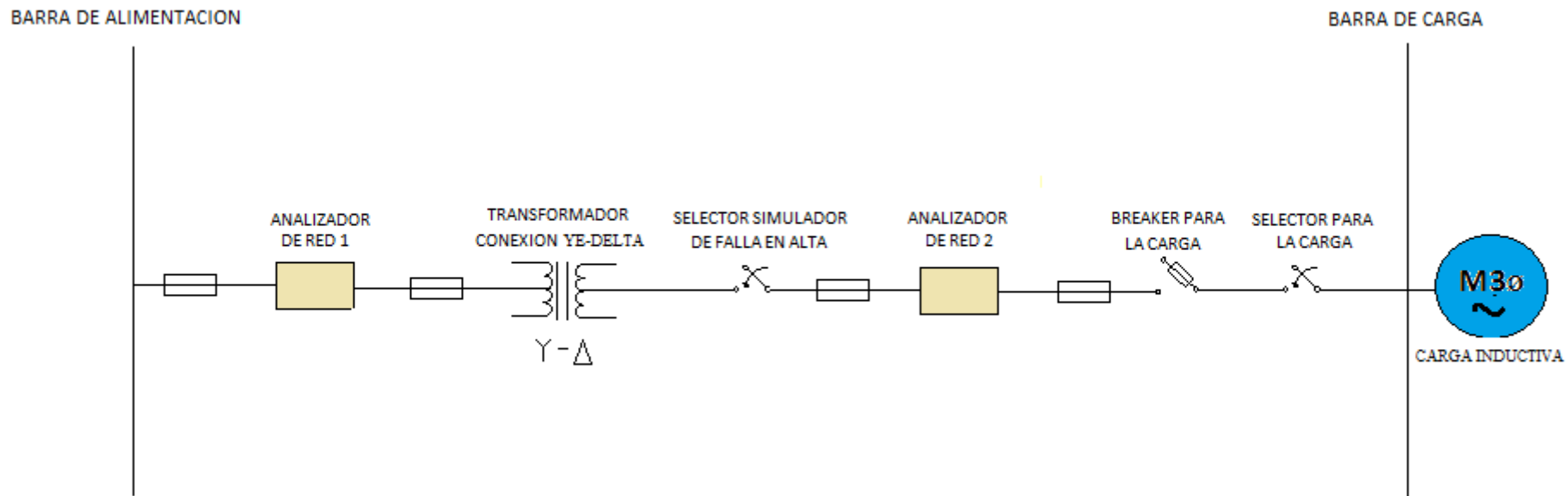


Figura 107 Diagrama unifilar de la conexión Y – Δ con carga inductiva

Fuente: Los Autores

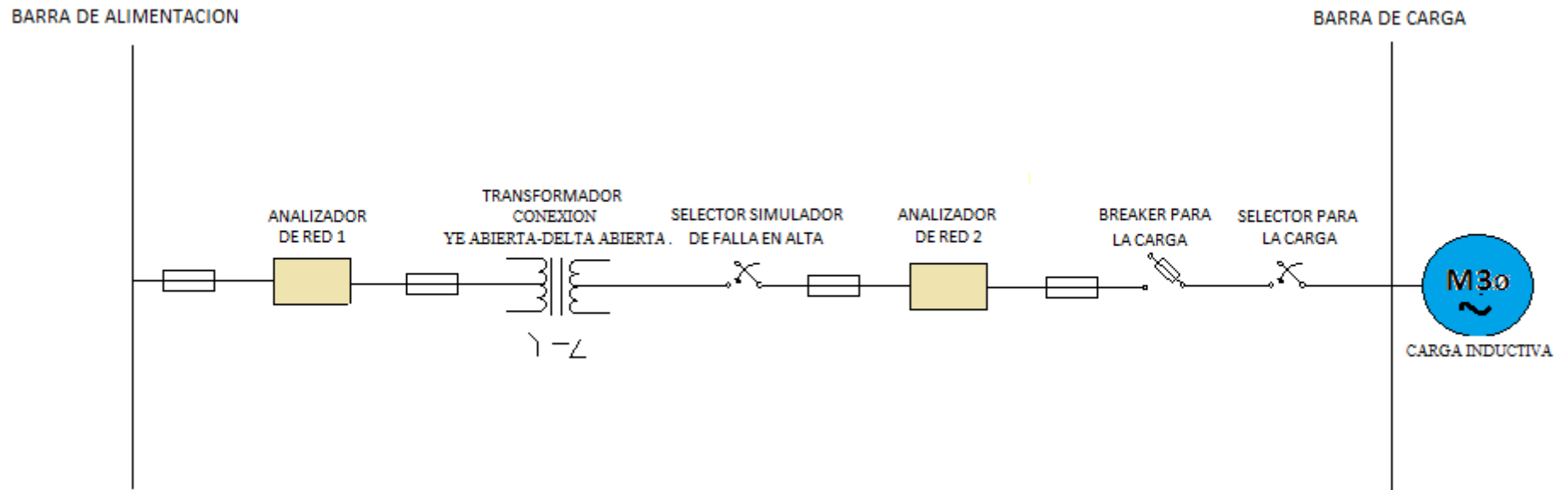


Figura 108 Diagrama unifilar de la conexión Y abierta – Δ abierta con carga inductiva

Fuente: Los Autores

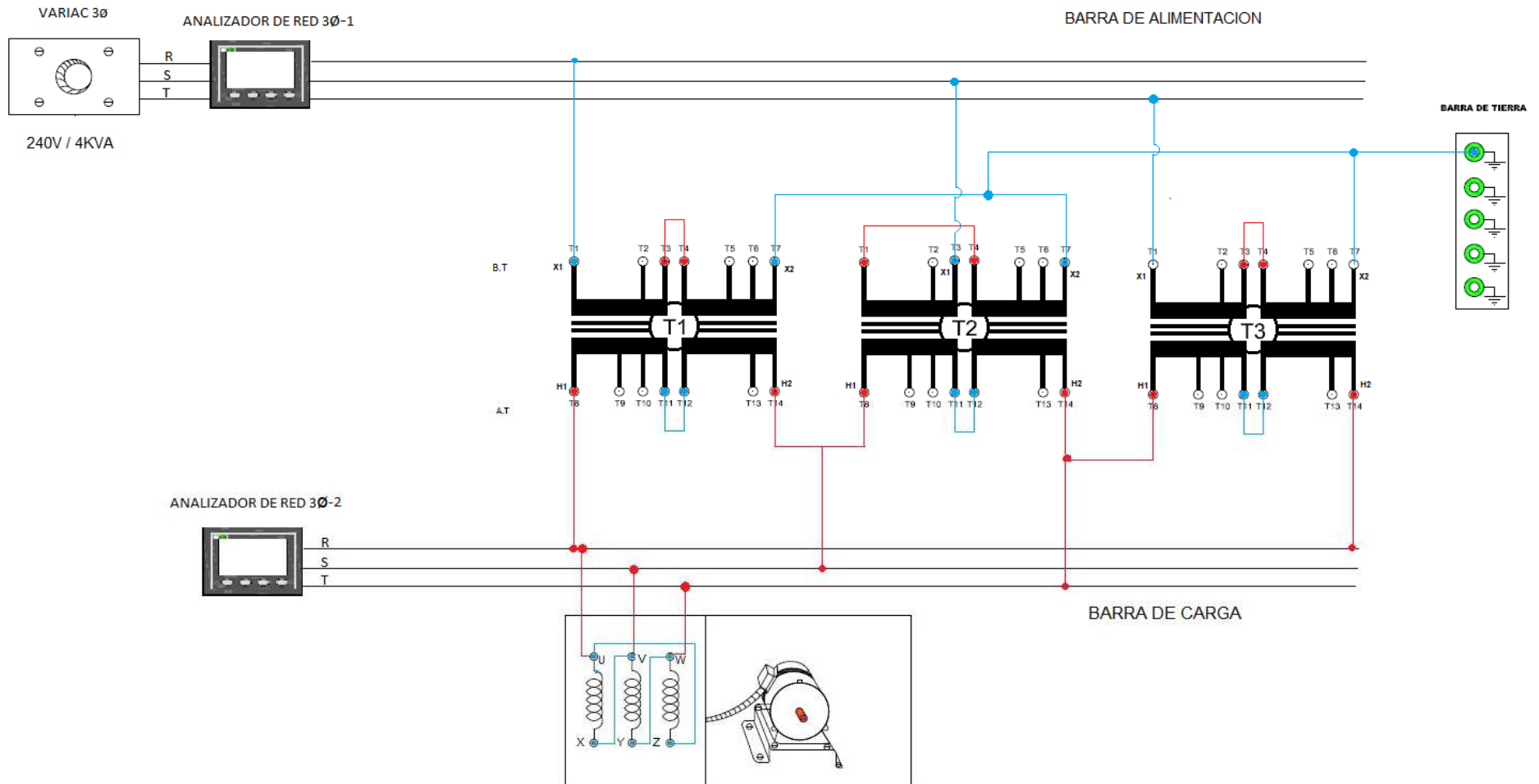


Figura 109 Diagrama de conexión y cableado Y – Δ con carga inductiva conectada en delta

Fuente: Los Autores

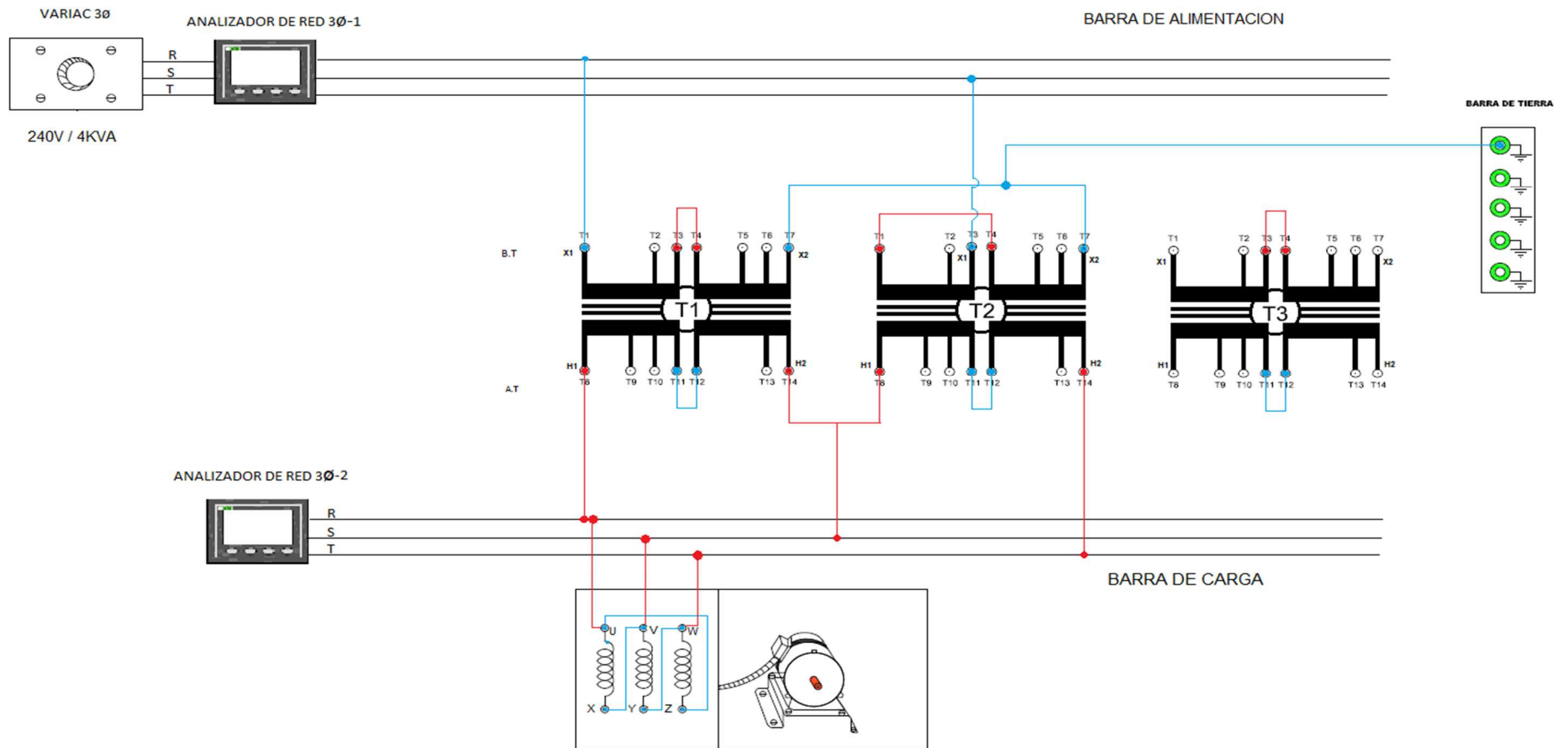


Figura 110 Diagrama de conexión y cableado Y abierta – Δ abierta con carga inductiva conectada en delta

Fuente: Los Autores

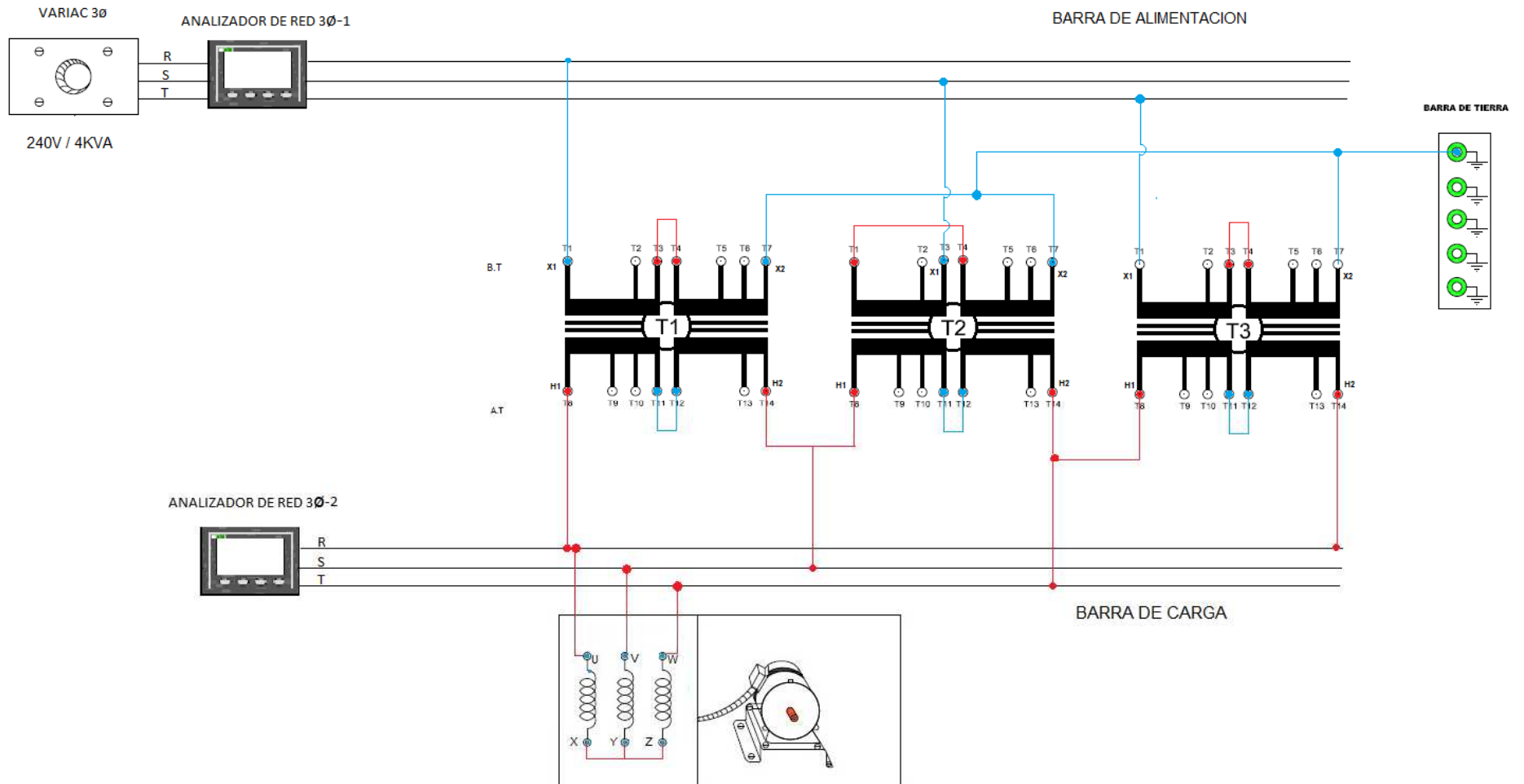


Figura 111 Diagrama de conexión y cableado Y – Δ con carga inductiva conectada en estrella

Fuente: Los Autores

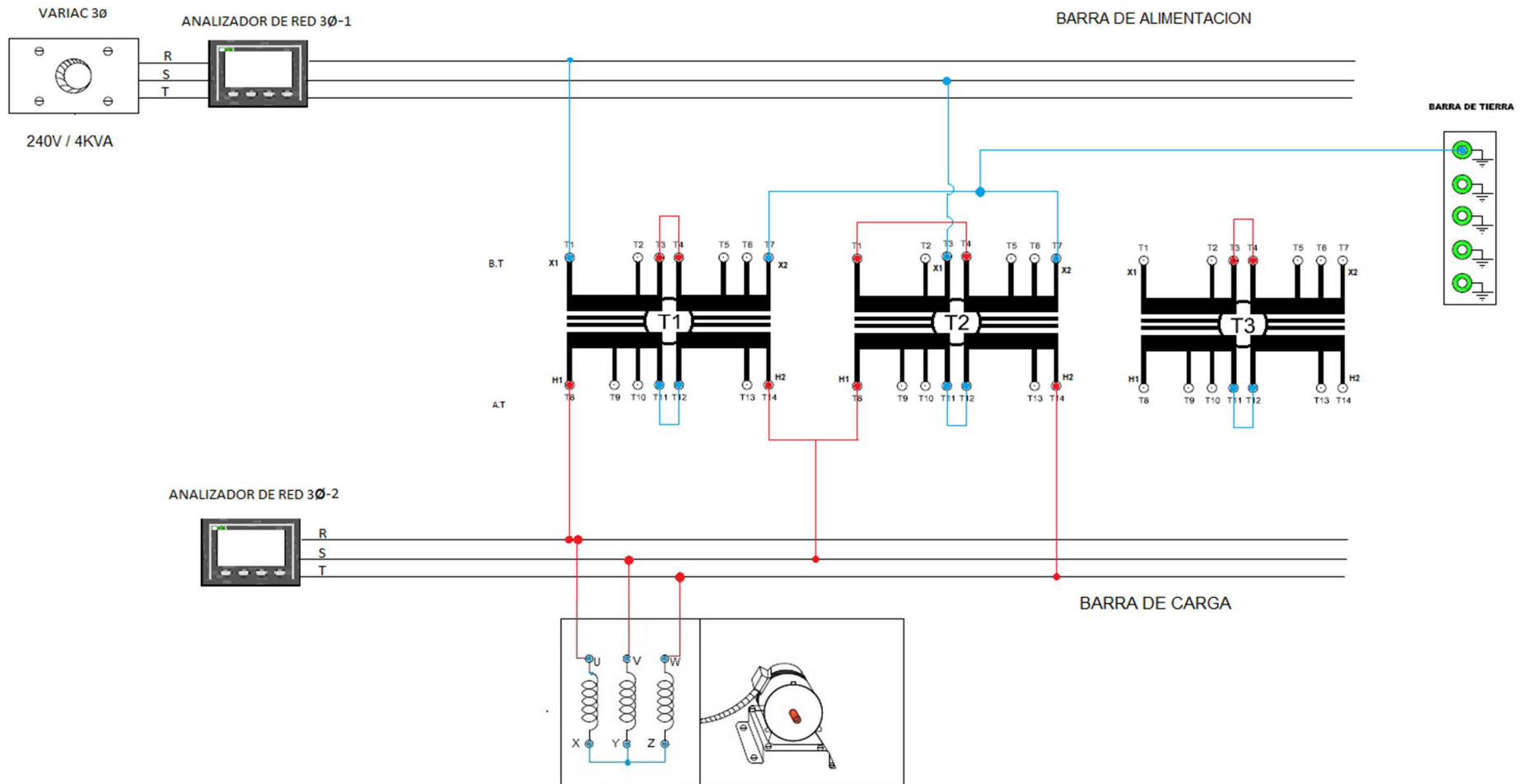


Figura 112 Diagrama de conexión y cableado Y abierta – Δ abierta con carga inductiva conectada en estrella

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.1: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220-440V 0.75HP)				
TABLA No.1: VALORES NOMINALES Y CALCULADOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 60 Registro de Prueba No.1 Práctica 6

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.2: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220-440V 0.75HP)				
TABLA No.2: VALORES MEDIDOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 61 Registro de Prueba No.2 Práctica 6

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.3: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220-440V 0.75HP)				
TABLA No.3: VALORES CALCULADOS CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220-440 V 0.75HP), CONECTADA EN ESTRELLA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 62 Registro de Prueba No.3 Práctica 6

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.4: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220-440V 0.75HP)				
TABLA No.4: VALORES MEDIDOS CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220-440V 0.75HP) CONECTADA EN ESTRELLA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 63 Registro de Prueba No.4 Práctica 6

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.5: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220-440V 0.75HP)				
TABLA No.5: VALORES CALCULADOS CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220/440 V 0.75HP) CONECTADA EN DELTA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 64 Registro de Prueba No.5 Práctica 6

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.6: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220-440V 0.75HP)				
TABLA No.6: VALORES MEDIDOS CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220/440 V 0.75HP) CONECTADA EN DELTA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 65 Registro de Prueba No.6 Práctica 6

Fuente: Los Autores

4.8. Práctica No. 7: Conexión Scott – T con carga resistiva.

4.8.1.DATOS INFORMATIVOS

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 7**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:**
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.8.2.DATOS DE LA PRÁCTICA

- **TEMA:** Conexión Scott – T con carga resistiva.
- **OBJETIVO GENERAL**

Conocer la conexión y la forma de obtener salida de potencia bifásica a partir de dos transformadores monofásicos formando la conexión Scott - T.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Realizar la conexión Scott – T en el tablero de Pruebas.

Obtener dos fases separadas a 90° a partir de un sistema trifásico.

Comprender el funcionamiento y comportamiento de la conexión sin carga y con carga resistiva.

- **MARCO TEÓRICO**

Funcionamiento de cada dispositivo.

Conexión Scott – T.

Diagrama de conexión.

Diagrama de cableado.

Tipos de carga: Carga resistiva.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **PROCEDIMIENTO**

Verificar que el tablero se encuentre libre de objetos que puedan obstaculizar el ambiente para la ejecución de la práctica. Y también objetos que puedan ser capaces de formar contactos indirectos con terminales o equipos que podrían causar cortocircuitos, principalmente revisar en la parte posterior del módulo de pruebas.

Realizar la energización del tablero a través del cable de poder, conectando primeramente una de sus clavijas en él toma del tablero, y después la otra clavija en él toma de alimentación. Para luego proceder a accionar los breakers de alimentación y el breaker principal del módulo de pruebas.

Revisar el banco y verificar que bloques vamos a tomar para el diagrama correspondiente.

Una vez verificado e identificado los elementos, procedemos a realizar la conexión Scott – T.

Utilizar 45 V de línea a línea en el primario del banco para la carga conectada en Vs1, y utilizar 45 V de línea a línea en el primario del banco para la carga conectada en Vs2.

Tomar las mediciones adecuadas de parámetros nominales y con carga (voltajes, corrientes, potencias), tanto de entrada como de salida y realizar un análisis comparativo con la parte teórica y con los valores calculados.

Establecer recomendaciones, observaciones y conclusiones de las prácticas.

- **RECURSOS**

Banco de pruebas para transformadores.

Instrumentación para: Tensión, Corriente, Potencia, Factor de potencia, Fasores.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Equipo de carga resistiva del laboratorio.

Cables de laboratorio.

- **REGISTRO DE RESULTADOS**

Tabla No. 1 para la prueba No. 1: valores calculados y nominales sin carga.

Tabla No. 2 para la prueba No. 2: valores medidos sin carga.

Tabla No. 3 para la prueba No. 3: valores calculados con 2 cargas resistivas de 100 Ω conectadas una en V1 y otra en V2.

Tabla No. 4 para la prueba No. 4: valores medidos con 2 cargas resistivas de 100 Ω conectadas una en V1 y otra en V2.

Tabla No.5 para la prueba No. 5: valores calculados con 2 cargas resistivas de 100 Ω conectadas una en V1 y otra en V2, y con una carga de 100 Ω conectada en V1-2.

Tabla No.6 para la prueba No.6: valores medidos con 2 cargas resistivas de 100 Ω conectadas una en V1 y otra en V2, y con una carga de 100 Ω conectada en V1-2.

Cuestionario de preguntas.

Observaciones, comentarios, conclusiones.

- **ANEXOS**

Diagrama de conexión y cableado.

Diagrama unifilar

Tablas para mediciones y resultados.

- **BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA**

http://tecdigital.tec.ac.cr/file/2725482/Gu%C3%ADa_de_Laboratorio_de_Electricidad_II.pdf

<http://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/01/Practicas-Transformadores-2011.pdf>

<https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=universidad%20veracruzana%20practicas%20de%20laboratorio%20transformadores>

Sistemas de control de motores eléctricos industriales ing. Isaías Cecilio Ventura Nava.

Control de motores eléctricos Gilberto Enríquez Harper.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO**

¿Cuál es la importancia de realizar este tipo de conexión?

¿En qué casos y en qué áreas normalmente se aplica esta conexión?

¿Realizar un análisis y comparación sobre la conexión Scott – T conectada con 2 cargas resistivas de 100Ω , cada una en V1 y V2 respectivamente y otra con una carga de 100Ω entre V1-2?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Scott – T y realizar los cálculos respectivos con valores nominales y sin carga?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Scott T, y realizar los cálculos respectivos con 2 cargas resistivas de 100Ω , cada una en V1 y V2 respectivamente y otra con una carga de 100Ω entre V1-2?

¿Mencione las ventajas y desventajas más relevantes de la conexión Scott – T?

¿Conclusiones de esta práctica?

- **OTROS**

Sobre construcción de transformadores y dispositivos eléctricos:

Hierro, características, procedencia, costos.

Tipos de conexión, características, costos.

Fabricante, características, costos.

Sobre protección de transformadores y dispositivos eléctricos:

Tipos, características, procedencia y costos para protección baja y en alta tensión.

Sobre fabricantes de transformadores y dispositivos eléctricos:

Marcas nacionales y extranjeras.

Características técnicas y costos.

Proyecto:

Análisis de diseño e implementación de un transformador con conexión Scott – T, para ferrocarriles eléctricos en el Ecuador.

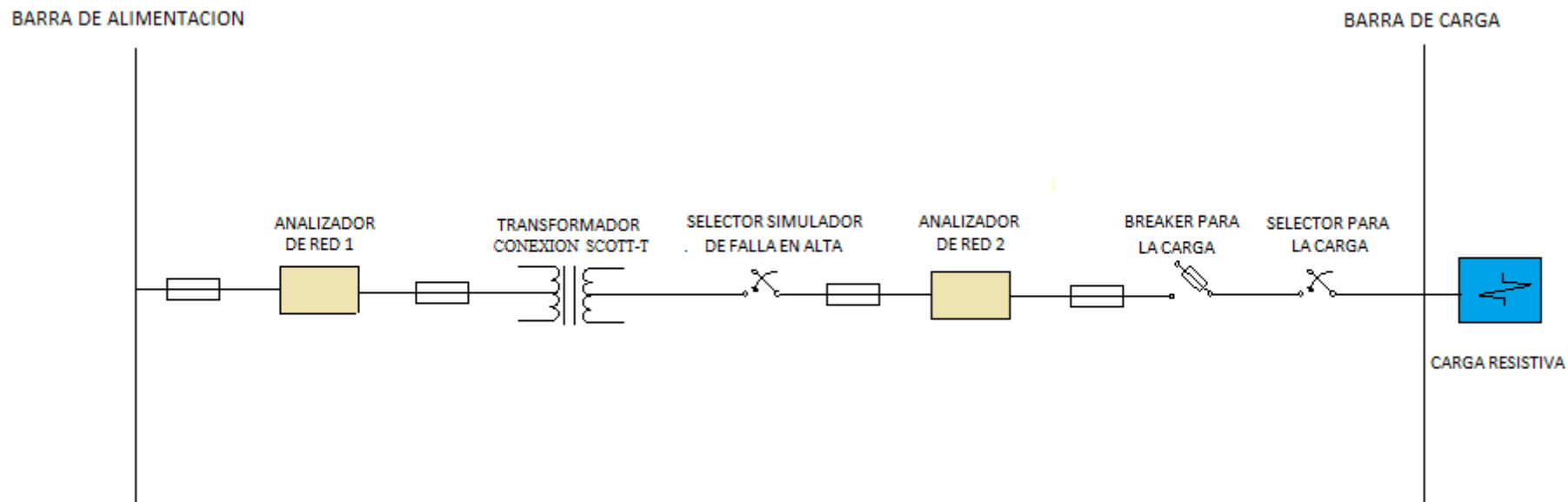


Figura 113 Diagrama unifilar de la conexión Scott – T con carga resistiva

Fuente: Los Autores

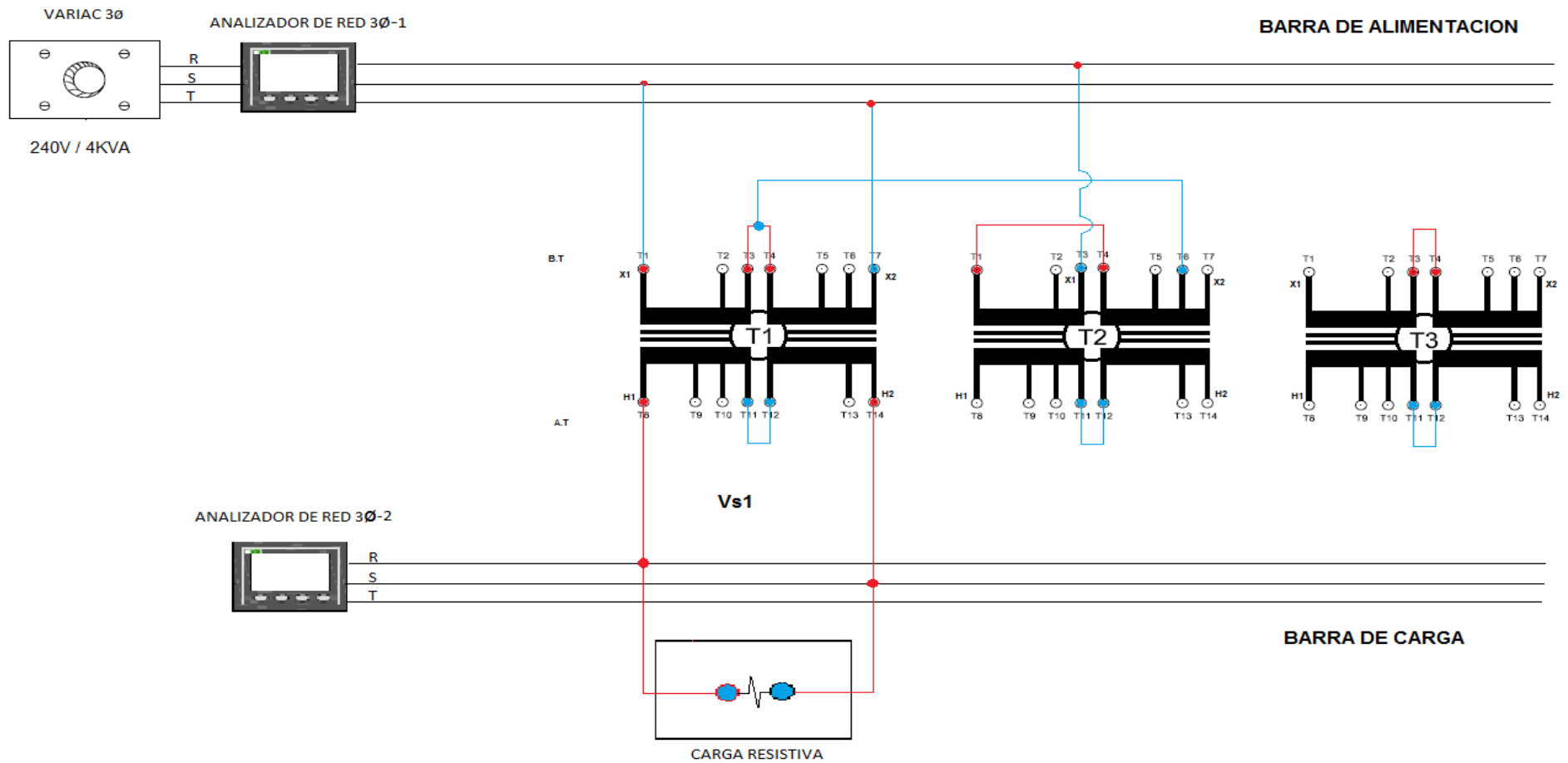


Figura 114 Diagrama de conexión y cableado Scott – T con cargas resistivas conectadas en Vs1

Fuente: Los Autores

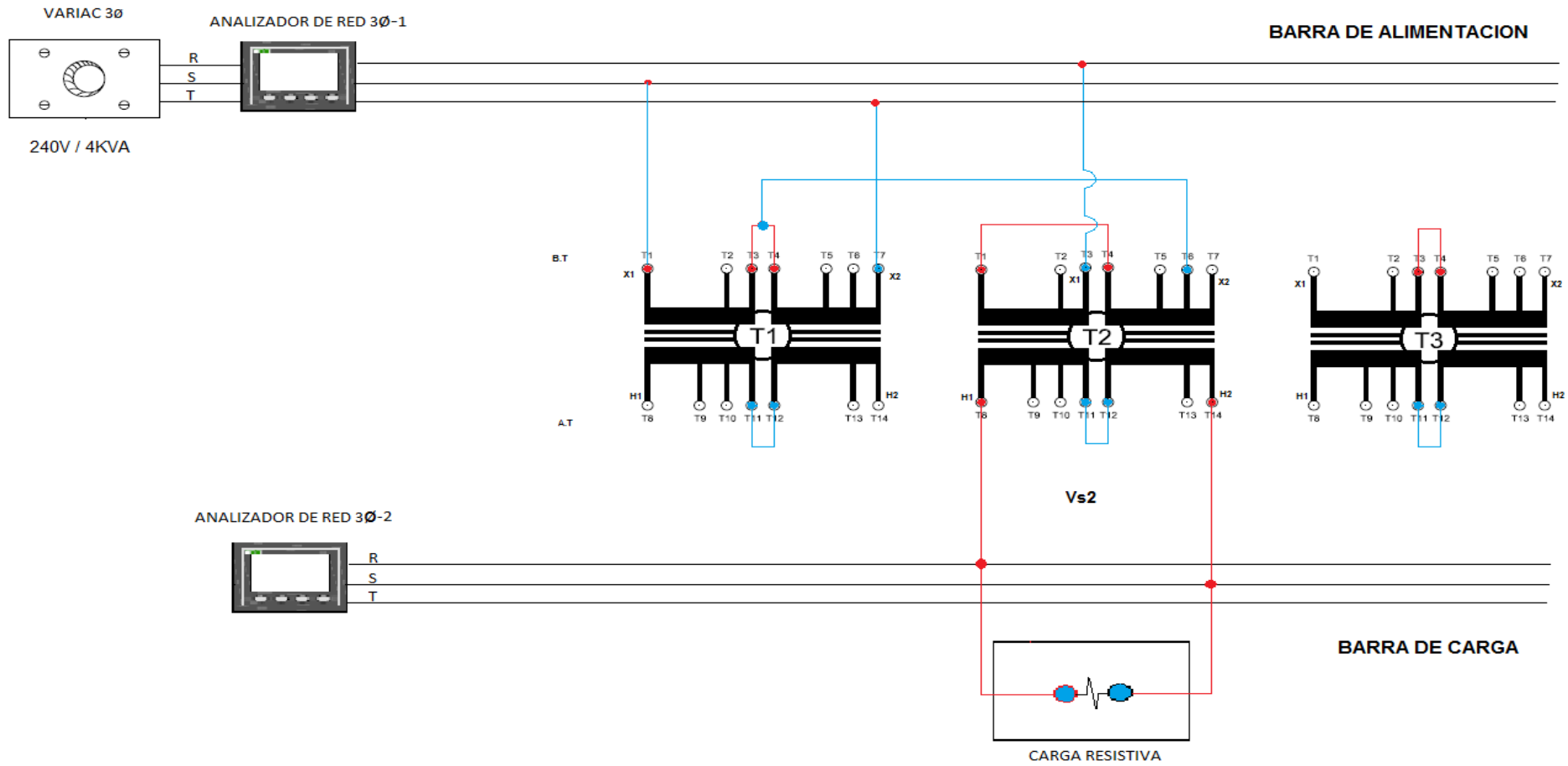


Figura 115 Diagrama de conexión y cableado Scott – T con cargas resistivas conectadas en. Vs2

Fuente: Los Autores

TABLA No.1: VALORES NOMINALES Y CALCULADOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	V1=	V2=	V1-2=
	Corriente Nominal	I1=	I2=	I1-2=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 66 Registro de Prueba No.1 Práctica 7

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.2: CONEXIÓN SCOTT – T CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.2: VALORES MEDIDOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	V1=	V2=	V1-2=
	Corriente Nominal	I1=	I2=	I1-2=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 67 Registro de Prueba No.2 Práctica 7

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.3: CONEXIÓN SCOTT – T CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.3: VALORES CALCULADOS CON 2 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS UNA EN V1 Y OTRA EN V2				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	V1=	V2=	V1-2=
	Corriente Nominal	I1=	I2=	I1-2=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 68 Registro de Prueba No.3 Práctica 7

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.4: CONEXIÓN SCOTT – T CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.4: VALORES MEDIDOS CON 2 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS UNA EN V1 Y OTRA EN V2				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	V1=	V2=	V1-2=
	Corriente Nominal	I1=	I2=	I1-2=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 69 Registro de Prueba No.4 Práctica 7

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.5: CONEXIÓN SCOTT – T CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.5: VALORES CALCULADOS CON 2 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS UNA EN V1 Y OTRA EN V2, Y CON UNA CARGA DE 100 Ω CONECTADA EN V1-2				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	V1=	V2=	V1-2=
	Corriente Nominal	I1=	I2=	I1-2=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 70 Registro de Prueba No.5 Práctica 7

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.6: CONEXIÓN SCOTT – T CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.6: VALORES MEDIDOS CON 2 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS UNA EN V1 Y OTRA EN V2, Y CON UNA CARGA DE 100 Ω CONECTADA EN V1-2				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	V1=	V2=	V1-2=
	Potencia Nominal (P)	I1=	I2=	I1-2=
	Potencia Nominal (Q)	PT1=	PT2=	P2 \emptyset =
	Factor de Potencia	QT1=	QT2=	Q2 \emptyset =
	Potencia Nominal (S)	Fp1=	Fp2=	Fp2 \emptyset =

Tabla 71 Registro de Prueba No.6 Práctica 7

Fuente: Los Autores

4.9. Práctica No. 8: Conexión Scott – T con carga inductiva.

4.9.1.DATOS INFORMATIVOS

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 8**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.9.2.DATOS DE LA PRÁCTICA

- **TEMA:** Conexión Scott – T con carga inductiva.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer la conexión y la forma de obtener salida de potencia bifásica a partir de dos transformadores monofásicos formando la conexión Scott – T.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Realizar la conexión Scott – T en el tablero de Pruebas.

Obtener dos fases separadas a 90° a partir de un sistema trifásico.

Comprender el funcionamiento y comportamiento de la conexión sin carga y con carga inductiva (motor del banco) utilizando un capacitor para desfase, arranque y funcionamiento.

- **MARCO TEÓRICO**

Funcionamiento de cada dispositivo.

Conexión Scott – T.

Diagrama de conexión.

Diagrama de cableado.

Tipos de carga: Carga inductiva (motor del banco).

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **PROCEDIMIENTO**

Verificar que el tablero se encuentre libre de objetos que puedan obstaculizar el ambiente para la ejecución de la práctica. Y también objetos que puedan ser capaces de formar contactos indirectos con terminales o equipos que podrían causar cortocircuitos, principalmente revisar en la parte posterior del módulo de pruebas.

Identificar cada uno de los elementos que forman el banco de pruebas.

Revisar el banco y verificar que bloques vamos a tomar para el diagrama correspondiente.

Una vez verificado e identificado los elementos y protocolos de operatividad, procedemos a realizar la conexión Scott – T.

Utilizar 65 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en estrella, y utilizar 45 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en delta.

Tomar las mediciones adecuadas de parámetros nominales y con carga (voltajes, corrientes, potencias), tanto de entrada como de salida y realizar un análisis comparativo con la parte teórica y con los valores calculados.

Establecer recomendaciones, observaciones y conclusiones de las prácticas.

- **RECURSOS**

Banco de pruebas para transformadores.

Instrumentación para: Tensión, Corriente, Potencia, Factor de potencia, Analizador Fasorial.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Equipo de carga inductiva (motor del banco).

Banco de capacitores.

Cables de laboratorio.

- **REGISTRO DE RESULTADOS**

Tabla No. 1 para la prueba No. 1: valores calculados y nominales sin carga.

Tabla No. 2 para la prueba No. 2: valores medidos sin carga.

Tabla No. 3 para la prueba No. 3: valores calculados con carga inductiva (motor 3 ϕ 220/440 V 0.75HP) conectada en estrella, utilizando un capacitor de 40 uf para desfase, arranque y funcionamiento.

Tabla No. 4 para la prueba No. 4: valores medidos con carga inductiva (motor 3 ϕ 220/440 V 0.75HP) conectada en estrella, utilizando un capacitor de 40 uf para desfase, arranque y funcionamiento.

Tabla No.5 para la prueba No. 5: valores calculados con carga inductiva (motor 3 ϕ 220/440 V 0.75HP) conectada en delta, utilizando un capacitor de 40 uf para desfase, arranque y funcionamiento.

Tabla No.6 para la prueba No.6: valores medidos con carga inductiva (motor 3 ϕ 220/440 V 0.75HP) conectada en delta, utilizando un capacitor de 40 uf para desfase, arranque y funcionamiento.

Cuestionario de preguntas.

Observaciones, comentarios, conclusiones.

- **ANEXOS**

Diagrama de conexión y cableado.

Diagrama unifilar

Tablas para mediciones y resultados.

- **BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA**

http://tecdigital.tec.ac.cr/file/2725482/Gu%C3%ADa_de_Laboratorio_de_Electricidad_II.pdf

<http://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/01/Practicas-Transformadores-2011.pdf>

<https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=universidad%20veracruzana%20practicass%20de%20laboratorio%20transformadores>

Sistemas de control de motores eléctricos industriales ing. Isaías Cecilio Ventura Nava.

Control de motores eléctricos Gilberto Enríquez Harper.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO**

¿Cuál es la importancia de realizar este tipo de conexión?

¿En qué casos y en qué áreas normalmente se aplica esta conexión?

¿Mencione las ventajas y desventajas más relevantes de la conexión Scott – T?

¿Realizar un breve análisis y comparación sobre la conexión Scott – T conectada con carga inductiva (motor 3 Ø 220/440 V 0.75HP), y mencionar conclusiones y recomendaciones?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Scott – T y realizar los cálculos respectivos con valores nominales y sin carga?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Scott – T, y realizar los cálculos respectivos con carga inductiva (motor 3Ø 220/440 V 0.75HP)?

¿Conclusiones de esta práctica?

- **OTROS**

Sobre construcción de transformadores y dispositivos eléctricos:

Hierro, características, procedencia, costos.

Tipos de conexión, características, costos.

Fabricante, características, costos.

Sobre protección de transformadores y dispositivos eléctricos:

Tipos, características, procedencia y costos para protección baja y en alta tensión.

Sobre fabricantes de transformadores y dispositivos eléctricos:

Marcas nacionales y extranjeras.

Características técnicas y costos.

Proyecto:

Análisis de diseño e implementación de un transformador con conexión Scott – T, para ferrocarriles eléctricos en el Ecuador.

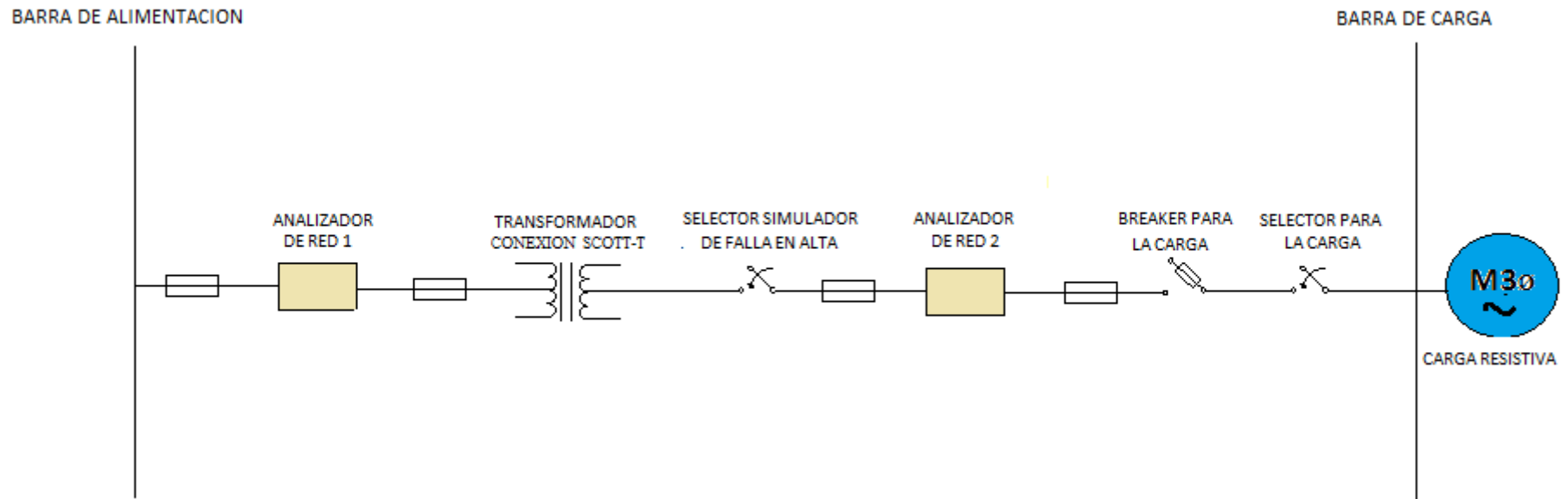


Figura 116 Diagrama unifilar de la conexión Scott – T con carga inductiva

Fuente: Los Autores

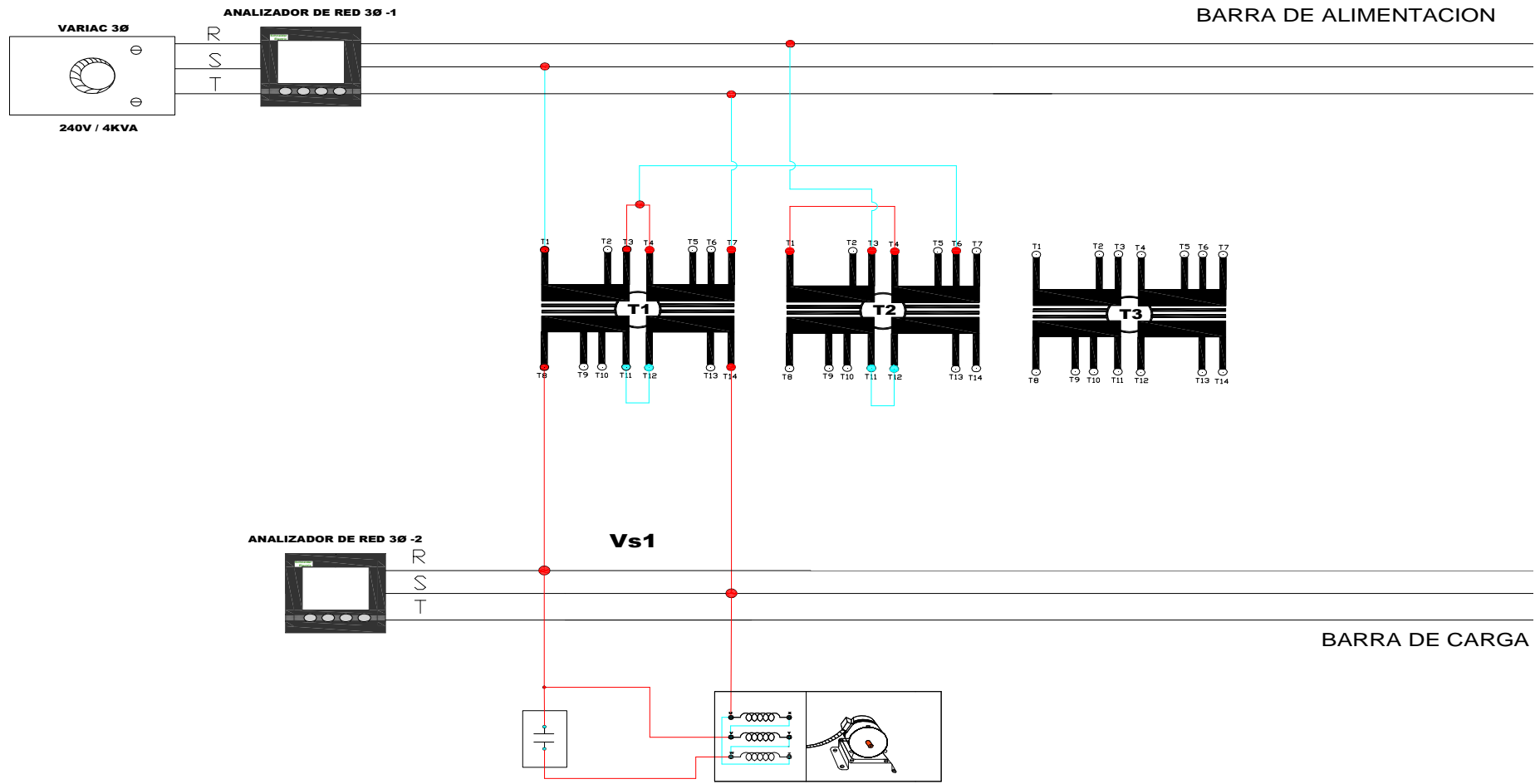


Figura 117 Diagrama de conexión y cableado Scott – T con carga inductiva (motor del banco) conectada en delta, utilizando un capacitor del banco de capacitores

Fuente: Los Autores

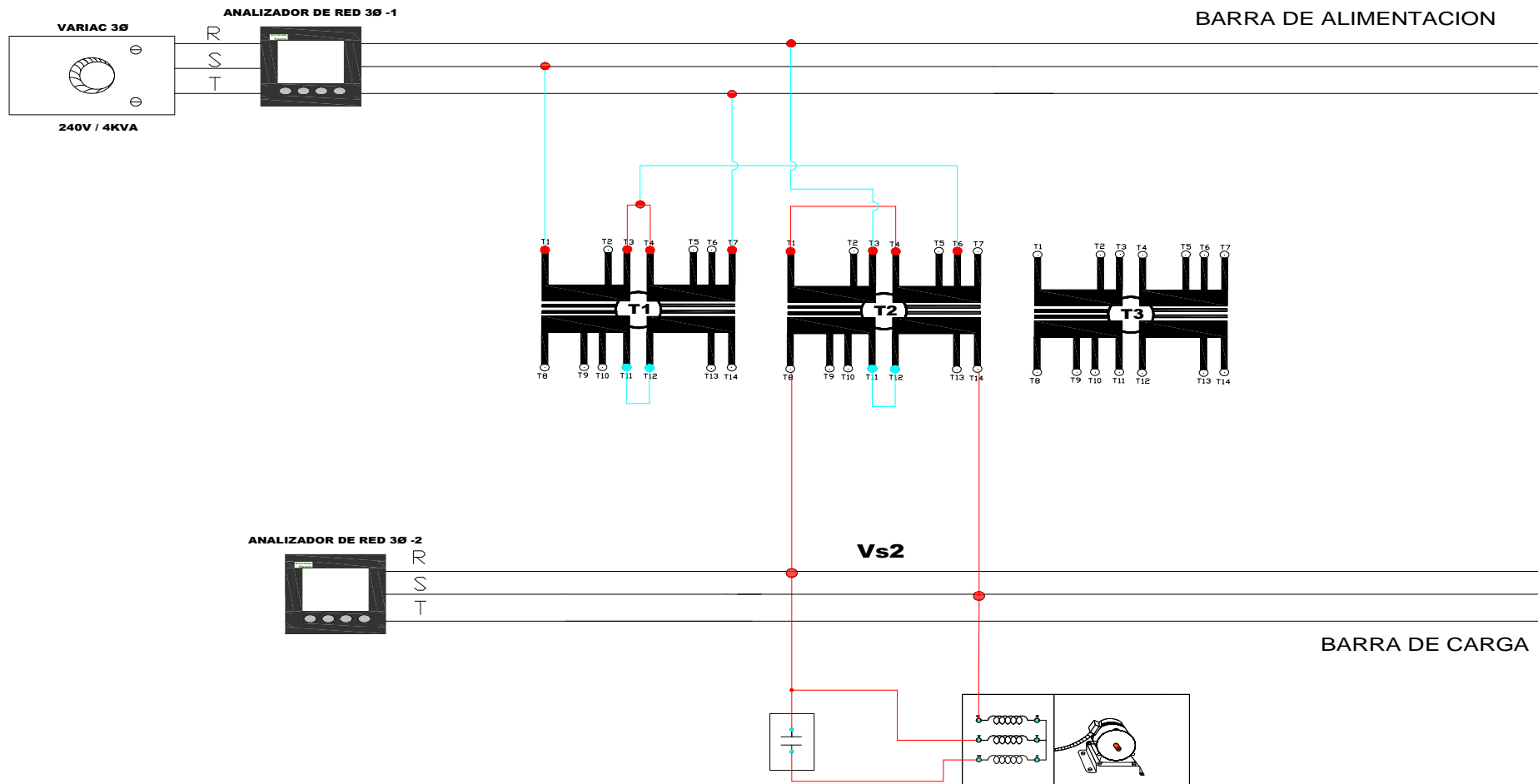


Figura 118 Diagrama de conexión y cableado Scott – T con carga inductiva (motor del banco) conectada en estrella, utilizando un capacitor del banco de capacitores

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.1: CONEXIÓN SCOTT – T CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR DEL BANCO)				
TABLA No.1: VALORES NOMINALES Y CALCULADOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	Vs1=	Vs1=	Vs2=
	Corriente Nominal	Is2=	Is2=	
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 72 Registro de Prueba No.1 Práctica 8

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.2: CONEXIÓN SCOTT – T CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR DEL BANCO)				
TABLA No.2: VALORES MEDIDOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	Vs1=	Vs2=	
	Corriente Nominal	Is1=	Is2=	
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 73 Registro de Prueba No.2 Práctica 8

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.3: CONEXIÓN SCOTT – T CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR DEL BANCO)				
TABLA No.3: VALORES CALCULADOS CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220/440 V 0.75HP) CONECTADA EN ESTRELLA, UTILIZANDO UN CAPACITOR DE 40 µF PARA DESFASE, ARRANQUE Y FUNCIONAMIENTO.				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	V U-V=	V V-W=	V W-U=
	Corriente Nominal	IU=	IV=	IW=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 74 Registro de Prueba No.3 Práctica 8

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.4: CONEXIÓN SCOTT – T CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR DEL BANCO)				
TABLA No.4: VALORES MEDIDOS CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220/440 V 0.75HP) CONECTADA EN ESTRELLA, UTILIZANDO UN CAPACITOR DE 40 uF PARA DESFASE, ARRANQUE Y FUNCIONAMIENTO				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	V U-V=	V V-W=	V W-U=
	Corriente Nominal	IU=	IV=	IW=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 75 Registro de Prueba No.4 Práctica 8

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.5: CONEXIÓN SCOTT – T CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR DEL BANCO)				
TABLA No.5: VALORES CALCULADOS CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220/240 V 0.75HP) CONECTADA EN DELTA, UTILIZANDO UN CAPACITOR DE 40 µF PARA DESFASE, ARRANQUE Y FUNCIONAMIENTO.				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	V U-V=	V V-W=	V W-U=
	Corriente Nominal	IU=	IV=	IW=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 76 Registro de Prueba No.5 Práctica 8

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.6: CONEXIÓN SCOTT – T CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR DEL BANCO)				
TABLA No.6: VALORES MEDIDOS CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220/440 V 0.75HP) CONECTADA EN DELTA, UTILIZANDO UN CAPACITOR DE 40 µF PARA DESFASE, ARRANQUE Y FUNCIONAMIENTO				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	V U-V=	V V-W=	V W-U=
	Corriente Nominal	IU=	IV=	IW=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 77 Registro de Prueba No.6 Práctica 8

Fuente: Los Autores

4.10. Práctica No. 9: Conexión Trifásica – T con carga resistiva.

4.10.1. DATOS INFORMATIVOS

- **MATERIA:**
- **PRÁCTICA N° 9**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:**
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO: 2 Horas**

4.10.2. DATOS DE LA PRÁCTICA.

- **TEMA:** Conexión Trifásica – T con carga resistiva
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer la conexión y la forma de obtener salida de potencia trifásica a distintos niveles de voltajes, a partir de dos transformadores monofásicos formando la conexión Trifásica – T.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Realizar la conexión Trifásica – T en el tablero de Pruebas.

Obtener potencia trifásica con otros niveles de voltaje a partir de un sistema trifásico conectado al arreglo Trifásico – T.

Comprender el funcionamiento y comportamiento de la conexión sin carga y con carga resistiva.

- **MARCO TEÓRICO**

Funcionamiento de cada dispositivo.

Conexión Trifásica – T.

Diagrama de conexión.

Diagrama de cableado.

Tipos de carga: Carga resistiva.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **PROCEDIMIENTO**

Verificar que el tablero se encuentre libre de objetos que puedan obstaculizar el ambiente para la ejecución de la práctica. Y también objetos que puedan ser capaces de formar contactos indirectos con terminales o equipos que podrían causar cortocircuitos, principalmente revisar en la parte posterior del módulo de pruebas.

Realizar la energización del tablero a través del cable de poder, conectando primeramente una de sus clavijas en el toma del tablero, y después la otra clavija en el toma de alimentación. Para luego proceder a accionar los breakers de alimentación y el breaker principal del módulo de pruebas.

Revisar el banco y verificar que bloques vamos a tomar para el diagrama correspondiente.

Una vez verificado e identificado los elementos, procedemos a realizar la conexión Trifásica – T.

Utilizar 90 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en estrella, y utilizar 45 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en delta.

Tomar las mediciones adecuadas de parámetros nominales y con carga (voltajes, corrientes, potencias), tanto de entrada como de salida y realizar un análisis comparativo con la parte teórica y con los valores calculados.

Establecer recomendaciones, observaciones y conclusiones de las prácticas.

- **RECURSOS**

Banco de pruebas para transformadores.

Instrumentación para: Tensión, Corriente, Potencia, Factor de potencia, Analizador Fasorial.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Equipo de carga resistiva del laboratorio.

Cables de laboratorio.

- **REGISTRO DE RESULTADOS**

Tabla No. 1 para la prueba No. 1: valores calculados y nominales sin carga.

Tabla No. 2 para la prueba No. 2: valores medidos sin carga.

Tabla No. 3 para la prueba No. 3: valores calculados con 3 cargas resistivas de 100 Ω conectadas en estrella, y otra carga resistiva de 100 Ω conectada en VRn.

Tabla No. 4 para la prueba No. 4: valores medidos con 3 cargas resistivas de 100 Ω conectadas en estrella, y otra carga resistiva de 100 Ω conectada en VRn.

Tabla No.5 para la prueba No. 5: valores calculados con 3 cargas resistivas de 100 Ω conectadas en delta, y otra carga resistiva de 100 Ω conectada en VRn.

Tabla No.6 para la prueba No.6: valores medidos con 3 cargas resistivas de 100 Ω conectadas en delta, y otra carga resistiva de 100 Ω conectada en VRn.

Cuestionario de preguntas.

Observaciones, comentarios, conclusiones.

- **ANEXOS**

Diagramas de conexión y cableado.

Diagrama unifilar.

Tablas para mediciones y resultados.

- **BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA**

http://tecdigital.tec.ac.cr/file/2725482/Gu%C3%ADa_de_Laboratorio_de_Electricidad_II.pdf

<http://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/01/Practicas-Transformadores-2011.pdf>

[https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-](https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8)

8#q=universidad%20veracruzana%20practicass%20de%20laboratorio%20transformadores

Sistemas de control de motores eléctricos industriales ing. Isaías Cecilio Ventura Nava.

Control de motores eléctricos Gilberto Enríquez Harper.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO**

¿Cuál es la importancia de realizar este tipo de conexión?

¿En qué casos y en qué áreas normalmente se aplica esta conexión?

¿Mencione las ventajas y desventajas más relevantes de la conexión Trifásica – T?

¿Realizar un análisis y comparación sobre la conexión Trifásica – T conectada con 3 cargas resistivas de 100Ω conectadas en estrella a la salida de potencia trifásica, y otra carga resistiva de 100Ω conectada a la primera fase de salida trifásica con respecto al neutro?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Trifásica – T y realizar los cálculos respectivos con valores nominales y sin carga?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Trifásica – T, y realizar los cálculos respectivos con 3 cargas resistivas de 100Ω conectadas en estrella a la salida de potencia trifásica, y otra carga resistiva de 100Ω conectada a la primera fase de salida trifásica con respecto al punto de derivación n?

- **OTROS**

Sobre construcción de transformadores y dispositivos eléctricos:

Hierro, características, procedencia, costos.

Tipos de conexión, características, costos.

Fabricante, características, costos.

Sobre protección de transformadores y dispositivos eléctricos:

Tipos, características, procedencia y costos para protección baja y en alta tensión.

Sobre fabricantes de transformadores y dispositivos eléctricos:

Marcas nacionales y extranjeras.

Características técnicas y costos.

Proyecto:

Análisis de diseño e implementación de un transformador con conexión Trifásica – T, para sectores industriales donde se requiere distintos niveles de potencia trifásica de salida.

BARRA DE ALIMENTACION

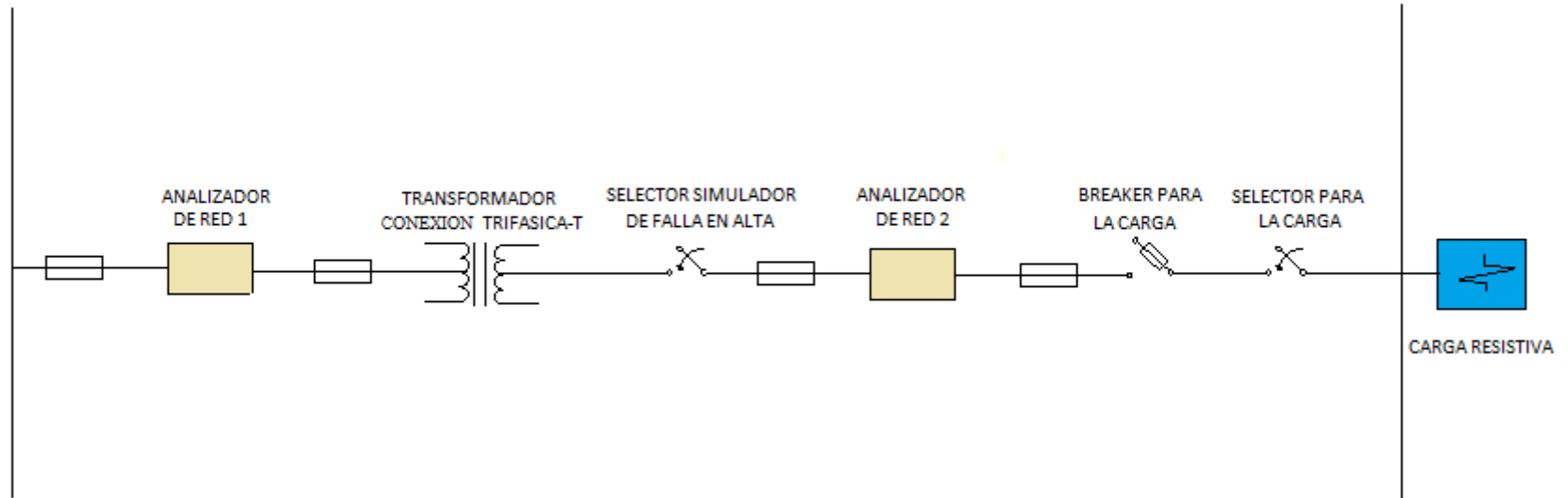


Figura 119 Diagrama unifilar de la conexión Trifásica – T con carga resistiva

Fuente: Los Autores

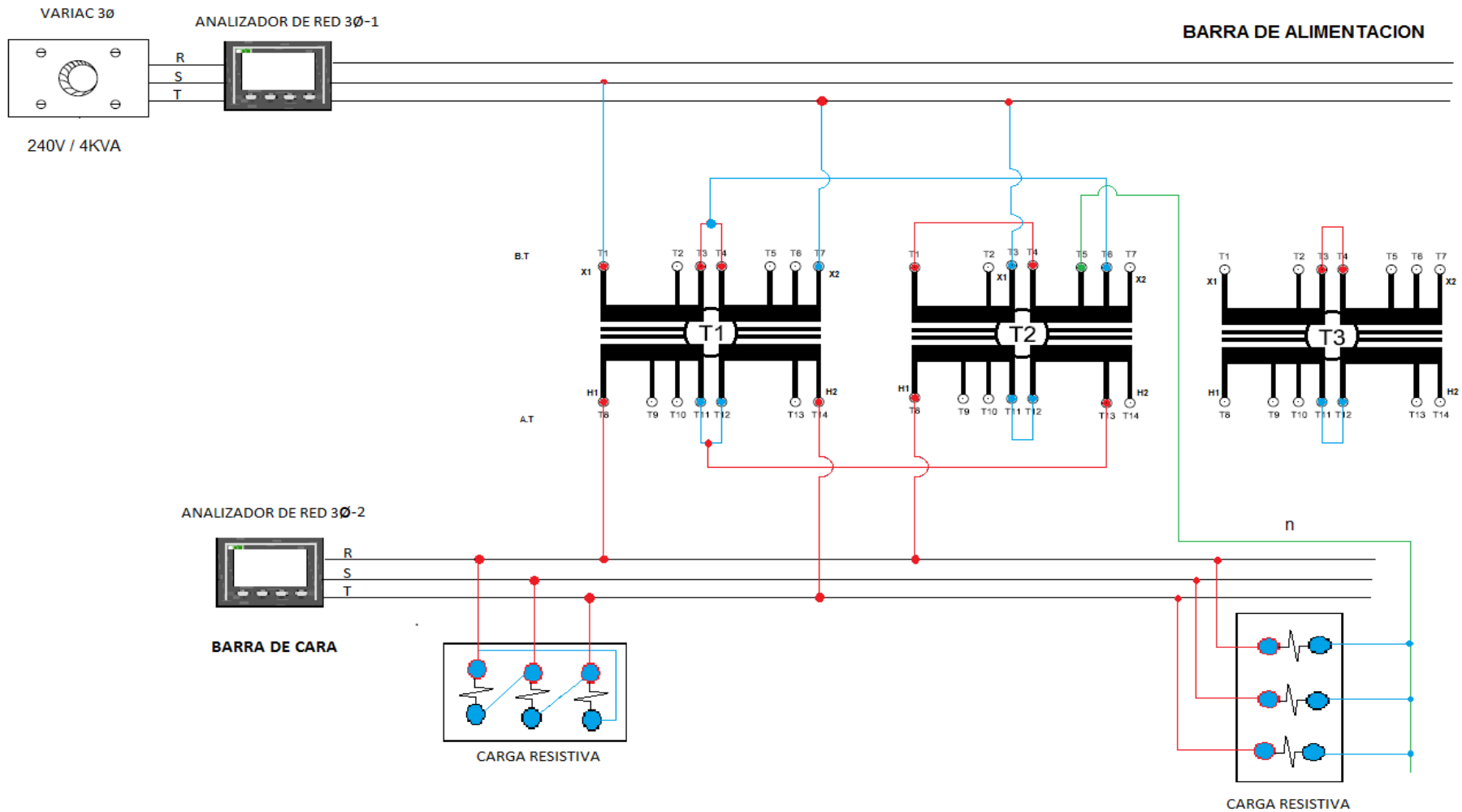


Figura 120 Diagrama de conexión y cableado Trifásica – T con tres cargas resistivas conectadas en delta y tres cargas resistivas conectadas una en V_{rn} , V_{sn} , V_{tn}

Fuente: Los Autores

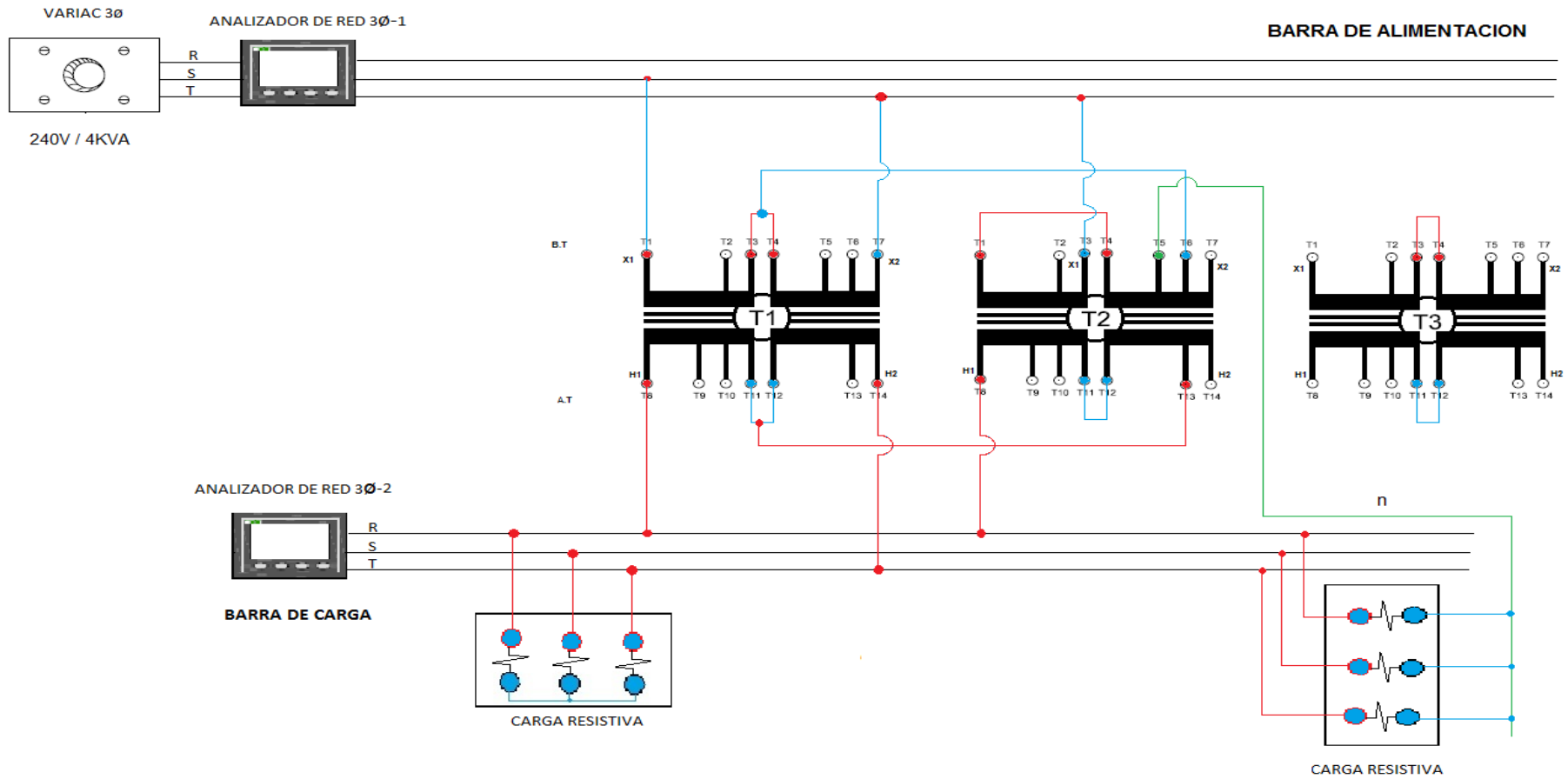


Figura 121 Diagrama de conexión y cableado Trifásica – T con tres cargas resistivas conectadas en estrella y tres cargas resistivas conectadas una en V_{rn} , V_{sn} , V_{tn}

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.2: CONEXIÓN TRIFÁSICA – T CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.2: VALORES MEDIDOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
		VRn=	VSn=	VTn=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
		In=		
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 78 Registro de Prueba No.1 Práctica 9

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.1: CONEXIÓN TRIFASICA – T CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.1: VALORES NOMINALES Y CALULADOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
		VRn=	VSn=	VTn=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
		In=		
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 79 Registro de Prueba No.2 Práctica 9

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.3: CONEXIÓN TRIFASICA – T CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.3: VALORES CALCULADOS CON 3 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS EN ESTRELLA, Y OTRAS 3 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS CADA UNA EN VRn, VSn, VTn RESPECTIVAMENTE.				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
		VRn=	VSn=	VTn=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
		IRn=	ISn=	ITn=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 80 Registro de Prueba No.3 Práctica 9

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.4: CONEXIÓN TRIFASICA – T CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.4: VALORES MEDIDOS CON 3 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS EN ESTRELLA, Y OTRAS 3 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS CADA UNA EN VRn, VSn, VTn RESPECTIVAMENTE.				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
		VRn=	VSn=	VTn=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
		IRn=	Isn=	Itn=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2 \emptyset =
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2 \emptyset =
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2 \emptyset =
Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2 \emptyset =	

Tabla 81 Registro de Prueba No.4 Práctica 9

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.5: CONEXIÓN TRIFÁSICA – T CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.5: VALORES CALCULADOS CON 3 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS EN DELTA, Y OTRAS 3 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS CADA UNA EN VRn, VSn, VTn RESPECTIVAMENTE.				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
		VRn=	VSn=	VTn=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
		IRn=	Isn=	Itn=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=	

Tabla 82 Registro de Prueba No.5 Práctica 9

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.6: CONEXIÓN TRIFASICA – T CON CARGA RESISTIVA				
TABLA No.6: VALORES MEDIDOS CON 3 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS EN DELTA, Y OTRAS 3 CARGAS RESISTIVAS DE 100 Ω CONECTADAS CADA UNA EN VRn, VSn, VTn RESPECTIVAMENTE.				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
		VRn=	VSn=	VTn=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
		IRn=	Isn=	Itn=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 83 Registro de Prueba No.6 Práctica 9

Fuente: Los Autores

4.11. Práctica No. 10: Conexión Trifásica – T con carga inductiva.

4.11.1. DATOS INFORMATIVOS

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N°10**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.11.2. DATOS DE LA PRÁCTICA

- **TEMA:** Conexión Trifásica – T con carga inductiva (motor del banco).
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer la conexión y la forma de obtener salida de potencia trifásica a distintos niveles de voltajes, a partir de dos transformadores monofásicos formando la conexión Trifásica - T.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Realizar la conexión Trifásica – T en el tablero de Pruebas.

Obtener potencia trifásica con otros niveles de voltaje a partir de un sistema trifásico conectado al arreglo Trifásico – T.

Comprender el funcionamiento y comportamiento de la conexión sin carga y con carga inductiva (motor 3Ø 220/440 V- 0.75HP).

- **MARCO TEÓRICO**

Funcionamiento de cada dispositivo.

Conexión Trifásica – T.

Diagrama de conexión.

Diagrama de cableado.

Tipos de carga: Carga inductiva (motor del banco).

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **PROCEDIMIENTO**

Verificar que el tablero se encuentre libre de objetos que puedan obstaculizar el ambiente para la ejecución de la práctica. Y también objetos que puedan ser capaces de formar contactos indirectos con terminales o equipos que podrían causar cortocircuitos, principalmente revisar en la parte posterior del módulo de pruebas.

Realizar la energización del tablero a través del cable de poder, conectando primeramente una de sus clavijas en el toma del tablero, y después la otra clavija en el toma de alimentación. Para luego proceder a accionar los breakers de alimentación y el breaker principal del módulo de pruebas.

Revisar el banco y verificar que bloques vamos a tomar para el diagrama correspondiente.

Una vez verificado e identificado los elementos, procedemos a realizar la conexión Trifásica – T.

Utilizar 120 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en estrella, y utilizar 90 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en delta.

Tomar las mediciones adecuadas de parámetros nominales y con carga (voltajes, corrientes, potencias), tanto de entrada como de salida y realizar un análisis comparativo con la parte teórica y con los valores calculados.

Establecer recomendaciones, observaciones y conclusiones de las prácticas.

- **RECURSOS**

Banco de pruebas para transformadores.

Instrumentación para: Tensión, Corriente, Potencia, Factor de potencia, Analizador Fasorial.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Equipo de carga inductiva (motor del banco).

Cables de laboratorio.

- **REGISTRO DE RESULTADOS**

Tabla No. 1 para la prueba No. 1: valores calculados y nominales sin carga.

Tabla No. 2 para la prueba No. 2: valores medidos sin carga.

Tabla No. 3 para la prueba No. 3: valores calculados con carga inductiva (motor del banco), conectada en estrella.

Tabla No. 4 para la prueba No. 4: valores medidos con carga inductiva (motor del banco), conectada en estrella.

Tabla No.5 para la prueba No. 5: valores calculados con carga inductiva, (motor del banco), conectada en delta.

Tabla No.6 para la prueba No.6: valores medidos con carga inductiva, (motor del banco), conectada en delta.

Cuestionario de preguntas.

Observaciones, comentarios, conclusiones.

- **ANEXOS**

Diagrama de conexión y cableado.

Diagrama unifilar

Tablas para mediciones y resultados.

- **BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA**

http://tecdigital.tec.ac.cr/file/2725482/Gu%C3%ADa_de_Laboratorio_de_Electricidad_II.pdf

<http://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/01/Practicas-Transformadores-2011.pdf>

[https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-](https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8)

8#q=universidad%20veracruzana%20practicass%20de%20laboratorio%20transformadores

Sistemas de control de motores eléctricos industriales ing. Isaías Cecilio Ventura Nava.

Control de motores eléctricos Gilberto Enríquez Harper.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO**

¿Cuál es la importancia de realizar este tipo de conexión?

¿En qué casos y en qué áreas normalmente se aplica esta conexión?

¿Mencione las ventajas y desventajas más relevantes de la conexión Trifásica – T?

¿Realizar un análisis y comparación sobre la conexión Trifásica – T con una carga inductiva (motor del banco) conectada en estrella a la salida de potencia trifásica, y otra carga inductiva conectada entre la primera fase de salida trifásica y el punto de derivación n?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Trifásica – T y realizar los cálculos respectivos con valores nominales y sin carga?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Trifásica – T, y realizar los cálculos respectivos con la carga inductiva (motor del banco) conectada en estrella a la salida de potencia trifásica, y otra carga inductiva conectada entre la primera fase de salida trifásica y el punto de derivación n?

- **OTROS**

Sobre construcción de transformadores y dispositivos eléctricos:

Hierro, características, procedencia, costos.

Tipos de conexión, características, costos.

Fabricante, características, costos.

Sobre protección de transformadores y dispositivos eléctricos:

Tipos, características, procedencia y costos para protección baja y en alta tensión.

Sobre fabricantes de transformadores y dispositivos eléctricos:

Marcas nacionales y extranjeras.

Características técnicas y costos.

Proyecto:

Análisis de diseño e implementación de un transformador con conexión Trifásica – T, para sectores industriales donde se requiere distintos niveles de potencia trifásica de salida.

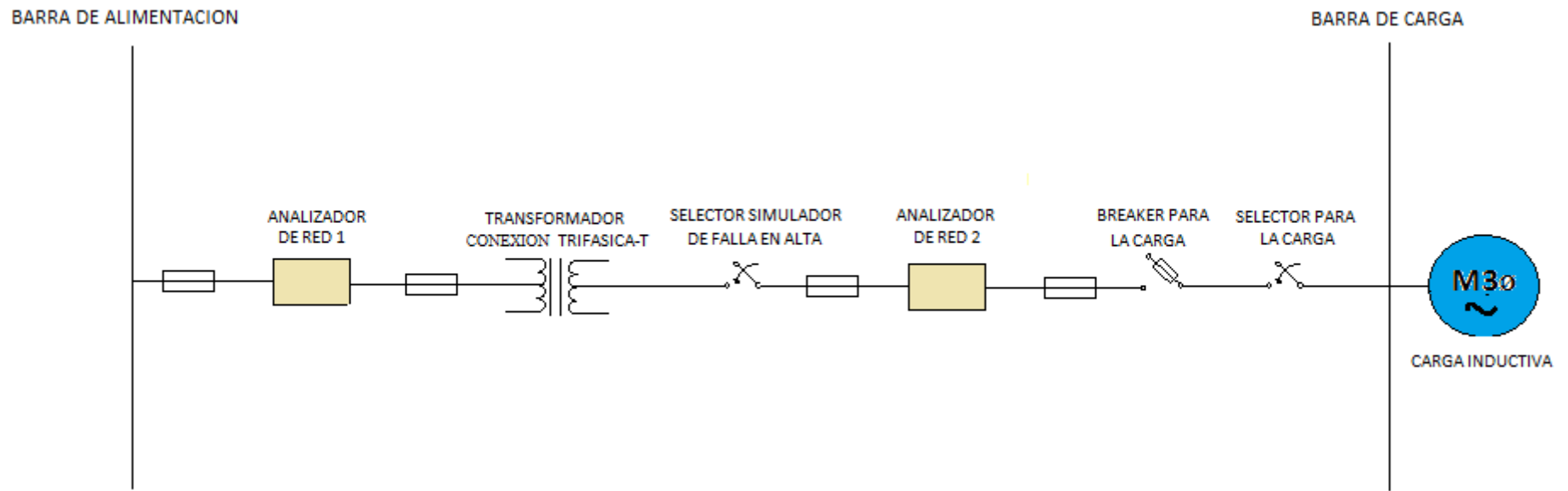


Figura 122 Diagrama unifilar de la conexión Trifásica –T con carga inductiva

Fuente: Los Autores

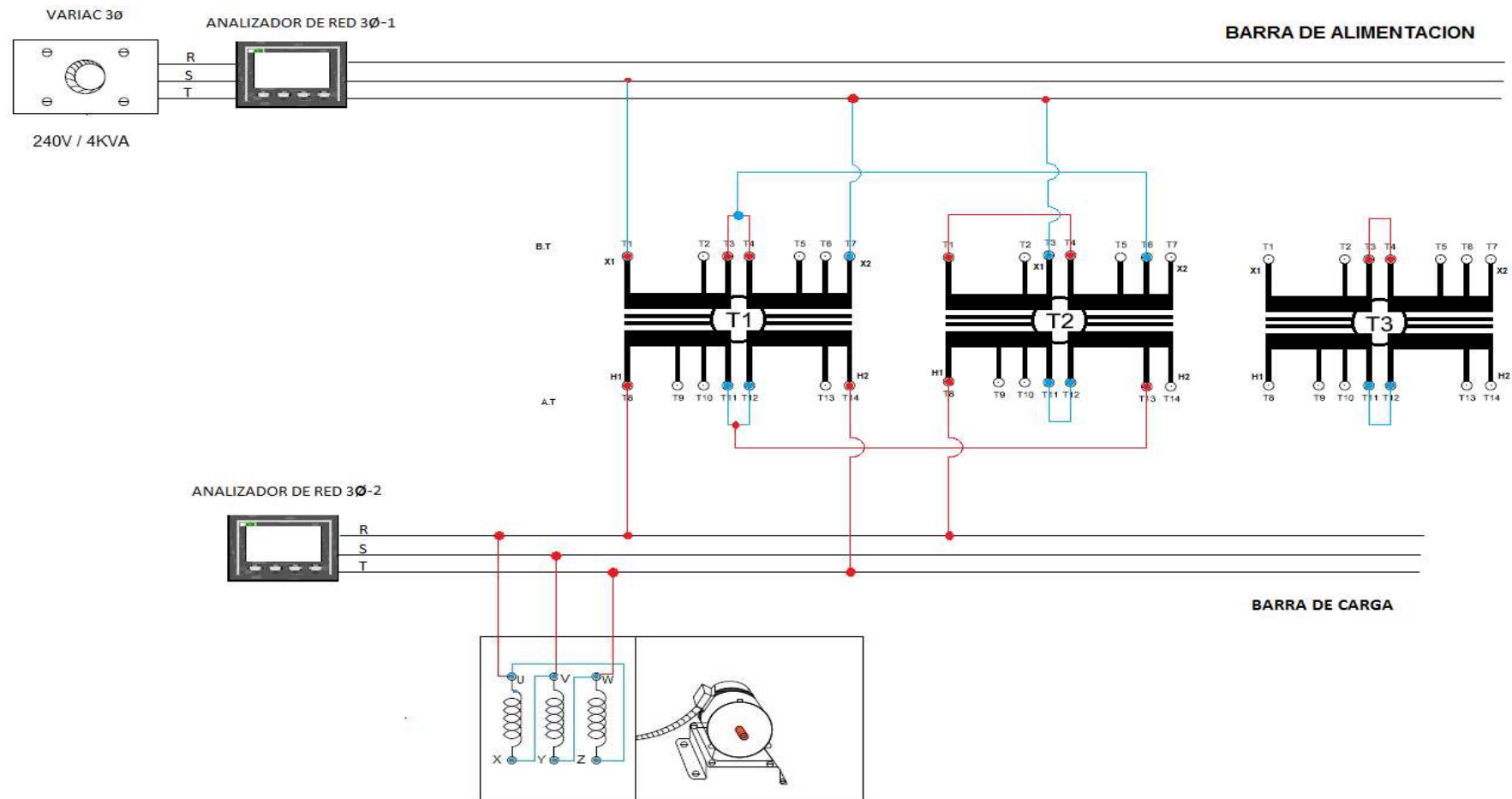


Figura 123 Diagrama de conexión y cableado Trifásica – T con tres cargas inductivas conectadas en delta

Fuente: Los Autores

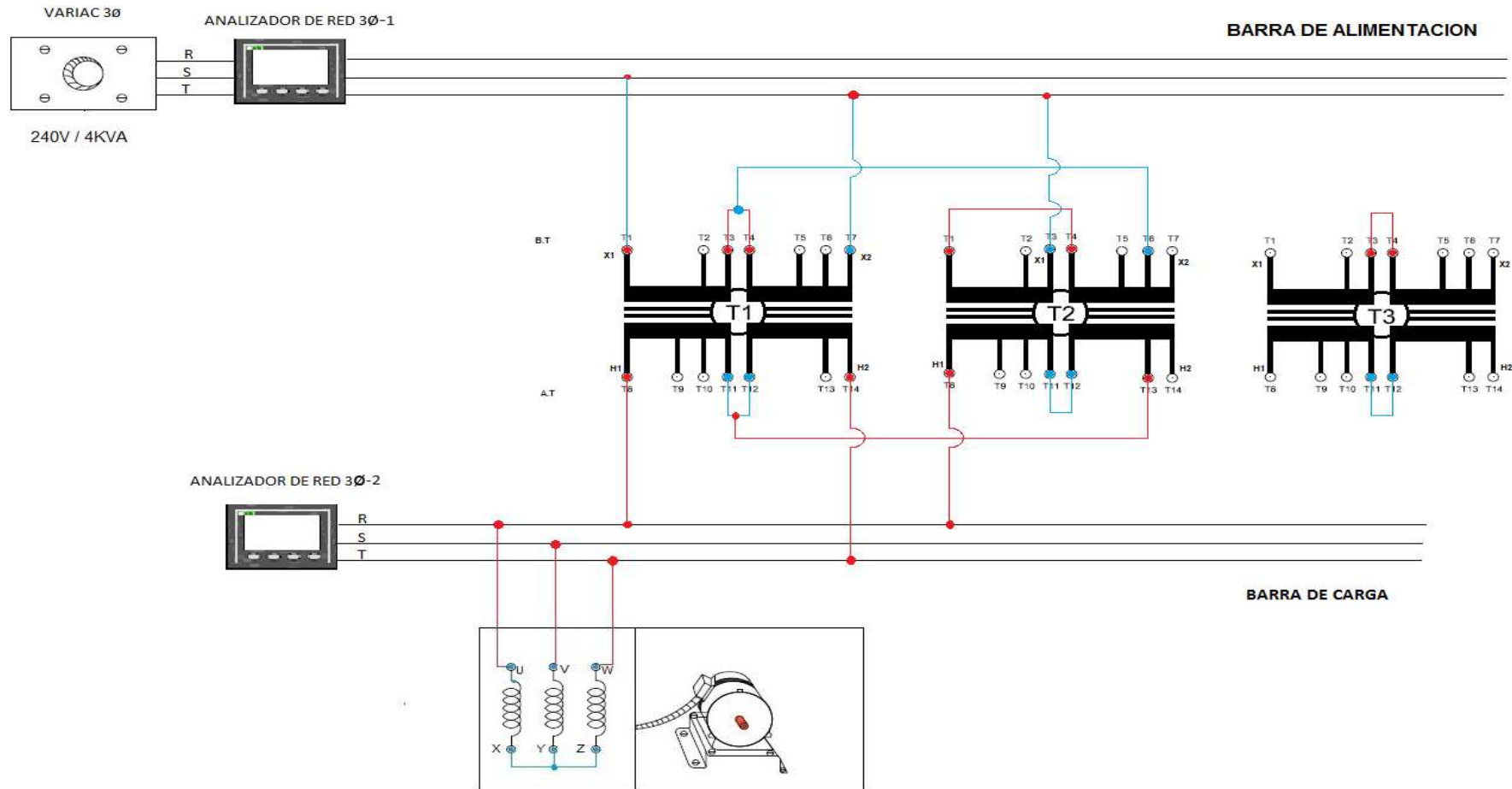


Figura 124 Diagrama de conexión y cableado Trifásica – T con tres cargas inductivas conectadas en estrella

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.6: CONEXIÓN TRIFASICA – T CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220-440V 0.75HP DEL BANCO)				
TABLA No.6: VALORES NOMINALES Y CALCULADOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 84 Registro de Prueba No.1 Práctica 10

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.1: CONEXIÓN TRIFÁSICA – T CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220-440V 0.75HP)				
TABLA No.1: VALORES MEDIDOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 85 Registro de Prueba No.2 Práctica 10

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.1: CONEXIÓN TRIFÁSICA – T CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220-440V 0.75HP DEL BANCO)				
TABLA No.1: VALORES CALCULADOS CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220/240 V-0.75HP) CONECTADA EN ESTRELLA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 86 Registro de Prueba No.3 Práctica 10

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.6: CONEXIÓN TRIFÁSICA – T CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220-440V 0.75HP DEL BANCO)				
TABLA No.6: VALORES MEDIDOS CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR DEL BANCO) CONECTADA EN ESTRELLA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 87 Registro de Prueba No.4 Práctica 10

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.6: CONEXIÓN TRIFÁSICA – T CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220-440V 0.75HP DEL BANCO)				
TABLA No.6: VALORES CALCULADOS CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR DEL BANCO) CONECTADA EN DELTA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 88 Registro de Prueba No.5 Práctica 10

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.6: CONEXIÓN TRIFASICA – T CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR 3Ø 220-440V 0.75HP DEL BANCO)				
TABLA No.6: VALORES MEDIDOS CON CARGA INDUCTIVA (MOTOR DEL BANCO) CONECTADA EN DELTA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 89 Registro de Prueba No.6 Práctica 10

Fuente: Los Autores

4.12. Práctica No. 11: Conexión Δ abierta con carga capacitiva.

4.12.1. DATOS INFORMATIVOS

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N°** 11
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.12.2. DATOS DE LA PRÁCTICA

- **TEMA:** Conexión Δ abierta con carga capacitiva.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer la conexión y la forma de obtener potencia trifásica a partir de dos transformadores monofásicos formando un banco Δ abierta para suministrar energía eléctrica trifásica a cargas capacitivas.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Realizar la conexión normal $\Delta - \Delta$ en el Tablero de Pruebas.

Simular la falla de una de sus fases en el lado secundario y por ende el fuera de servicio de uno de sus transformadores del banco, para proceder a realizar la conexión Δ abierta, que es el objetivo principal de la práctica.

Comprender el funcionamiento y comportamiento de la conexión sin carga y con carga capacitiva conectada en estrella y luego en delta.

- **MARCO TEÓRICO**

Funcionamiento de cada dispositivo.

Conexión Δ abierta.

Tipos de carga: Carga capacitiva.

Esquema de un circuito de conexión en estrella y en delta con carga capacitiva.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

• PROCEDIMIENTO

Verificar que el tablero se encuentre libre de objetos que puedan obstaculizar el ambiente para la ejecución de la práctica. Y también objetos que puedan ser capaces de formar contactos indirectos con terminales o equipos que podrían causar cortocircuitos, principalmente revisar en la parte posterior del módulo de pruebas.

Realizar la energización del tablero a través del cable de poder, conectando primeramente una de sus clavijas en el toma del tablero, y después la otra clavija en el toma de alimentación. Para luego proceder a accionar los breakers de alimentación y el breaker principal del módulo de pruebas.

Revisar el banco y verificar que bloques vamos a tomar para el diagrama correspondiente.

Una vez verificado e identificado los elementos, procedemos a realizar la conexión normal $\Delta - \Delta$.

Luego simularemos la ausencia de una de sus fases en el lado de alta, colocando el selector en off en una de sus fases en el bloque de simulación de fallas en alta.

Proceder a realizar la conexión Δ abierta sacando de operación el transformador cuya fase fue removida durante la simulación de falla.

Utilizar 100 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en estrella, y utilizar 60 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en delta.

Tomar las mediciones adecuadas de parámetros nominales y con carga (voltajes, corrientes, potencias), tanto de entrada como de salida y realizar un análisis comparativo con la parte teórica y con los valores calculados.

Establecer recomendaciones, observaciones y conclusiones de las prácticas.

- **RECURSOS**

Banco de pruebas para transformadores.

Instrumentación para: Tensión, Corriente, Potencia, Factor de potencia, Fasores.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Equipo de carga capacitiva

Cables de laboratorio.

- **REGISTRO DE RESULTADOS**

Tabla No.1 para la prueba No. 1: valores nominales y calculados sin carga.

Tabla No.2 para la prueba No. 2: valores medidos sin carga.

Tabla No.3 para la prueba No. 3: valores calculados con 3 cargas capacitivas de 40 uF conectadas en estrella.

Tabla No.4 para la prueba No. 4: valores medidos con 3 cargas capacitivas de 40uF conectadas en estrella.

Tabla No.5 para la prueba No. 5: valores calculados con 3 cargas capacitivas de 40uF conectadas en delta.

Tabla No.6 para la prueba No. 6: valores medidos con 3 cargas capacitivas de 40uF conectadas en delta.

Cuestionario de preguntas.

Observaciones, comentarios, conclusiones.

Protocolo de operatividad de protecciones.

- **ANEXOS**

Diagramas de conexión y cableado $\Delta - \Delta$.

Diagrama de conexión y cableado Δ abierta.

Diagrama de unifilar.

Tablas para valores calculados.

Tablas para valores medidos.

- **BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA**

http://tecdigital.tec.ac.cr/file/2725482/Gu%C3%Ada_de_Laboratorio_de_Electricidad_II.pdf

<http://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/01/Practicas-Transformadores-2011.pdf>

Sistemas de control de motores eléctricos industriales ing. Isaías Cecilio Ventura Nava.

Control de motores eléctricos Gilberto Enríquez Harper.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO**

¿Realizar un análisis y comparación sobre la conexión Δ abierta conectada con carga capacitiva tanto en estrella y delta?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Δ abierta, y realizar los cálculos respectivos con 3 cargas capacitivas de 40 μ F conectadas en estrella y luego en delta?

¿Conclusiones de esta práctica?

- **OTROS**

Sobre fabricación de transformadores y dispositivos eléctricos:

Hierro, características, procedencia, costos.

Tipos de conexión, características, costos.

Fabricante, características, costos.

Sobre protección de transformadores y dispositivos eléctricos:

Tipos, características, procedencia y costos para protección en baja tensión y en alta tensión.

Sobre fabricantes de transformadores y dispositivos eléctricos:

Marcas nacionales y extranjeras.

Características técnicas y costos.

BARRA DE ALIMENTACION

BARRA DE CARGA

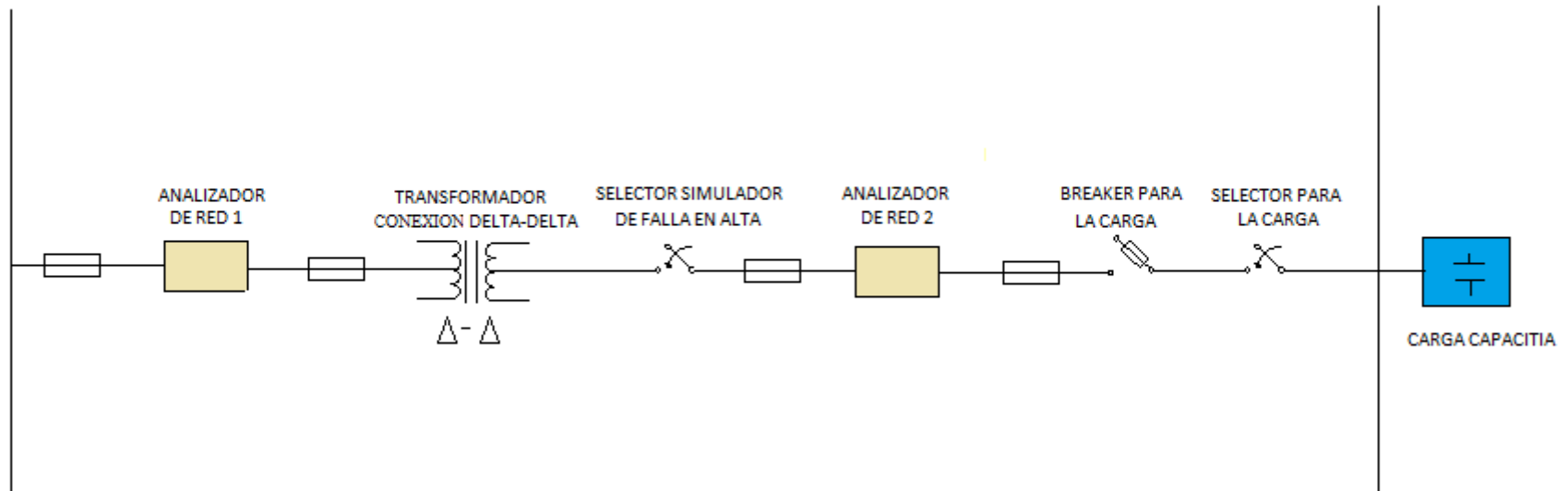


Figura 125 Diagrama unifilar de la conexión $\Delta - \Delta$ con carga capacitiva

Fuente: Los Autores

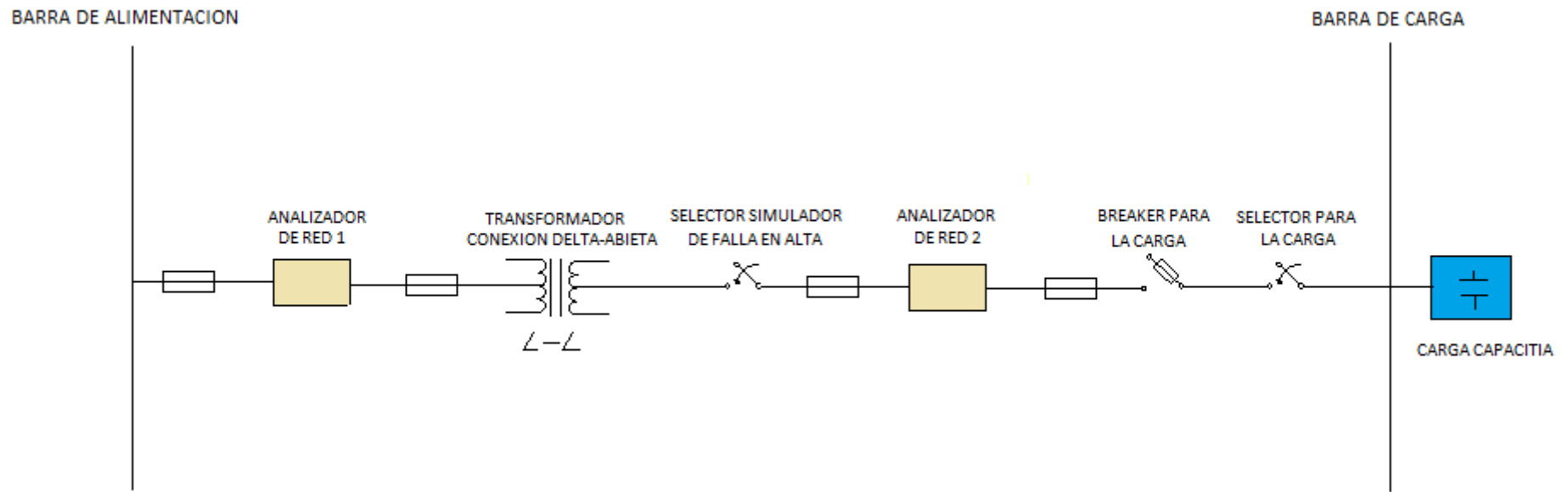


Figura 126 Diagrama unifilar de la conexión Δ abierta con carga capacitiva

Fuente: Los Autores

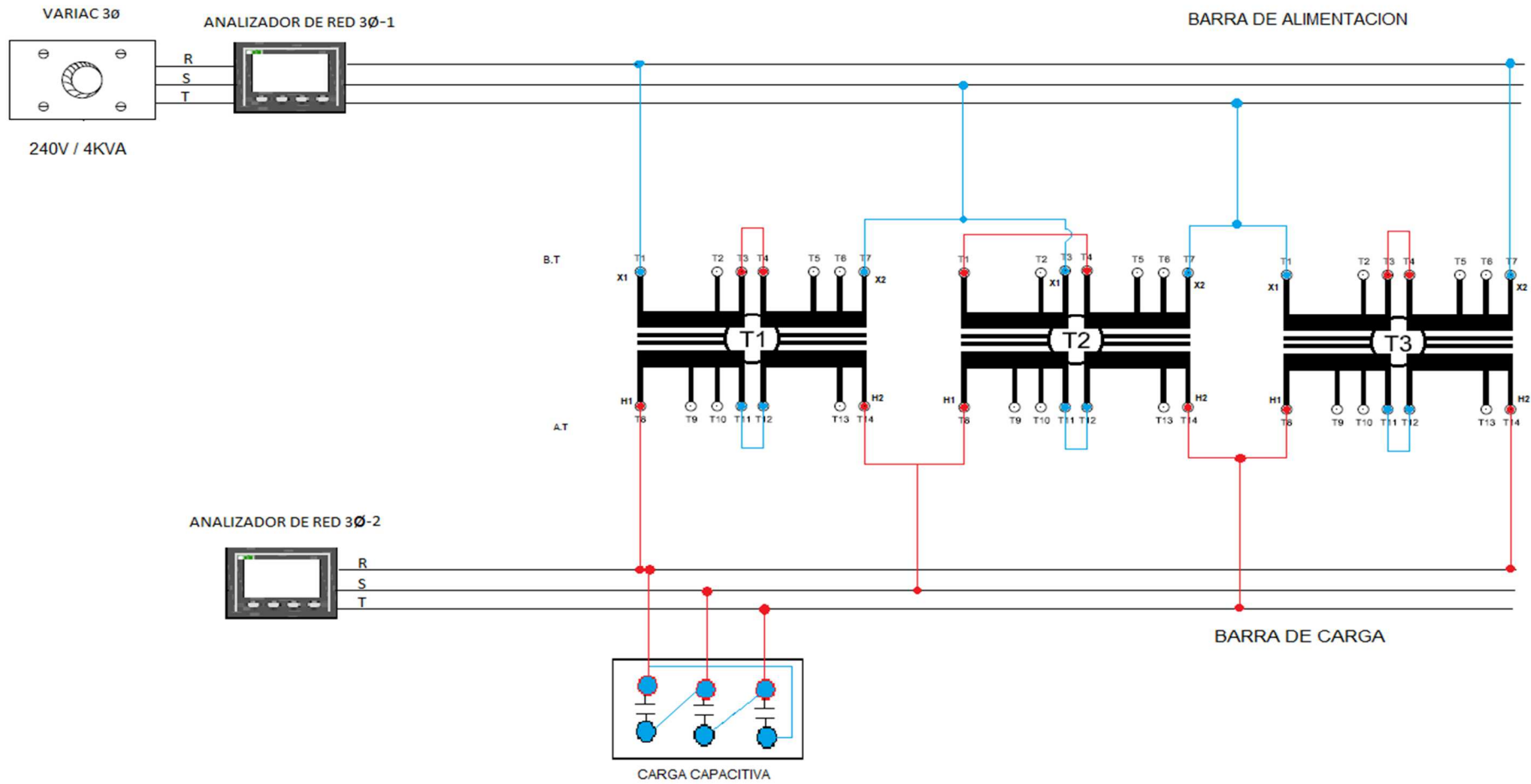


Figura 127 Diagrama de conexión y cableado $\Delta - \Delta$ con carga capacitiva conectada en delta

Fuente: Los Autores

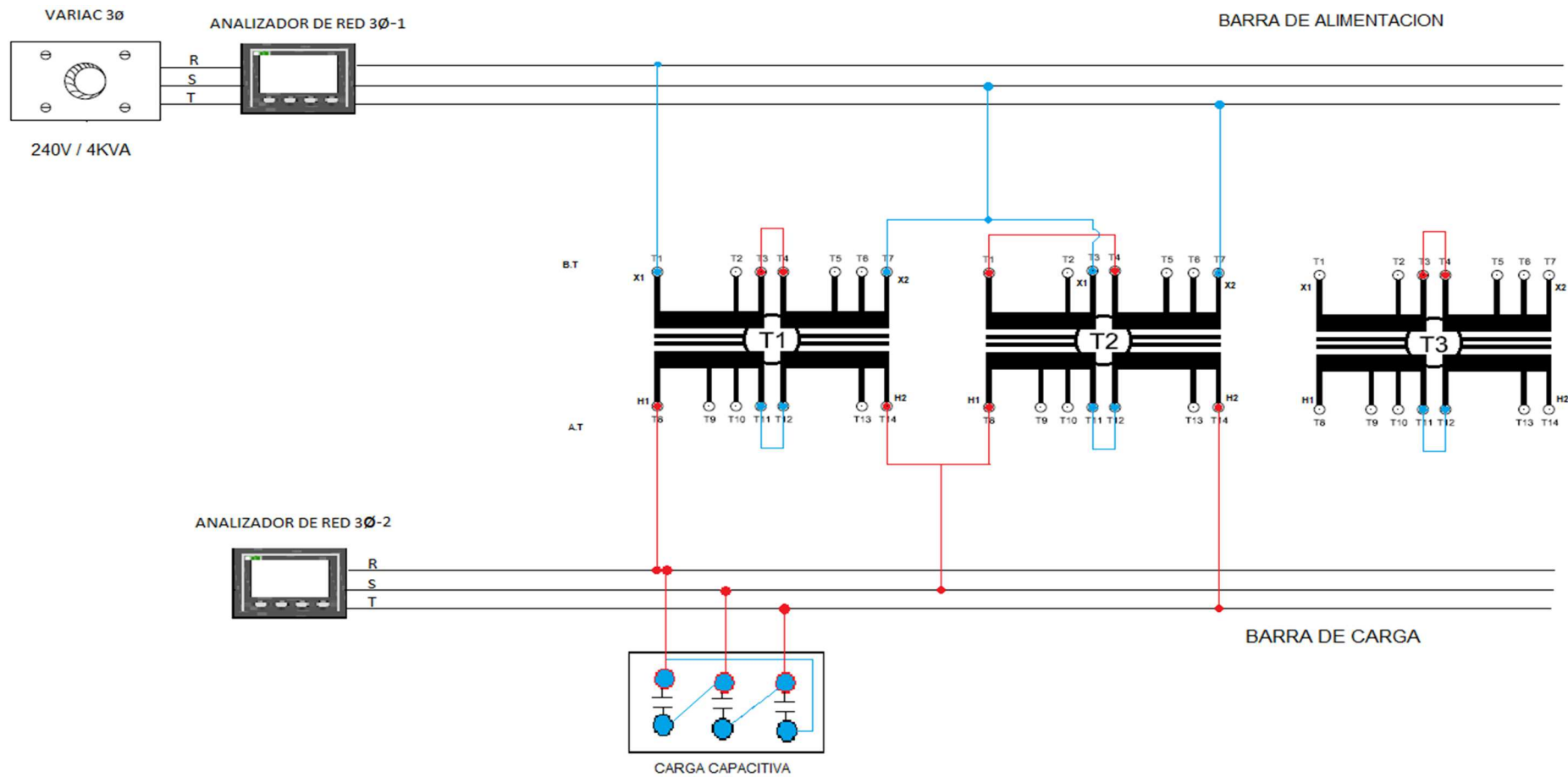


Figura 128 Diagrama de conexión y cableado Δ abierta con carga capacitiva conectada en delta

Fuente: Los Autores

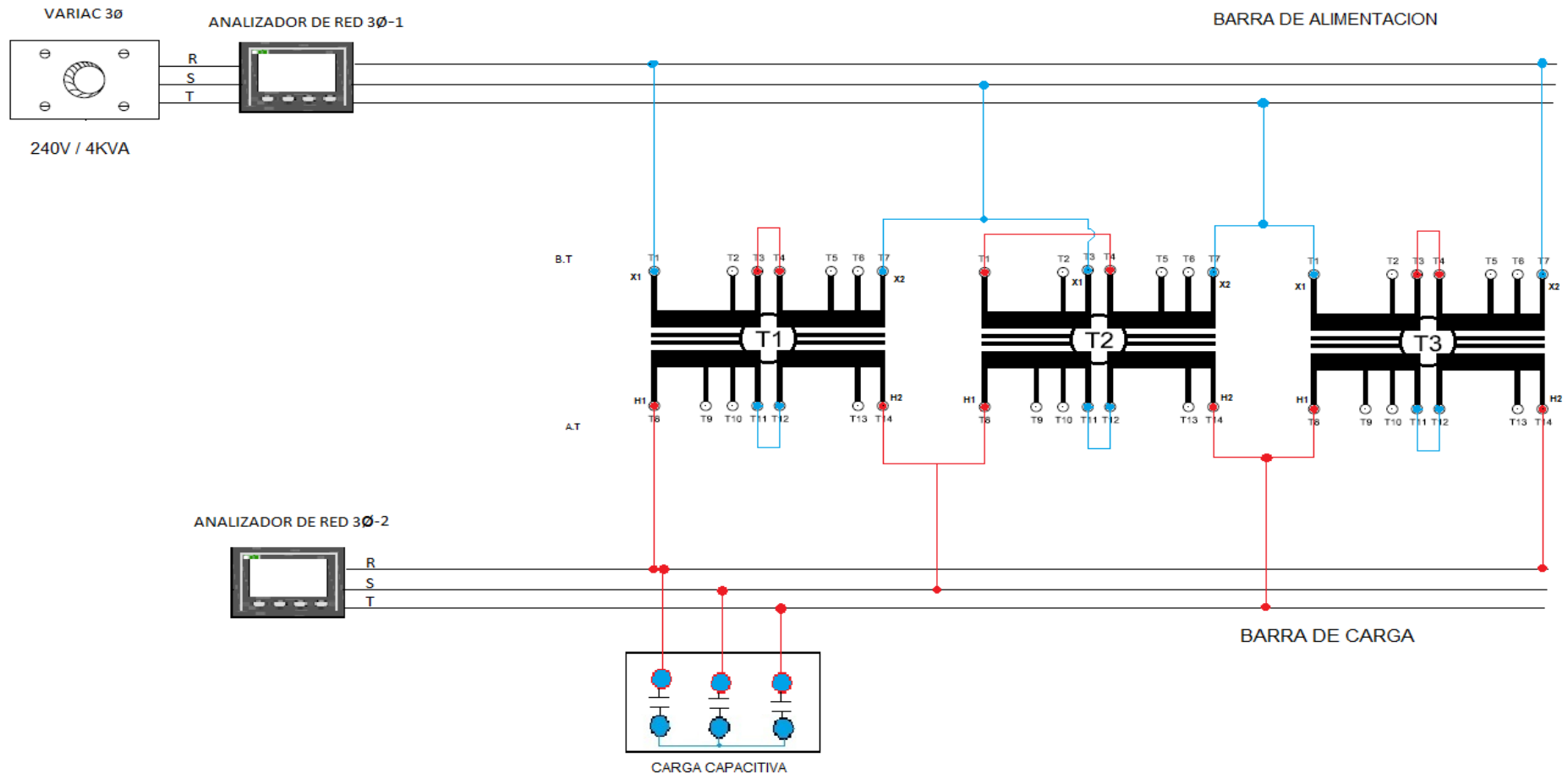


Figura 129 Diagrama de conexión y cableado $\Delta - \Delta$ con carga capacitiva conectada en estrella.

Fuente: Los Autores

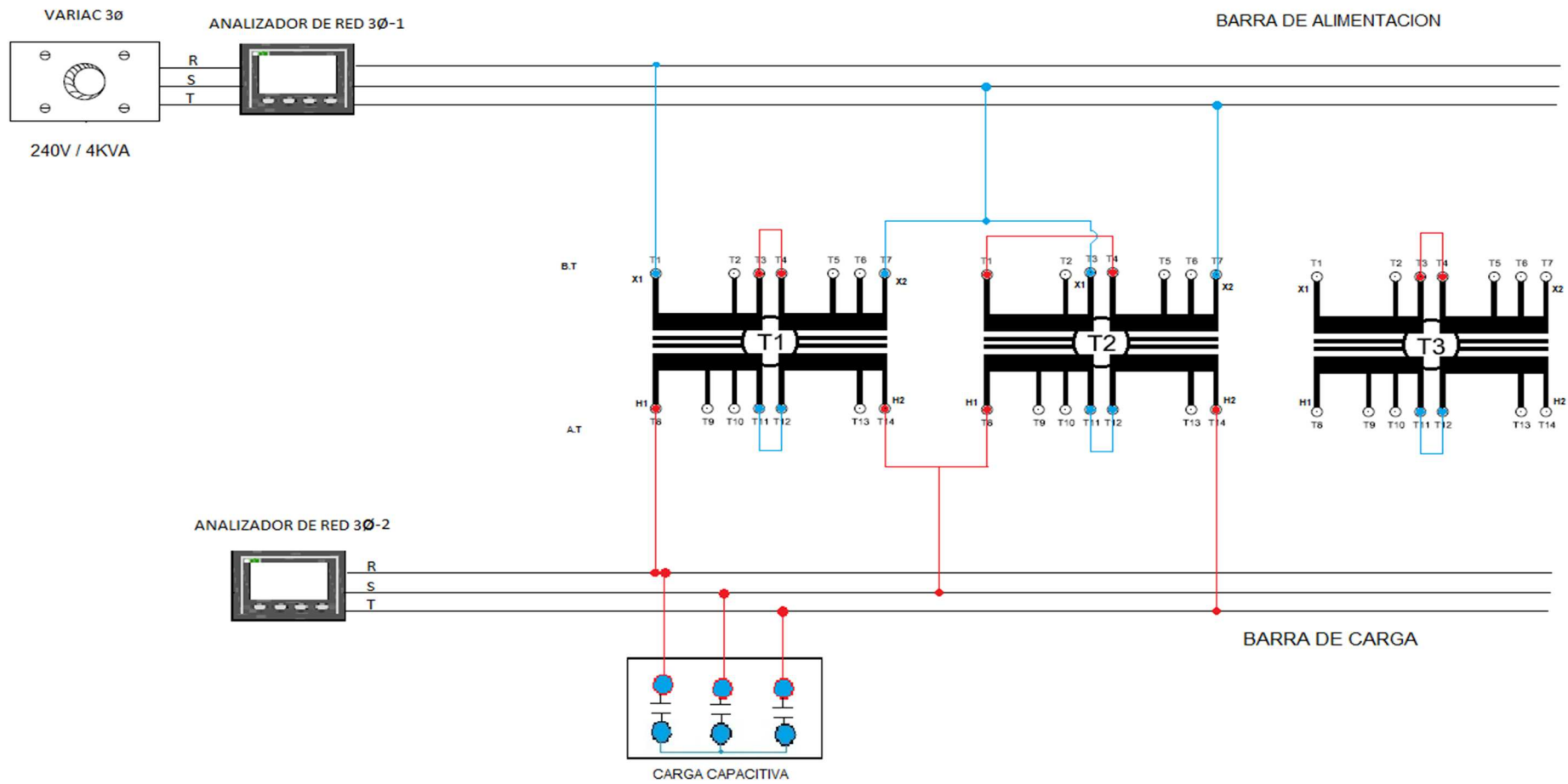


Figura 130 Diagrama de conexión y cableado Δ abierta con carga capacitiva conectada en estrella.

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.1: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.1: VALORES NOMINALES Y CALCULADOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 90 Registro de Prueba No.1 Práctica 11

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.2: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.2: VALORES MEDIDOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 91 Registro de Prueba No.2 Práctica 11

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.3: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.3: VALORES CALCULADOS CON 3 CARGAS CAPACITIVAS DE 40 μ F CONECTADAS EN ESTRELLA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
		VRn=	VSn=	VTn=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
		In=		
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =	
Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =	

Tabla 92 Registro de Prueba No.3 Práctica 11

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.4: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.4: VALORES MEDIDOS CON 3 CARGAS CAPACITIVAS DE 40 μ F CONECTADAS EN ESTRELLA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia(Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 93 Registro de Prueba No.4 Práctica 11

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.5: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.5: TABLA DE VALORES CALCULADOS CON 3 CARGAS CAPACITIVAS DE 40 μ F CONECTADAS EN DELTA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 94 Registro de Prueba No.5 Práctica 11

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.6: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.6: VALORES MEDIDOS CON 3 CARGAS CAPACITIVAS DE 40 μ F CONECTADAS EN DELTA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 95 Registro de Prueba No.6 Práctica 11

Fuente: Los Autores

4.13. Práctica No.12: Conexión Y abierta – Δ abierta con carga capacitiva.

4.13.1. DATOS INFORMATIVOS

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 12**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.13.2. DATOS DE LA PRÁCTICA

- **TEMA:** Conexión Y abierta – Δ abierta con carga capacitiva.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer la conexión y la forma de obtener potencia trifásica a partir de dos transformadores monofásicos formando un banco Y abierta – Δ abierta, para suministrar energía eléctrica trifásica a cargas capacitivas.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Realizar la conexión normal Y – Δ en el Tablero de Pruebas.

Simular la falla de una de sus fases en el lado primario y por ende el fuera de servicio de uno de sus transformadores del banco, para proceder a realizar la conexión Y abierta - Δ abierta, que es el objetivo principal de la práctica.

Comprender el funcionamiento y comportamiento de la conexión sin carga y con carga capacitiva conectada en estrella y luego en delta.

- **MARCO TEÓRICO**

Funcionamiento de cada dispositivo.

Conexión Y abierta – Δ abierta

Tipos de carga: Carga capacitiva.

Esquema de un circuito de conexión en estrella y en delta con carga capacitiva.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **PROCEDIMIENTO**

Verificar que el tablero se encuentre libre de objetos que puedan obstaculizar el ambiente para la ejecución de la práctica. Y también objetos que puedan ser capaces de formar contactos indirectos con terminales o equipos que podrían causar cortocircuitos, principalmente revisar en la parte posterior del módulo de pruebas.

Identificación de cada uno de los elementos que se van a utilizar.

Seleccionar los elementos que se van a utilizar para cada práctica.

En cada elemento se mostrara su función, características y parámetros a tomar en cuenta.

Realizar la energización del tablero a través del cable de poder, conectando primeramente una de sus clavijas en él toma del tablero, y después la otra clavija en él toma de alimentación. Para luego proceder a accionar los breakers de alimentación y el breaker principal del módulo de pruebas.

Revisar el banco y verificar que bloques vamos a tomar para el diagrama correspondiente.

Una vez verificado e identificado los elementos, procedemos a realizar la conexión normal $Y - \Delta$.

Luego simularemos la ausencia de una de sus fases en el lado del primario, colocando el selector en off en una de sus fases en el bloque de simulación de fallas en baja.

Proceder a realizar la conexión Y abierta – Δ abierta sacando de operación el transformador cuya fase fue removida durante la simulación de falla.

Utilizar 120 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en estrella, y utilizar 100 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en delta.

Tomar las mediciones adecuadas de parámetros nominales y con carga (voltajes, corrientes, potencias), tanto de entrada como de salida y realizar un análisis comparativo con la parte teórica y con los valores calculados.

Establecer recomendaciones, observaciones y conclusiones de las prácticas.

- **RECURSOS**

Banco de pruebas para transformadores.

Instrumentación para: Tensión, Corriente, Potencia, Factor de potencia, Fasores.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Equipo de carga capacitiva.

Cables de laboratorio.

- **REGISTRO DE RESULTADOS**

Tabla No.1 para la prueba No. 1: valores nominales y calculados sin carga.

Tabla No.2 para la prueba No. 2: valores medidos sin carga.

Tabla No.3 para la prueba No. 3: valores calculados con 3 cargas capacitivas de 40uF conectadas en estrella.

Tabla No.4 para la prueba No. 4: valores medidos con 3 cargas capacitivas de 40uF conectadas en estrella.

Tabla No.5 para la prueba No. 5: tabla de valores calculados 3 cargas capacitivas de 40uF conectadas en delta.

Tabla No.6 para la prueba No. 6: valores medidos con 3 cargas capacitivas de 40uF conectadas en delta.

Cuestionario de preguntas.

Observaciones, comentarios, conclusiones.

Protocolo de operatividad de protecciones.

- **ANEXOS**

Diagramas de conexión Y – Δ .

Diagrama de conexión Y abierta – Δ abierta.

Diagrama de cableado.

Diagrama unifilar

Tablas para valores calculados.

Tablas para valores medidos.

- **BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA**

http://tecdigital.tec.ac.cr/file/2725482/Gu%C3%ADa_de_Laboratorio_de_Electricidad_II.pdf

<http://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/01/Practicas-Transformadores-2011.pdf>

[https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-](https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=universidad%20veracruzana%20practicas%20de%20laboratorio%20transformadores)

[8#q=universidad%20veracruzana%20practicas%20de%20laboratorio%20transformadores](https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=universidad%20veracruzana%20practicas%20de%20laboratorio%20transformadores)

http://unicrom.com/Tut_el_condensador_y_la_corrienteAC.asp

(Instalaciones Eléctricas, Antonio García Pascual, Xavier Jabern Morera).

Sistemas de control de motores eléctricos industriales ing. Isaías Cecilio Ventura Nava.

Control de motores eléctricos Gilberto Enríquez Harper.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO**

¿Realizar un análisis y comparación sobre la conexión Y abierta – Δ abierta conectada con 3 cargas capacitivas de 40 μ F tanto en estrella y delta?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Y abierta – Δ abierta, y

¿Realizar los cálculos respectivos con valores nominales y sin carga?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Y abierta – Δ abierta, y realizar los cálculos respectivos con carga capacitiva conectada en estrella y luego en delta?

¿Conclusiones de esta práctica?

- **OTROS**

Sobre fabricación de transformadores y dispositivos eléctricos:

Hierro, características, procedencia, costos.

Tipos de conexión, características, costos.

Fabricante, características, costos.

Sobre protección de transformadores y dispositivos eléctricos:

Tipos, características, procedencia y costos para protección en baja tensión y en alta tensión.

Sobre fabricantes de transformadores y dispositivos eléctricos:

Marcas nacionales y extranjeras.

Características técnicas y costo

BARRA DE ALIMENTACION

BARRA DE CARGA

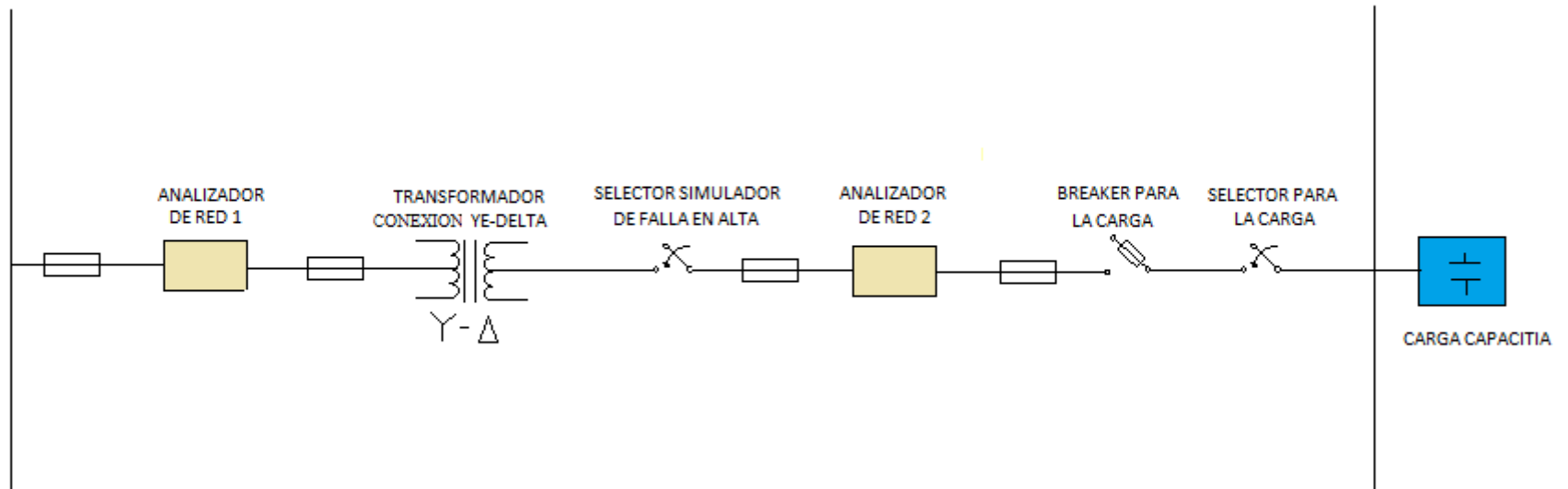


Figura 131 Diagrama unifilar de la conexión Y – Δ con carga capacitiva

Fuente: Los Autores

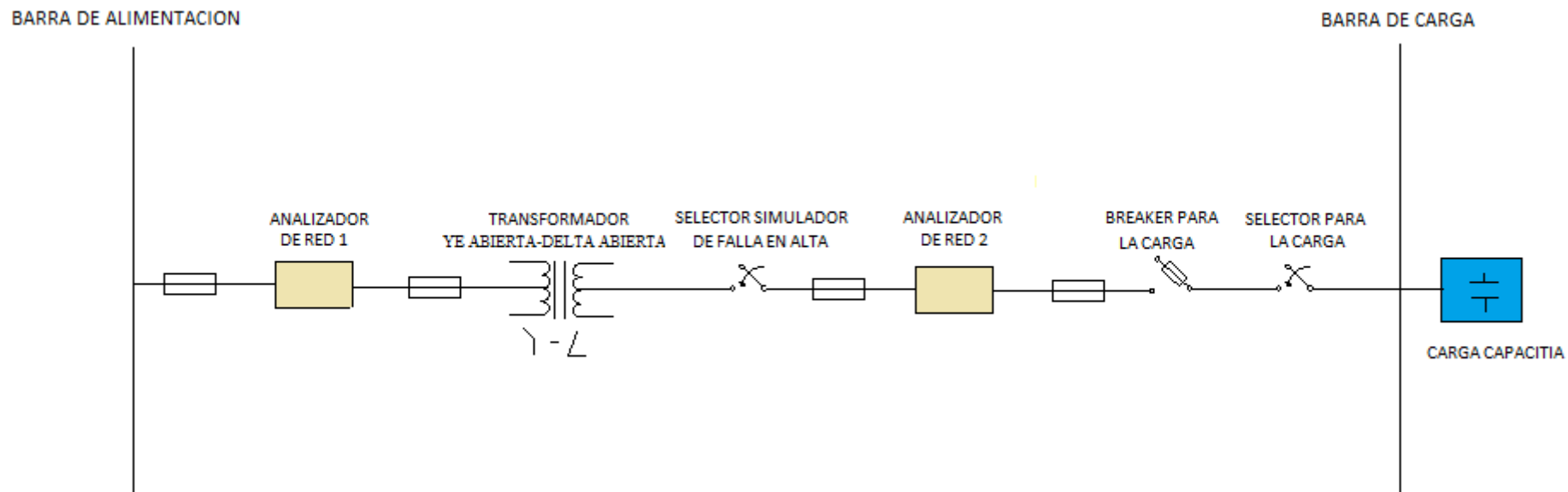


Figura 132 Diagrama Unifilar de la conexión Y abierta – Δ abierta con carga

Fuente: Los Autores

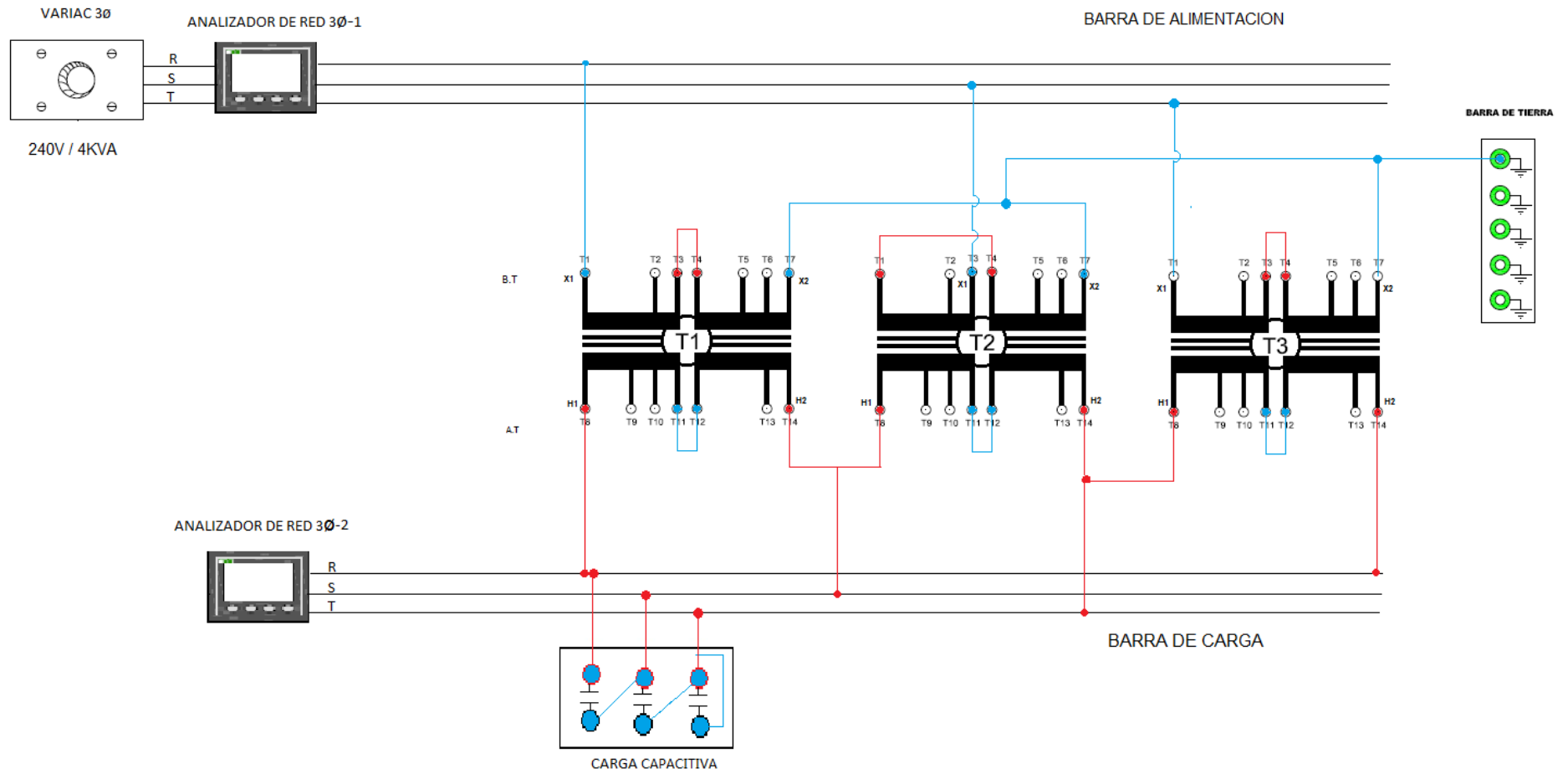


Figura 133 Diagrama de conexión y cableado Y – Δ con carga capacitiva conectada en delta

Fuente: Los Autores

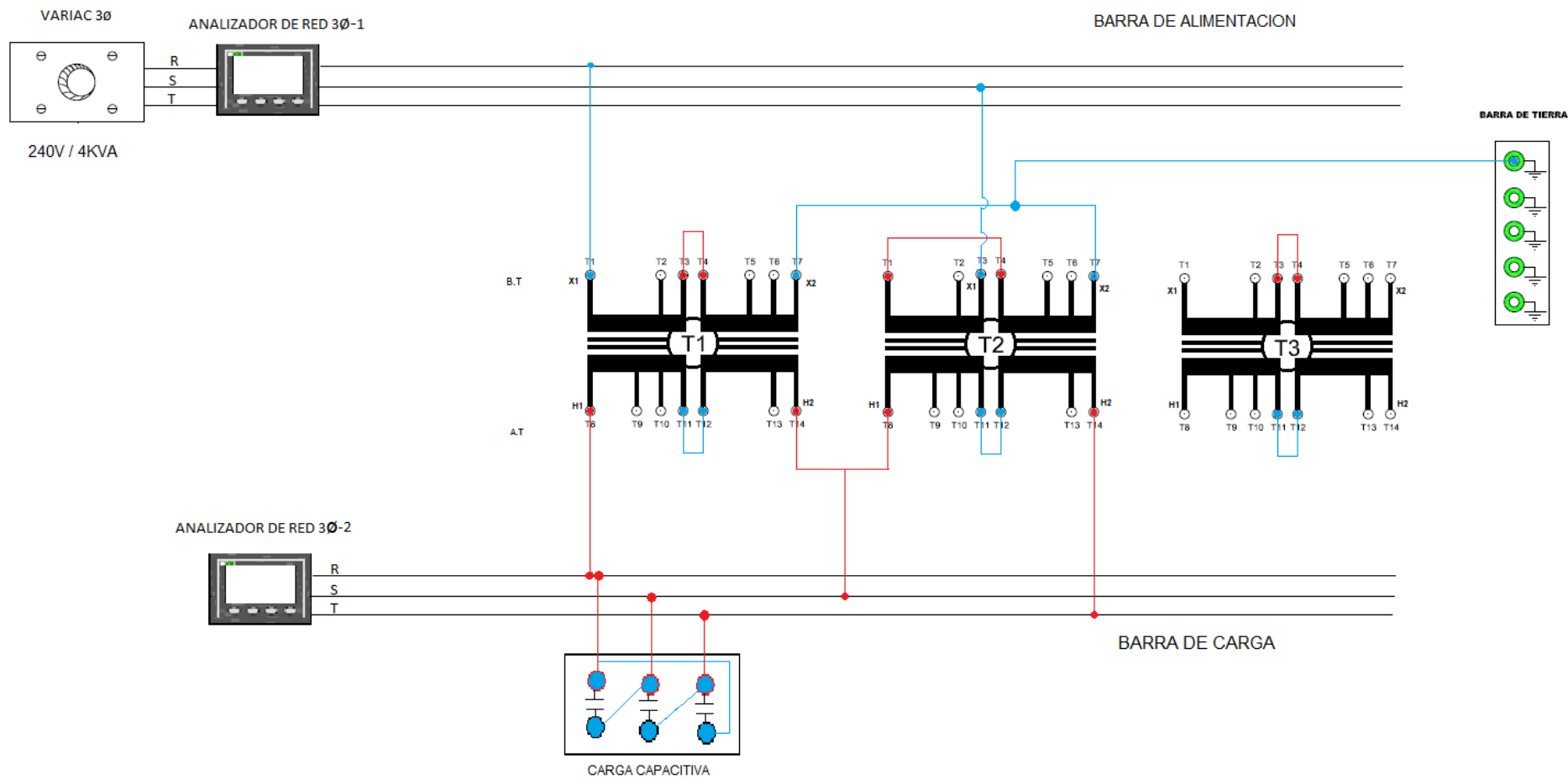


Figura 134 Diagrama de conexión y cableado Y abierta – Δ abierta con carga capacitiva conectada en delta

Fuente: Los Autores

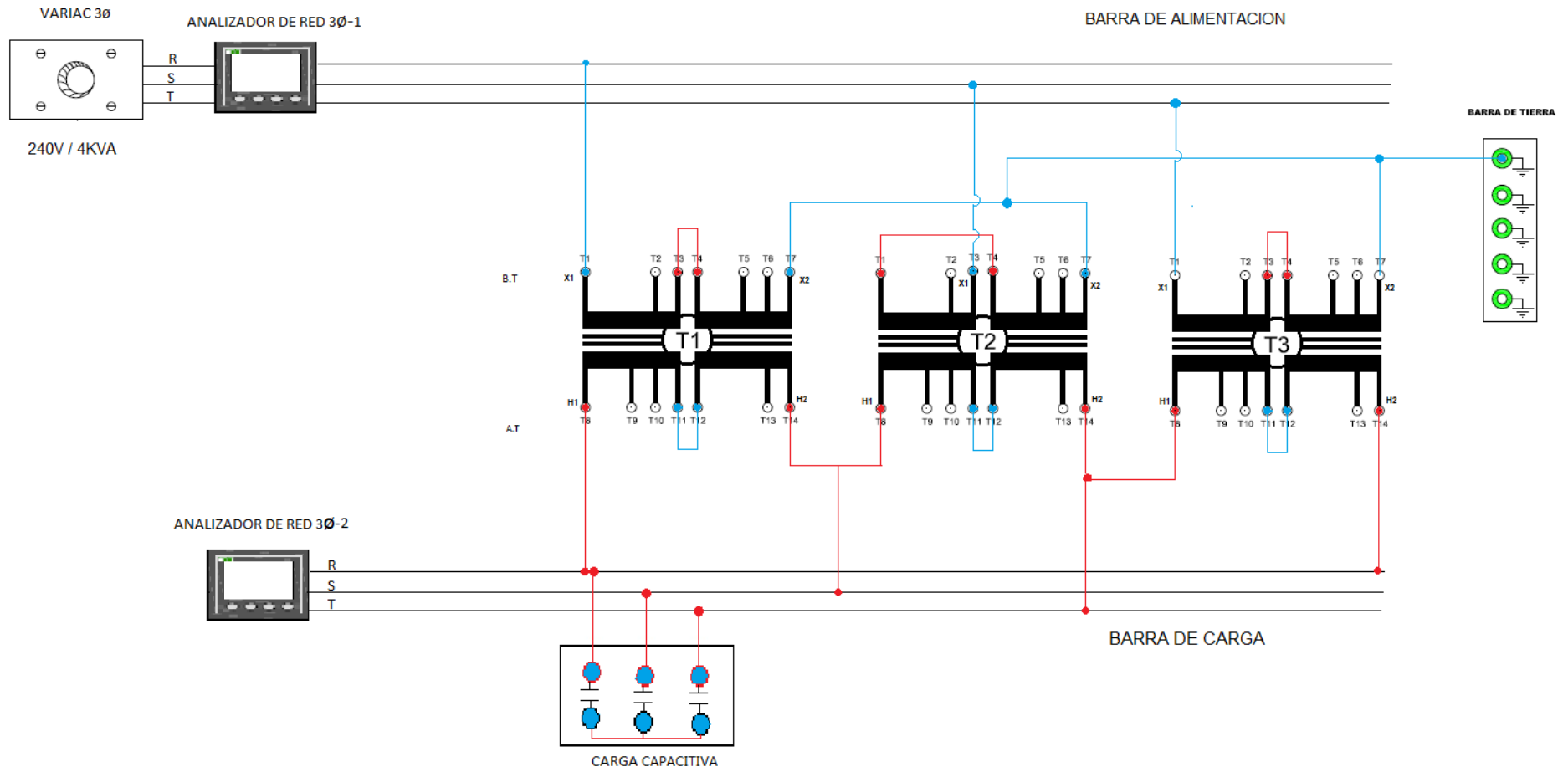


Figura 135 Diagrama de conexión y cableado Y – Δ con carga capacitiva conectada en estrella

Fuente: Los Autores

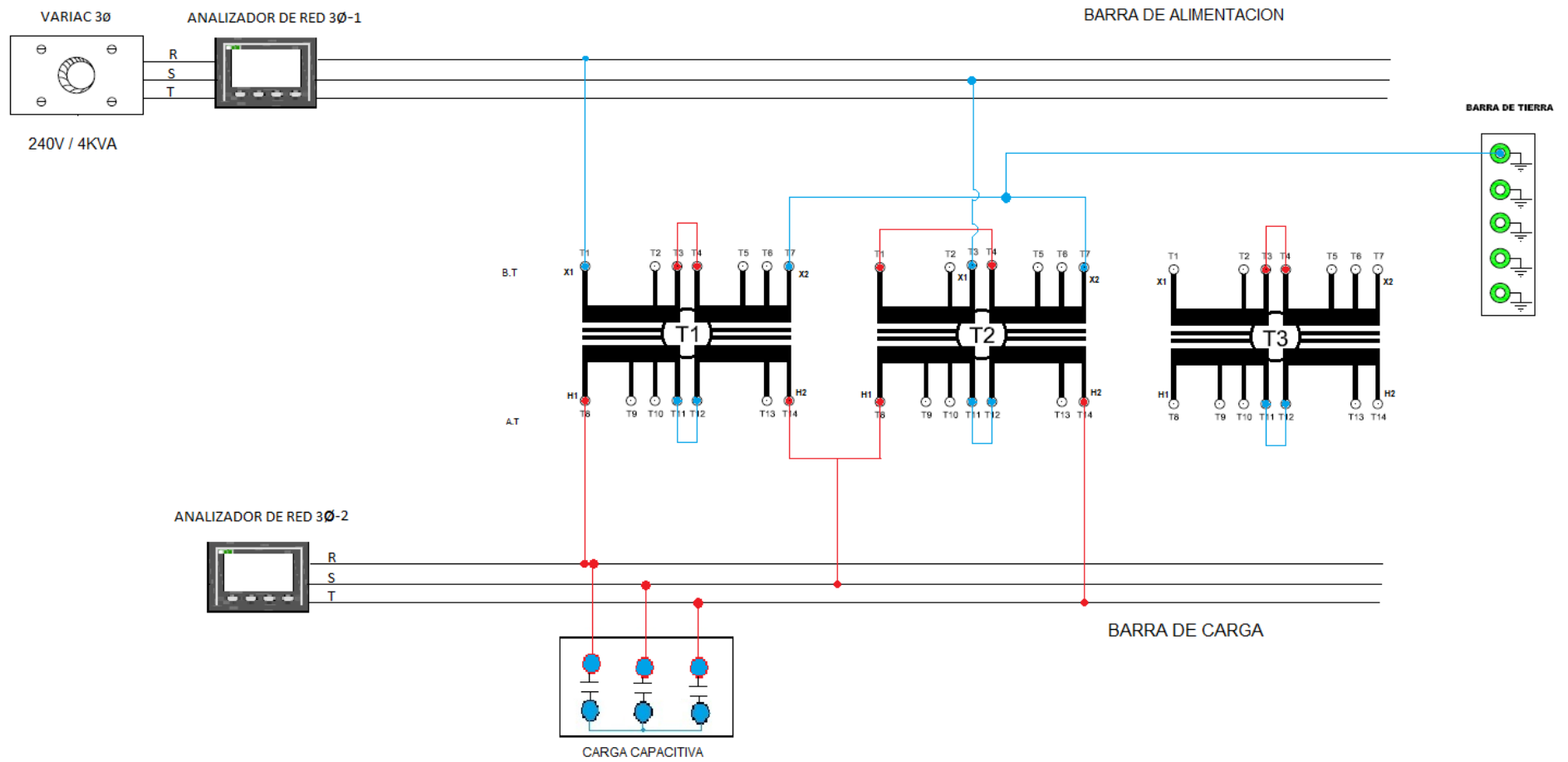


Figura 136 Diagrama de conexión y cableado Y abierta – Δ abierta con carga capacitiva conectada en estrella

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.1: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.1: VALORES NOMINALES Y CALCULADOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 96 Registro de Prueba No.1 Práctica 12

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.2: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.2: VALORES MEDIDOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 97 Registro de Prueba No.2 Práctica 12

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.3: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.3: VALORES CALCULADOS CON 3 CARGAS CAPACITIVAS DE 40uF CONECTADAS EN ESTRELLA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 98 Registro de Prueba No.3 Práctica 12

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.4: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.4: VALORES MEDIDOS CON 3 CARGAS CAPACITIVAS DE 40uF CONECTADAS EN ESTRELLA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 99 Registro de Prueba No.4 Práctica 12

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.5: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.5: TABLA DE VALORES CALCULADOS CON 3 CARGAS CAPACITIVAS DE 40uF CONECTADAS EN DELTA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia l (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 100 Registro de Prueba No.5 Práctica 12

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.6: CONEXIÓN Y ABIERTA – Δ ABIERTA CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.6: VALORES MEDIDOS CON 3 CARGAS CAPACITIVAS DE 40uF CONECTADAS EN DELTA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 101 Registro de Prueba No.6 Práctica 12

Fuente: Los Autores

4.14. Práctica No. 13: Conexión Trifásica – T con carga capacitiva.

4.14.1. DATOS INFORMATIVOS

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA** N° 13
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.14.2. DATOS DE LA PRÁCTICA.

- **TEMA:** Conexión Trifásica – T con carga capacitiva.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer la conexión y la forma de obtener salida de potencia trifásica a distintos niveles de voltajes, a partir de dos transformadores monofásicos formando la conexión Trifásica – T, para suministrar energía eléctrica a cargas capacitivas.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Realizar la conexión Trifásica – T en el tablero de Pruebas.

Obtener potencia trifásica con otros niveles de voltaje a partir de un sistema trifásico conectado al arreglo Trifásico – T.

Comprender el funcionamiento y comportamiento de la conexión sin carga y con carga capacitiva.

- **MARCO TEÓRICO**

Funcionamiento de cada dispositivo.

Conexión Trifásica – T.

Diagrama de conexión.

Diagrama de cableado.

Tipos de carga: Carga capacitiva.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **PROCEDIMIENTO**

Verificar que el tablero se encuentre libre de objetos que puedan obstaculizar el ambiente para la ejecución de la práctica. Y también objetos que puedan ser capaces de formar contactos indirectos con terminales o equipos que podrían causar cortocircuitos, principalmente revisar en la parte posterior del módulo de pruebas.

Realizar la energización del tablero a través del cable de poder, conectando primeramente una de sus clavijas en el toma del tablero, y después la otra clavija en el toma de alimentación. Para luego proceder a accionar los breakers de alimentación y el breaker principal del módulo de pruebas.

Revisar el banco y verificar que bloques vamos a tomar para el diagrama correspondiente.

Una vez verificado e identificado los elementos, procedemos a realizar la conexión Trifásica – T.

Utilizar 100 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en estrella, y utilizar 60 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en delta.

Tomar las mediciones adecuadas de parámetros nominales y con carga (voltajes, corrientes, potencias), tanto de entrada como de salida y realizar un análisis comparativo con la parte teórica y con los valores calculados.

Establecer recomendaciones, observaciones y conclusiones de las prácticas.

- **RECURSOS**

Banco de pruebas para transformadores.

Instrumentación para: Tensión, Corriente, Potencia, Factor de potencia, Analizador Fasorial.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Equipo de carga capacitiva.

Cables de laboratorio.

- **REGISTRO DE RESULTADOS**

Tabla No. 1 para la prueba No. 1: valores calculados y nominales sin carga.

Tabla No. 2 para la prueba No. 2: valores medidos sin carga.

Tabla No. 3 para la prueba No. 3: valores calculados con 3 cargas capacitivas de 40uF conectadas en estrella.

Tabla No. 4 para la prueba No. 4: valores medidos con 3 cargas capacitivas de 40uF conectadas en estrella.

Tabla No.5 para la prueba No. 5: valores calculados con 3 cargas capacitivas de 40uF conectadas en delta.

Tabla No.6 para la prueba No.6: valores medidos con 3 cargas capacitivas de 40uF conectadas en delta.

Cuestionario de preguntas.

Observaciones, comentarios, conclusiones.

- **ANEXOS**

Diagrama de conexión y cableado.

Diagrama unifilar

Tablas para mediciones y resultados.

- **BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA**

http://tecdigital.tec.ac.cr/file/2725482/Gu%C3%ADa_de_Laboratorio_de_Electricidad_II.pdf

<http://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/01/Practicas-Transformadores-2011.pdf>

<https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=universidad%20veracruzana%20practicass%20de%20laboratorio%20transformadores>

Sistemas de control de motores eléctricos industriales ing. Isaías Cecilio Ventura Nava.

Control de motores eléctricos Gilberto Enríquez Harper.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO**

¿Cuál es la importancia de realizar este tipo de conexión?

¿En qué casos y en qué áreas normalmente se aplica esta conexión?

¿Mencione las ventajas y desventajas más relevantes de la conexión Trifásica – T?

¿Realizar un análisis y comparación sobre la conexión Trifásica – T conectada con 3 cargas capacitivas conectadas en estrella a la salida de potencia trifásica?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Trifásica – T y realizar los cálculos respectivos con valores nominales y sin carga?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Trifásica – T, y realizar los cálculos respectivos con 3 cargas capacitivas conectadas en estrella a la salida de potencia trifásica?

- **OTROS**

Sobre construcción de transformadores y dispositivos eléctricos:

Hierro, características, procedencia, costos.

Tipos de conexión, características, costos.

Fabricante, características, costos.

Sobre protección de transformadores y dispositivos eléctricos:

Tipos, características, procedencia y costos para protección baja y en alta tensión.

Sobre fabricantes de transformadores y dispositivos eléctricos:

Marcas nacionales y extranjeras.

Características técnicas y costos.

Proyecto:

Análisis de diseño e implementación de un transformador con conexión Trifásica – T, para sectores industriales donde se requiere distintos niveles de potencia trifásica de salida.

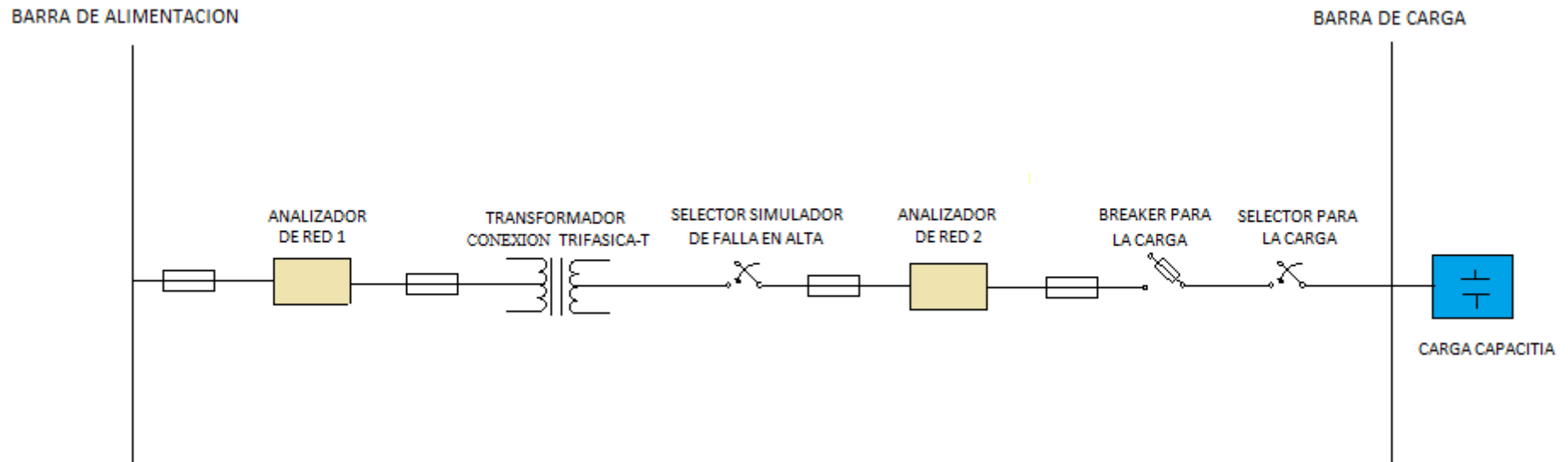


Figura 137 Diagrama unifilar de la conexión Trifásica –T con carga capacitiva

Fuente: Los Autores

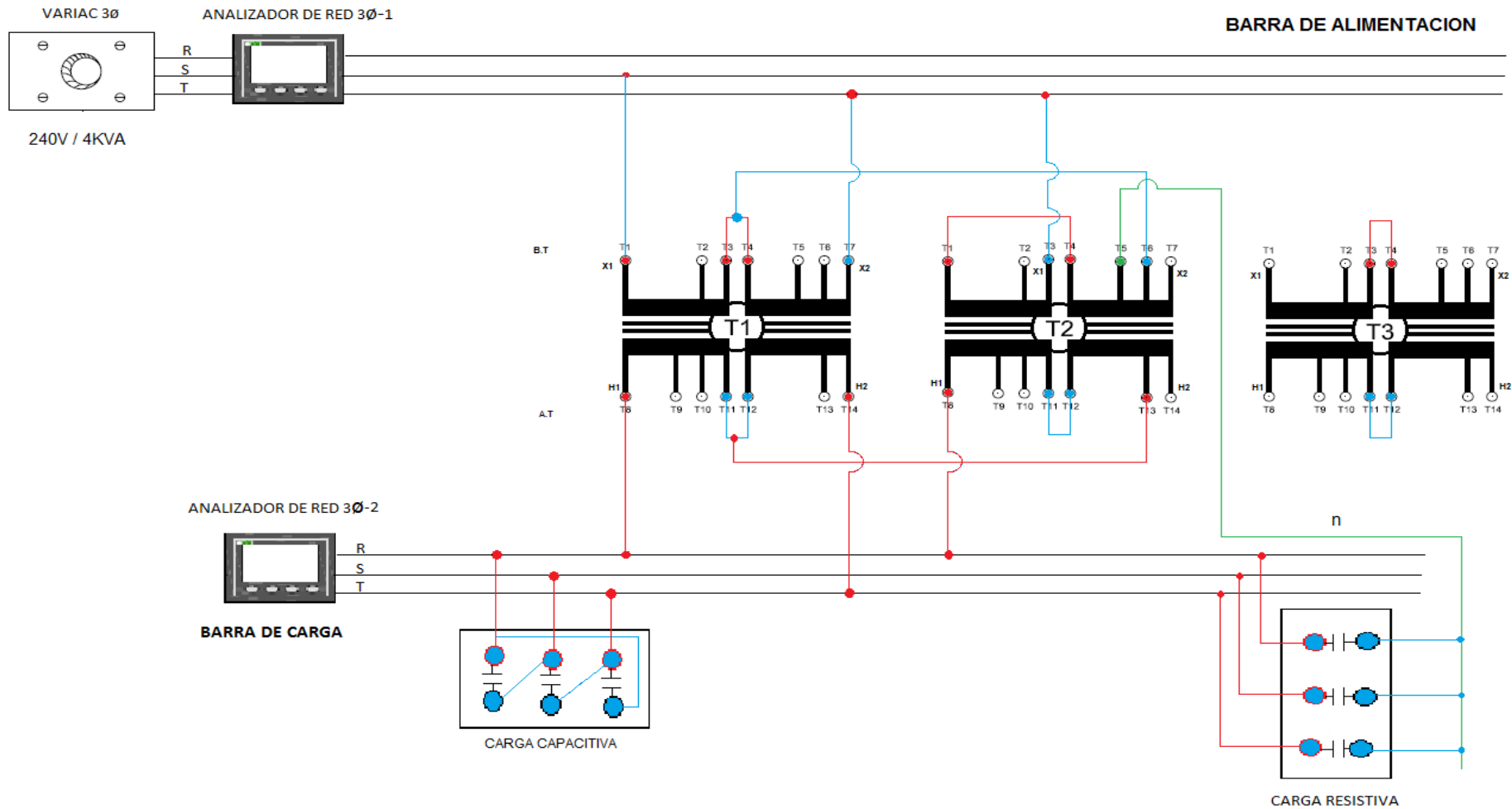


Figura 138 Diagrama de conexión y cableado Trifásica – T con tres cargas capacitivas conectadas en delta y tres cargas capacitivas conectadas una en V_{rn} , V_{sn} , V_{tn}

Fuente: Los Autores

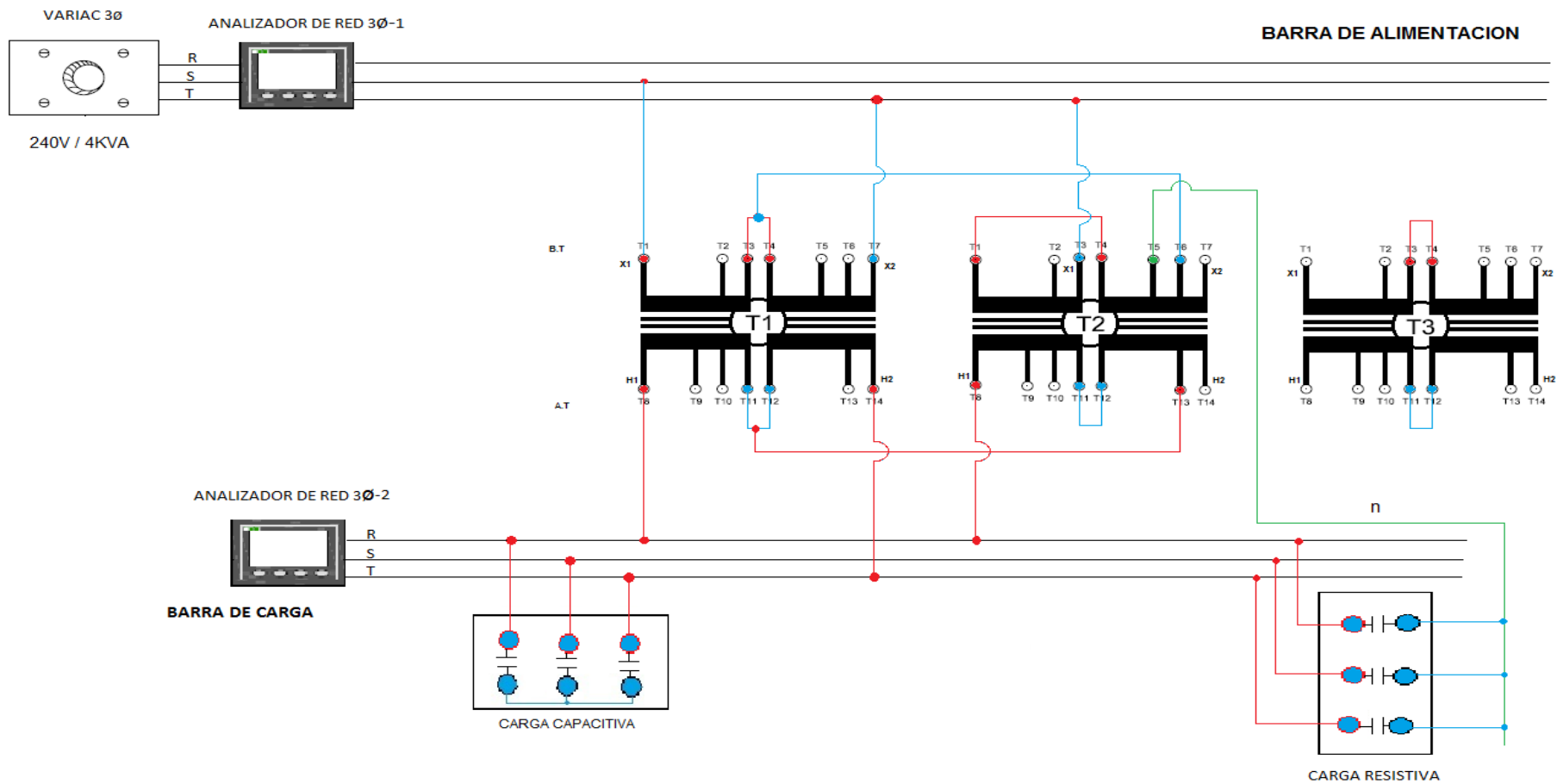


Figura 139 Diagrama de conexión y cableado Trifásica – T con tres cargas capacitivas conectadas en estrella y tres cargas capacitivas conectadas una en V_{rn} , V_{sn} , V_{tn}

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.1: CONEXIÓN TRIFASICA – T CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.1: VALORES NOMINALES Y CALULADOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
		VRn=	VSn=	VTn=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
		In=		
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 102 Registro de Prueba No.1 Práctica 13

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.2: CONEXIÓN TRIFASICA – T CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.2: VALORES MEDIDOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
		VRn=	VSn=	VTn=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
		In=		
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 103 Registro de Prueba No.2 Práctica 13

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.3: CONEXIÓN TRIFASICA – T CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.3: VALORES CALCULADOS CON 3 CARGAS CAPACITIVAS DE 40uF CONECTADAS EN ESTRELLA.				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
		VRn=	VSn=	VTn=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
		IRn=	ISn=	ITn=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 104 Registro de Prueba No.3 Práctica 13

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.4: CONEXIÓN TRIFASICA – T CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.4: VALORES MEDIDOS CON 3 CARGAS CAPACITIVAS DE 40uF CONECTADAS EN ESTRELLA.				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
		VRn=	VSn=	VTn=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
		IRn=	Isn=	Itn=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 105 Registro de Prueba No.4 Práctica 13

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.5: CONEXIÓN TRIFÁSICA – T CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.5: VALORES CALCULADOS CON 3 CARGAS CAPACITIVAS DE 40uF CONECTADAS EN DELTA.				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 106 Registro de Prueba No.5 Práctica 13

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.6: CONEXIÓN TRIFASICA – T CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.6: VALORES MEDIDOS CON 3 CARGAS CAPACITIVAS DE 40uF CONECTADAS EN DELTA.				
E N T R A D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje Nominal	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente Nominal	IR=	IS=	IT=
	Potencia Nominal (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia Nominal (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia Nominal (S)	S1=	S2=	S3Ø=

Tabla 107 Registro de Prueba No.6 Práctica 13

Fuente: Los Autores

4.15. Práctica No. 14: Conexión Scott – T con carga capacitiva.

4.15.1. DATOS INFORMATIVOS

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA** N°14
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.15.2. DATOS DE LA PRÁCTICA

- **TEMA:** Conexión Scott – T con carga capacitiva.
- **OBJETIVO GENERAL**

Conocer la conexión y la forma de obtener salida de potencia bifásica a partir de dos transformadores monofásicos formando la conexión Scott – T, para suministrar energía eléctrica bifásica a cargas capacitivas.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Realizar la conexión Scott – T en el tablero de Pruebas.

Obtener dos fases separadas a 90° a partir de un sistema trifásico.

Comprender el funcionamiento y comportamiento de la conexión sin carga y con carga capacitiva.

- **MARCO TEÓRICO**

Funcionamiento de cada dispositivo.

Conexión Scott – T.

Diagrama de conexión.

Diagrama de cableado.

Tipos de carga: Carga capacitiva.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

- **PROCEDIMIENTO**

Verificar que el tablero se encuentre libre de objetos que puedan obstaculizar el ambiente para la ejecución de la práctica. Y también objetos que puedan ser capaces de formar contactos indirectos con terminales o equipos que podrían causar cortocircuitos, principalmente revisar en la parte posterior del módulo de pruebas.

Realizar la energización del tablero a través del cable de poder, conectando primeramente una de sus clavijas en el toma del tablero, y después la otra clavija en el toma de alimentación. Para luego proceder a accionar los breakers de alimentación y el breaker principal del módulo de pruebas.

Revisar el banco y verificar que bloques vamos a tomar para el diagrama correspondiente.

Una vez verificado e identificado los elementos, procedemos a realizar la conexión Scott – T.

Utilizar 90 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en estrella, y utilizar 45 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en delta.

Tomar las mediciones adecuadas de parámetros nominales y con carga (voltajes, corrientes, potencias), tanto de entrada como de salida y realizar un análisis comparativo con la parte teórica y con los valores calculados.

Establecer recomendaciones, observaciones y conclusiones de las prácticas.

- **RECURSOS**

Banco de pruebas para transformadores.

Instrumentación para: Tensión, Corriente, Potencia, Factor de potencia, Fasores.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Equipo de carga inductiva.

Cables de laboratorio.

- **REGISTRO DE RESULTADOS**

Tabla No. 1 para la prueba No. 1: valores calculados y nominales sin carga.

Tabla No. 2 para la prueba No. 2: valores medidos sin carga.

Tabla No. 3 para la prueba No. 3: valores calculados con 2 cargas capacitivas de 45uF conectadas una en Vs1 y otra en Vs2.

Tabla No. 4 para la prueba No. 4: valores medidos con 2 cargas capacitivas de 40uF conectadas una en Vs1 y otra en Vs2.

Cuestionario de preguntas.

Observaciones, comentarios, conclusiones.

- **ANEXOS**

Diagrama de conexión y cableado.

Diagrama unifilar.

Tablas para mediciones y resultados.

- **BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA**

http://tecdigital.tec.ac.cr/file/2725482/Gu%C3%ADa_de_Laboratorio_de_Electricidad_II.pdf

<http://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/01/Practicas-Transformadores-2011.pdf>

<https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=universidad%20veracruzana%20practicas%20de%20laboratorio%20transformadores>

Sistemas de control de motores eléctricos industriales ing. Isaías Cecilio Ventura Nava.

Control de motores eléctricos Gilberto Enríquez Harper.

- **CRONOGRAMA/CALENDARIO**

De acuerdo a la planificación de cada docente.

- **CUESTIONARIO**

¿Realizar un análisis y comparación sobre la conexión Scott – T conectada con 2 cargas capacitivas de 40uF, cada una en los voltajes de salida?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Scott – T, y realizar los cálculos respectivos con 2 cargas capacitivas de 40uF, cada una en los voltajes de salida?

¿Conclusiones de esta práctica con respecto a las prácticas con cargas resistivas e inductivas?

- **OTROS**

Sobre construcción de transformadores y dispositivos eléctricos:

Hierro, características, procedencia, costos.

Tipos de conexión, características, costos.

Fabricante, características, costos.

Sobre protección de transformadores y dispositivos eléctricos:

Tipos, características, procedencia y costos para protección baja y en alta tensión.

Sobre fabricantes de transformadores y dispositivos eléctricos:

Marcas nacionales y extranjeras.

Características técnicas y costos.

Proyecto:

Análisis de diseño e implementación de un transformador con conexión Scott – T, para ferrocarriles eléctricos en el Ecuador, e iluminación de la trayectoria ferroviaria de la misma.

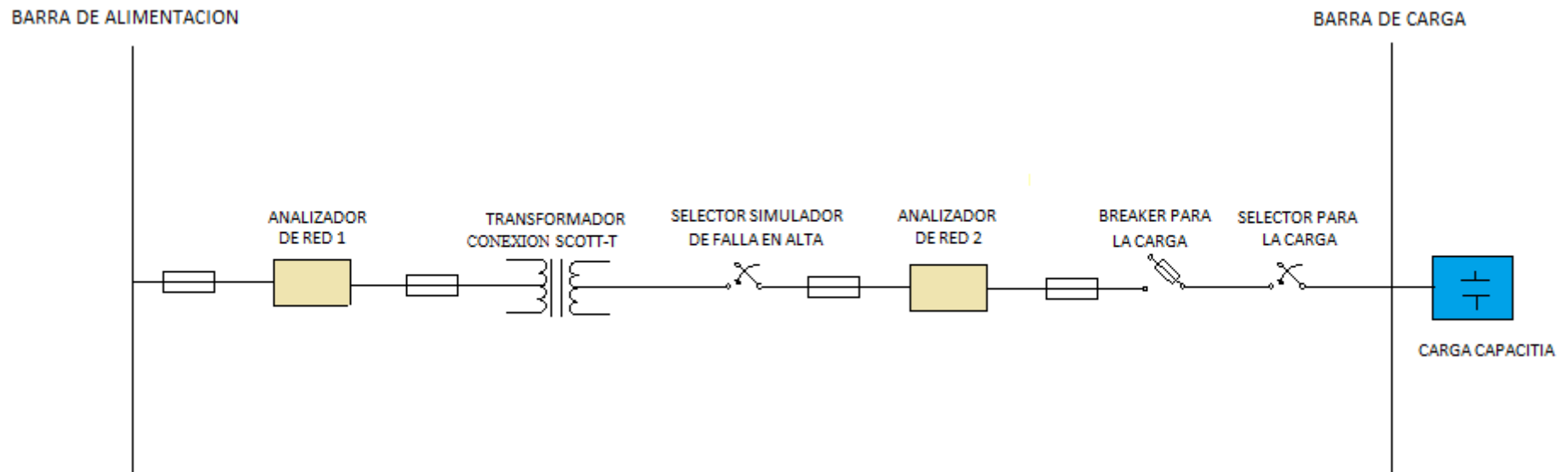


Figura 140 Diagrama Unifilar de la conexión Scott – T con carga capacitiva

Fuente: Los Autores

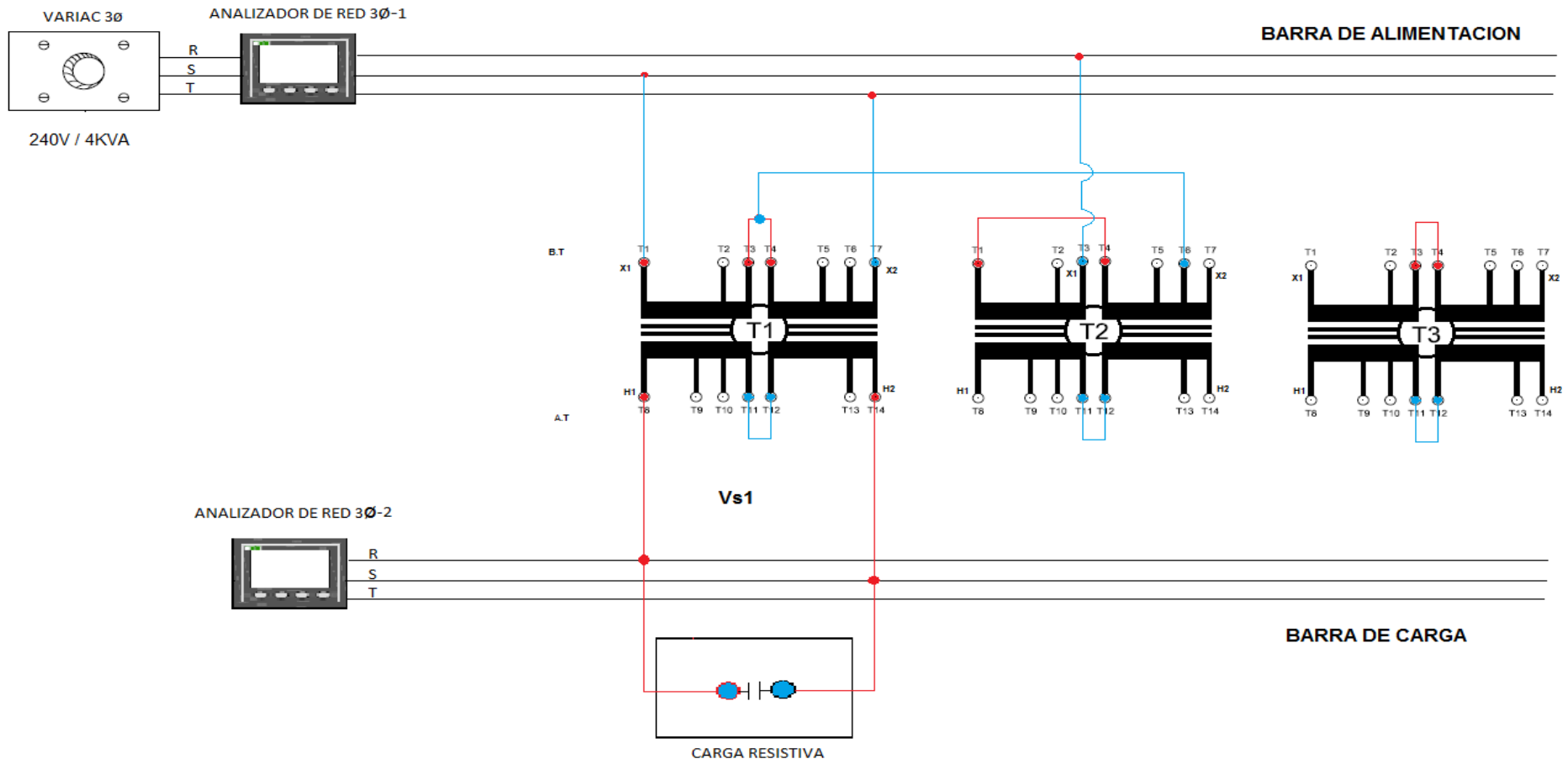


Figura 141 Diagrama de cableado de conexión Scott – T con cargas capacitivas una conectada en Vs1

Fuente: Los Autores

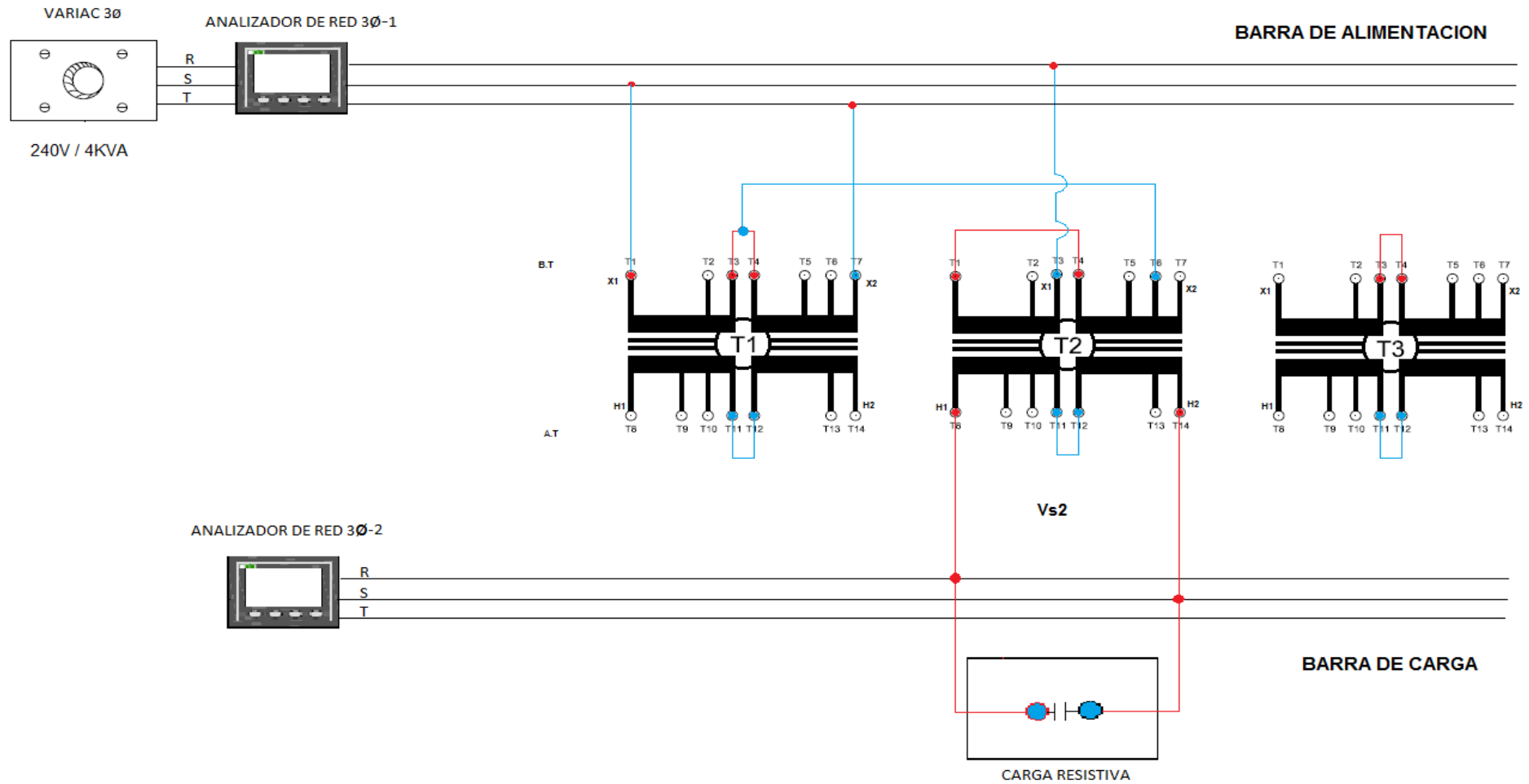


Figura 142 Diagrama de cableado de conexión Scott – T con cargas capacitivas una conectada en Vs2

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.1: CONEXIÓN SCOTT – T CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.1: VALORES NOMINALES Y CALCULADOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje	V1=	V2=	V1-2=
	Corriente	I1=	I2=	I1-2=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 108 Registro de Prueba No.1 Práctica 14

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.2: CONEXIÓN SCOTT – T CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.2: VALORES MEDIDOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje	V1=	V2=	V1-2=
	Corriente	I1=	I2=	I1-2=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 109 Registro de Prueba No.2 Práctica 14

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.3: CONEXIÓN SCOTT – T CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.3: VALORES CALCULADOS CON 3 CARGAS CAPACITIVAS DE 40uF CADA UNA CONECTADA UNA EN V1 , OTRA EN V2, Y OTRA EN V1-2				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje	V1=	V2=	V1-2=
	Corriente	I1=	I2=	I1-2=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 110 Registro de Prueba No.3 Práctica 14

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.4: CONEXIÓN SCOTT – T CON CARGA CAPACITIVA				
TABLA No.4: VALORES MEDIDOS CON 3 CARGAS CAPACITIVAS DE 40uF CADA UNA CONECTADA UNA EN Vs1, OTRA EN Vs2, Y OTRA EN V1-2				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3Ø=
S A L I D A	Voltaje	Vs1=	Vs2=	
	Corriente	Is1=	Is2=	
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P2Ø=
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q2Ø=
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp2Ø=
	Potencia (S)	S1=	S2=	S2Ø=

Tabla 111 Registro de Prueba No.4 Práctica 14

Fuente: Los Autores

4.16. Práctica No. 15: Conexión Δ abierta con carga RLC.

4.16.1. DATOS INFORMATIVOS

- **MATERIA:** Máquinas Eléctricas
- **PRÁCTICA N° 15**
- **NÚMERO DE ESTUDIANTES:** 20
- **NOMBRE DOCENTE:**
- **TIEMPO ESTIMADO:** 2 Horas

4.16.2. DATOS DE LA PRÁCTICA

- **TEMA:** Conexión Δ abierta con carga RLC.
- **OBJETIVO GENERAL:**

Conocer la conexión y la forma de obtener potencia trifásica a partir de dos transformadores monofásicos formando un banco Δ abierta, para suministrar energía eléctrica trifásica a cargas desbalanceadas.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Realizar la conexión normal $\Delta - \Delta$ en el Tablero de Pruebas.

Simular la falla de una de sus fases en el lado secundario y por ende el fuera de servicio de uno de sus transformadores del banco, para proceder a realizar la conexión Δ abierta, que es el objetivo principal de la práctica.

Comprender el funcionamiento y comportamiento de la conexión sin carga y con carga desbalanceada RLC conectada en estrella y luego en delta.

- **MARCO TEÓRICO**

Funcionamiento de cada dispositivo.

Conexión Delta Abierta

Tipos de carga: Carga resistiva, inductiva, capacitiva.

Esquema de un circuito de conexión en estrella y en delta con carga RLC.

Normas de seguridad de un laboratorio.

Normas de procedimientos para un laboratorio.

Formatos para registro de valores experimentales.

Formatos para elaborar y presentar informes de laboratorio.

• PROCEDIMIENTO

Verificar que el tablero se encuentre libre de objetos que puedan obstaculizar el ambiente para la ejecución de la práctica. Y también objetos que puedan ser capaces de formar contactos indirectos con terminales o equipos que podrían causar cortocircuitos, principalmente revisar en la parte posterior del módulo de pruebas.

Realizar la energización del tablero a través del cable de poder, conectando primeramente una de sus clavijas en él toma del tablero, y después la otra clavija en él toma de alimentación. Para luego proceder a accionar los breakers de alimentación y el breaker principal del módulo de pruebas.

Revisar el banco y verificar que bloques vamos a tomar para el diagrama correspondiente.

Una vez verificado e identificado los elementos, procedemos a realizar la conexión normal $\Delta - \Delta$ con carga RLC.

Luego simularemos la ausencia de una de sus fases en el lado de alta, colocando el selector en off en una de sus fases en el bloque de simulación de fallas en alta.

Proceder a realizar la conexión Δ abierta sacando de operación el transformador cuya fase fue removida durante la simulación de falla.

Utilizar 80 V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en estrella, y utilizar 45V de línea a línea en el primario del banco para la conexión de la carga en delta.

Tomar las mediciones adecuadas de parámetros nominales y con carga (voltajes, corrientes, potencias), tanto de entrada como de salida y realizar un análisis comparativo con la parte teórica y con los valores calculados.

Utilizar el analizador de energía FLUKE 435, y verificar los parámetros y gráficas con respecto a las imágenes de las prácticas.

Establecer recomendaciones, observaciones y conclusiones de las prácticas.

- **RECURSOS**

Banco de pruebas para transformadores.

Instrumentación para: Tensión, Corriente, Potencia, Factor de potencia, Fasores.

Formatos para registro de valores experimentales y resultados.

Equipo de carga resistiva del laboratorio.

Equipo de carga inductiva del laboratorio.

Equipo de carga capacitiva (banco de capacitores).

Cables de laboratorio.

- **REGISTRO DE RESULTADOS**

Tabla No.1 para la prueba No. 1: valores nominales y calculados sin carga.

Tabla No.2 para la prueba No. 2: valores medidos sin carga.

Tabla No.3 para la prueba No. 3: valores calculados con la carga RLC conectada en estrella.

Tabla No.4 para la prueba No. 4: valores medidos con la carga RLC conectada en estrella.

Tabla No.5 para la prueba No. 5: tabla de valores calculados con la carga RLC conectada en delta.

Tabla No.6 para la prueba No. 6: valores medidos con la carga RLC conectada en delta.

Cuestionario de preguntas.

Observaciones, comentarios, conclusiones.

Protocolo de operatividad de protecciones.

ANEXOS

Diagramas de conexión $\Delta - \Delta$.

Diagrama de conexión Δ - abierta.

Diagrama de cableado.

Diagrama unifilar

Tablas para valores calculados.

Tablas para valores medidos.

Gráficas para verificaciones experimentales de la práctica.

• BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

http://tecdigital.tec.ac.cr/file/2725482/Gu%C3%ADa_de_Laboratorio_de_Electricidad_II.pdf

<http://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/01/Practicas-Transformadores-2011.pdf>

<https://www.google.com.ec/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=universidad%20veracruzana%20practicas%20de%20laboratorio%20transformadores>

Sistemas de control de motores eléctricos industriales ing. Isaías Cecilio Ventura Nava.

Control de motores eléctricos Gilberto Enríquez Harper.

• CRONOGRAMA/CALENDARIO

De acuerdo a la planificación de cada docente.

• CUESTIONARIO

¿Cuál es la importancia de realizar este tipo de conexión?

¿En qué casos y en qué áreas normalmente se aplica esta conexión?

¿Mencione las ventajas y desventajas más relevantes de la conexión Δ abierta con carga desbalanceada R-L-C?

¿Realizar un análisis y comparación sobre la conexión Δ abierta conectada con la carga RLC tanto en estrella y delta?

¿Dibujar el diagrama de cableado de la conexión Δ abierta, y realizar los cálculos respectivos con la carga RLC conectada en estrella y luego en delta?

¿Por qué los factores de potencia varían en las tensiones del sistema, tanto de entrada como de salida?

¿Conclusiones de esta práctica?

- **OTROS**

Sobre fabricación de transformadores y dispositivos eléctricos:

Hierro, características, procedencia, costos.

Tipos de conexión, características, costos.

Fabricante, características, costos.

Sobre protección de transformadores y dispositivos eléctricos:

Tipos, características, procedencia y costos para protección en baja tensión y en alta tensión.

Sobre fabricantes de transformadores y dispositivos eléctricos:

Marcas nacionales y extranjeras.

Características técnicas y costos.

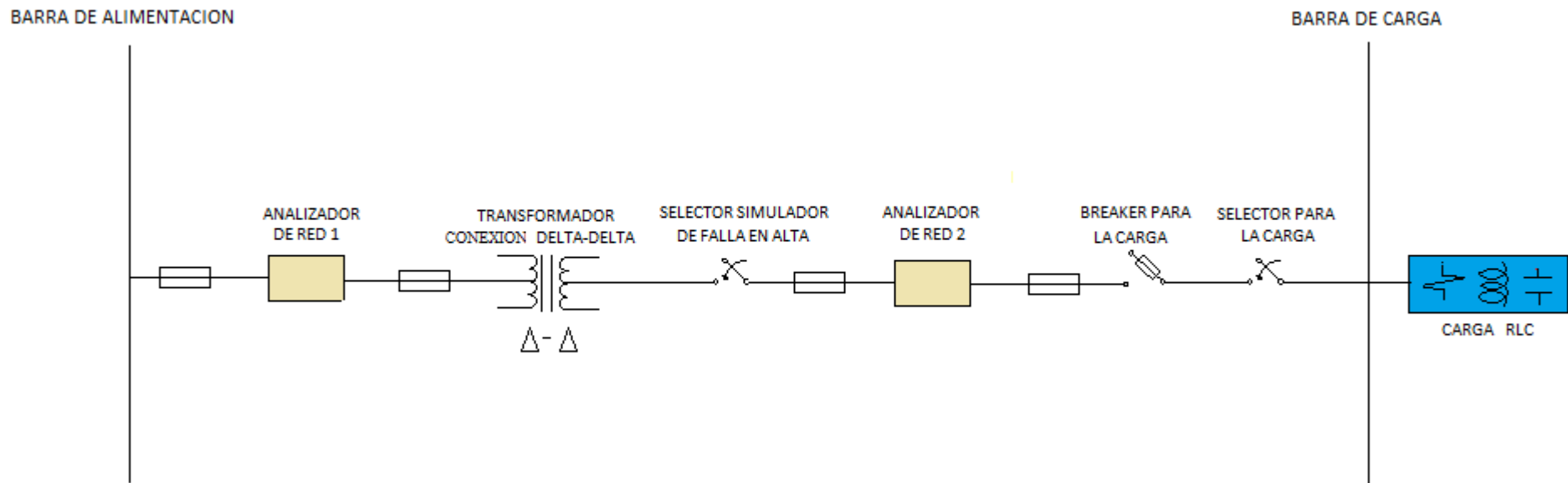


Figura 143 Diagrama unifilar de la conexión $\Delta - \Delta$ con carga RLC

Fuente: Los Autores

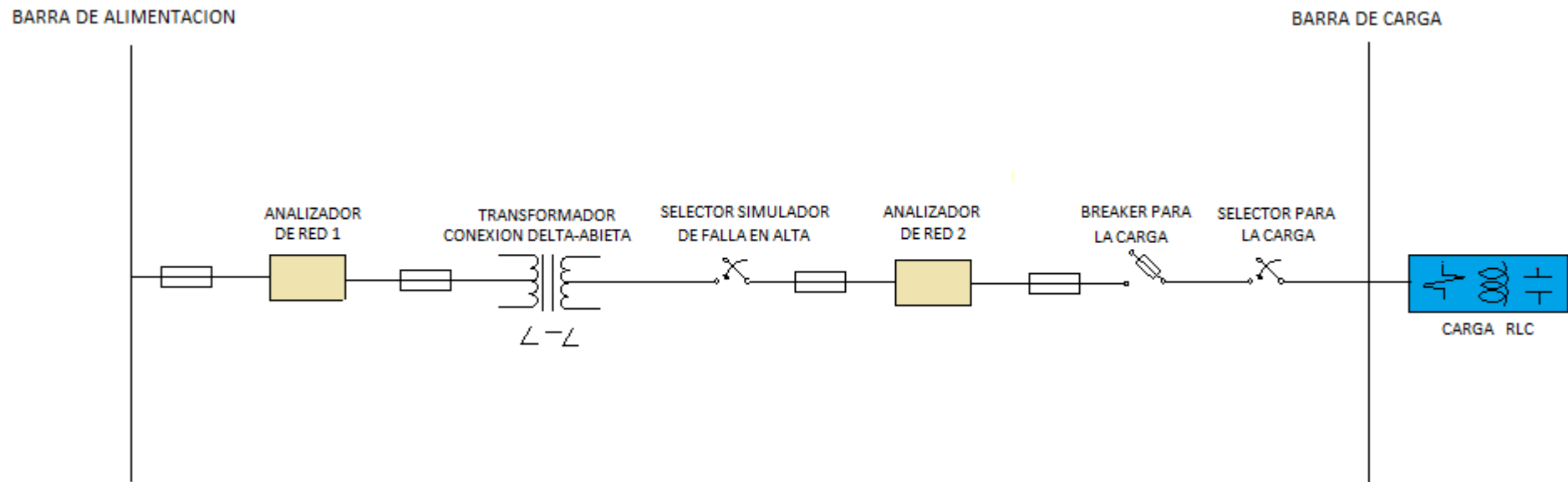


Figura 144 Diagrama unifilar de la conexión Δ abierta con carga RLC

Fuente: Los Autores

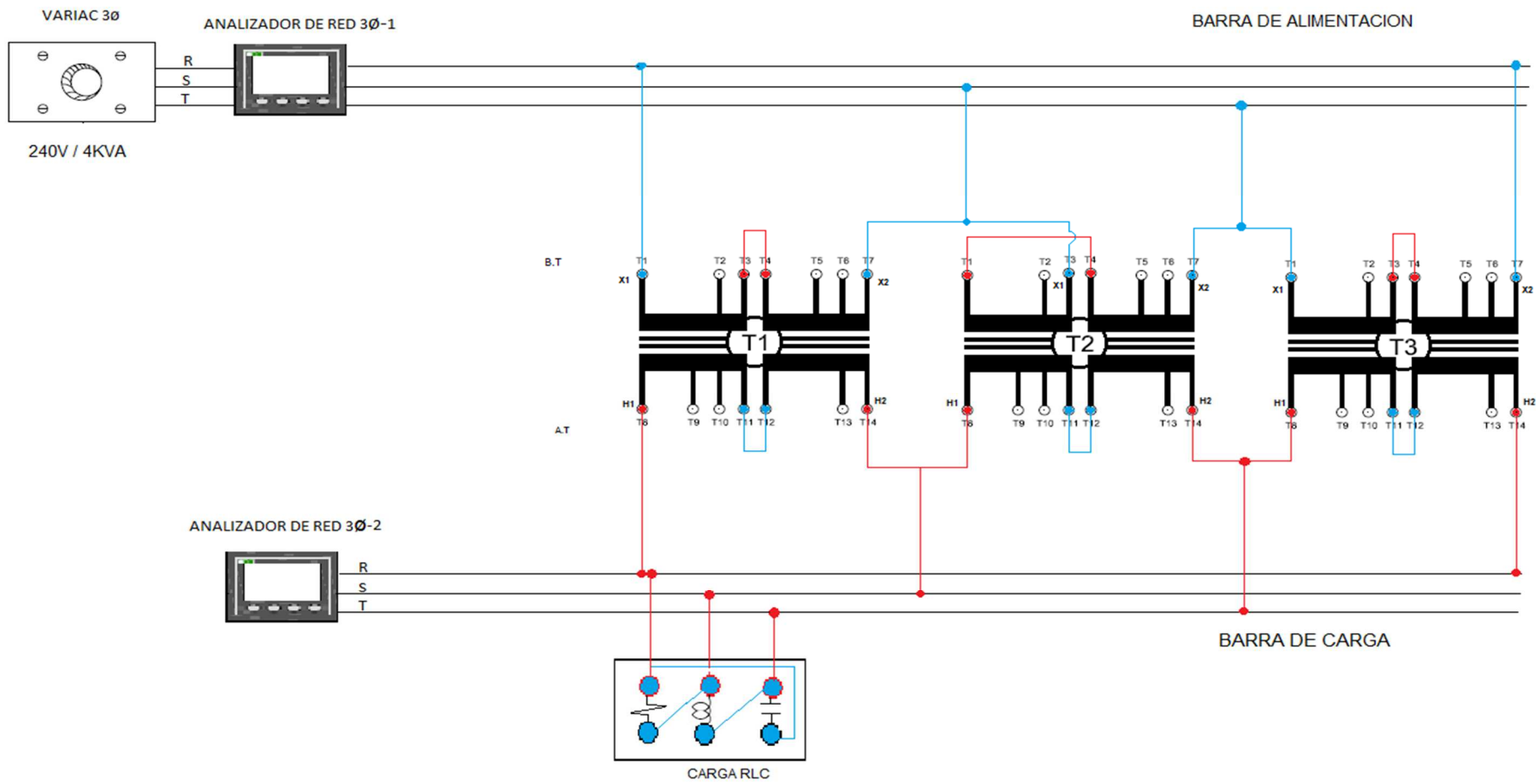


Figura 145 Diagrama de conexión y cableado $\Delta - \Delta$ con carga RLC

Fuente: Los Autores

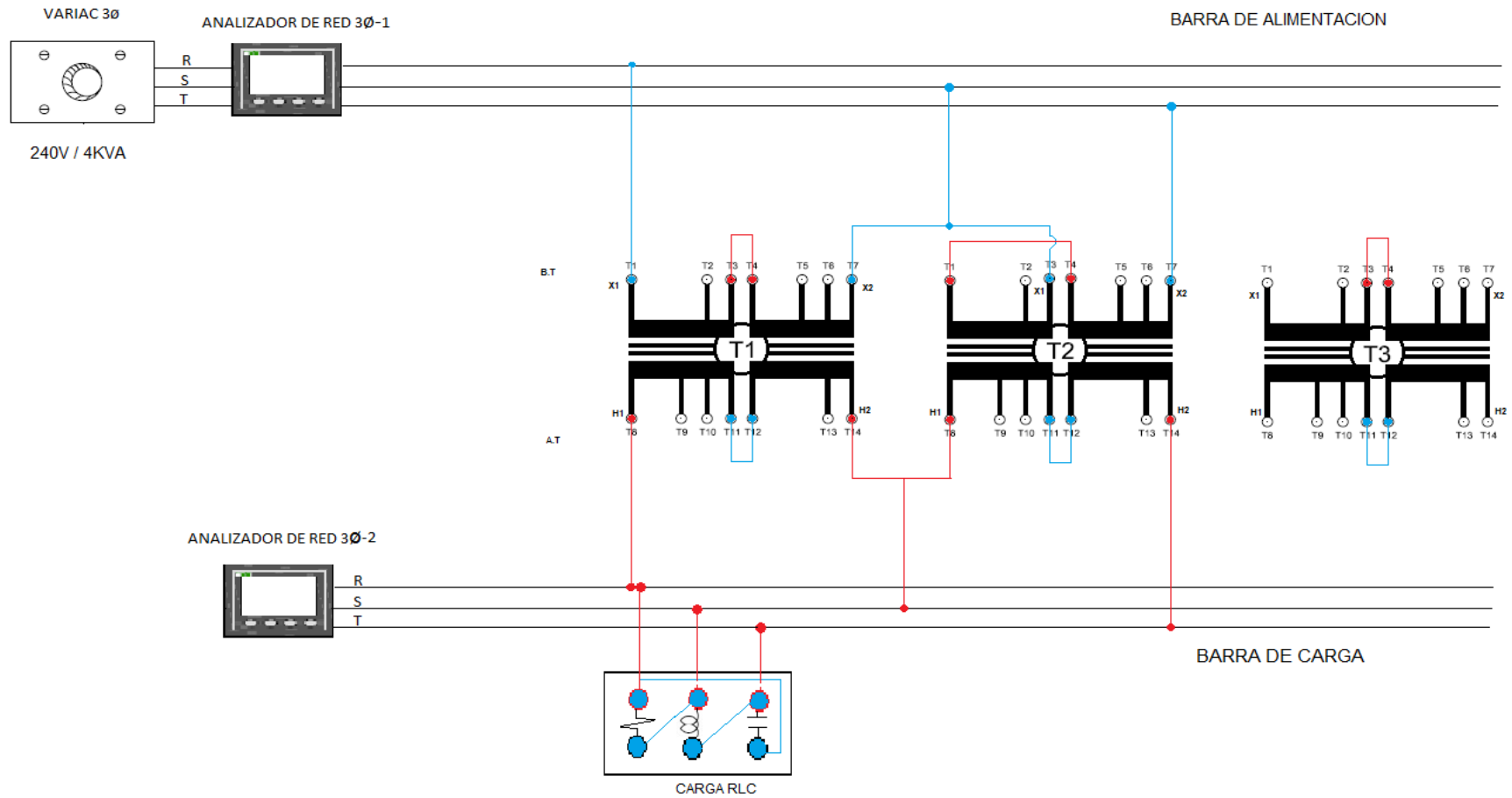


Figura 146 Diagrama de conexión y cableada Δ abierta con carga RLC

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.1: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA RLC				
TABLA No.1: VALORES NOMINALES Y CALCULADOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 112 Registro de Prueba No.1 Práctica 15

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.2: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA RLC				
TABLA No.2: VALORES MEDIDOS SIN CARGA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 113 Registro de Prueba No.2 Práctica 15

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.3: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA RLC				
TABLA No.3: VALORES CALCULADOS CON CARGA RLC: RESISTIVA DE 100Ω , INDUCTIVA DE $11\mu\text{H}$ y CAPACITIVA DE $40\mu\text{F}$ CONECTADAS EN ESTRELLA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 114 Registro de Prueba No.3 Práctica 15

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.4: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA RLC				
TABLA No.4: VALORES MEDIDOS CON CARGA RLC: RESISTIVA DE 100Ω , INDUCTIVA DE $11\mu\text{H}$ Y CAPACITIVA DE $40\mu\text{F}$ CONECTADAS EN ESTRELLA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 115 Registro de Prueba No.4 Práctica 15

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.5: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA RLC				
TABLA No.5: VALORES CALCULADOS CON CARGA RLC: RESISTIVA DE $100\ \Omega$, INDUCTIVA DE $11\ \mu\text{H}$, Y CAPACITIVA DE $40\ \mu\text{F}$ CONECTADAS EN DELTA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 116 Registro de Prueba No.5 Práctica 15

Fuente: Los Autores

REGISTRO DE LA PRUEBA No.6: CONEXIÓN Δ ABIERTA CON CARGA RLC				
TABLA No.6: VALORES MEDIDOS CON CARGA RLC: RESISTIVA DE 100Ω , INDUCTIVA DE $11\mu\text{H}$, Y CAPACITIVA DE $40\mu\text{F}$ CONECTADAS EN DELTA				
E N T R A D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =
S A L I D A	Voltaje	VRS=	VST=	VTR=
	Corriente	IR=	IS=	IT=
	Potencia (P)	PT1=	PT2=	P3 \emptyset =
	Potencia (Q)	QT1=	QT2=	Q3 \emptyset =
	Factor de Potencia (Fp)	Fp1=	Fp2=	Fp3 \emptyset =
	Potencia (S)	S1=	S2=	S3 \emptyset =

Tabla 117 Registro de Prueba No.6 Práctica 15

Fuente: Los Autores

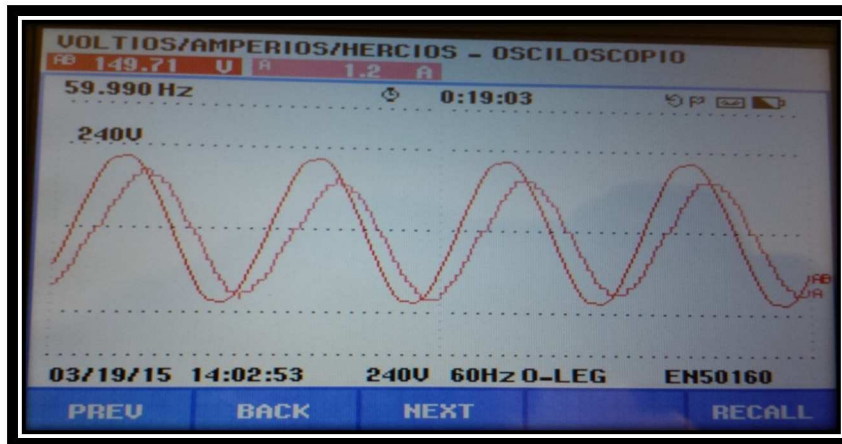


Figura 147 Grafica de voltaje y corriente con carga RLC conectada en estrella, VRS, IR

Fuente: Los Autores

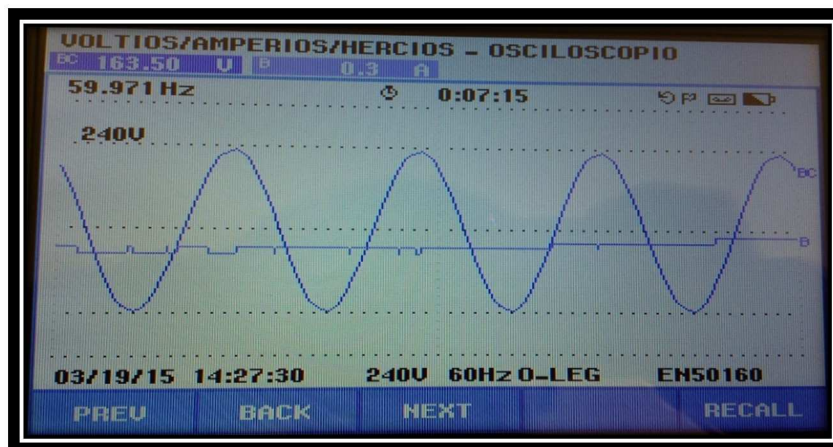


Figura 148 Grafica de voltaje y corriente con carga RLC conectada en estrella, VST, IS

Fuente: Los Autores

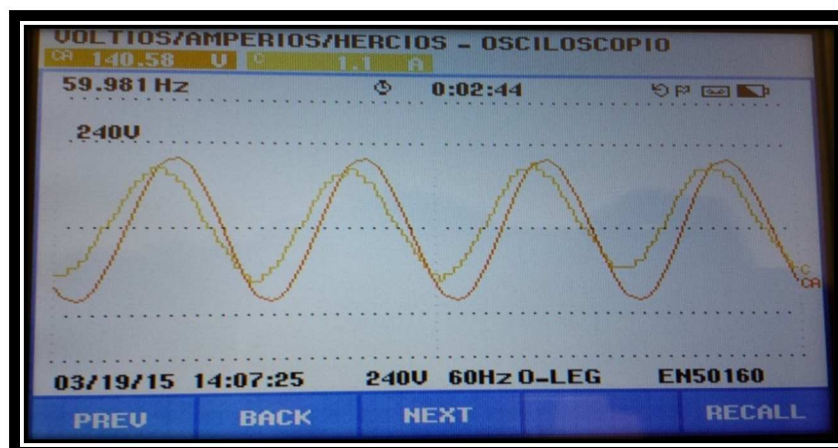


Figura 149 Grafica de voltaje y corriente con carga RLC conectada en estrella, VTR, IT

Fuente: Los Autores

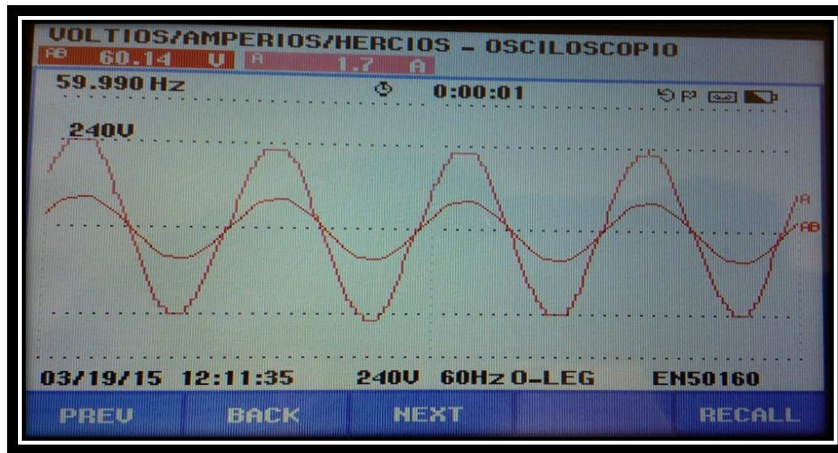


Figura 150 Grafica de voltaje y corriente con carga RLC conectada en delta, VRS, IR

Fuente: Los Autores

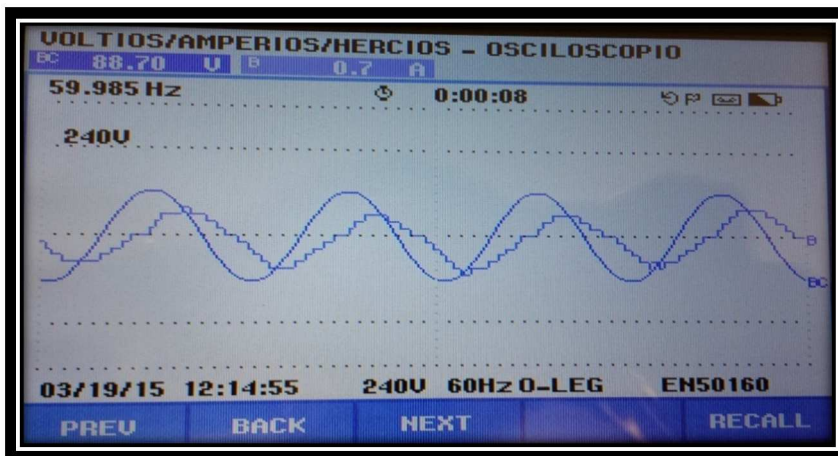


Figura 151 Grafica de voltaje y corriente con carga RLC conectada en delta, VST, IS

Fuente: Los Autores

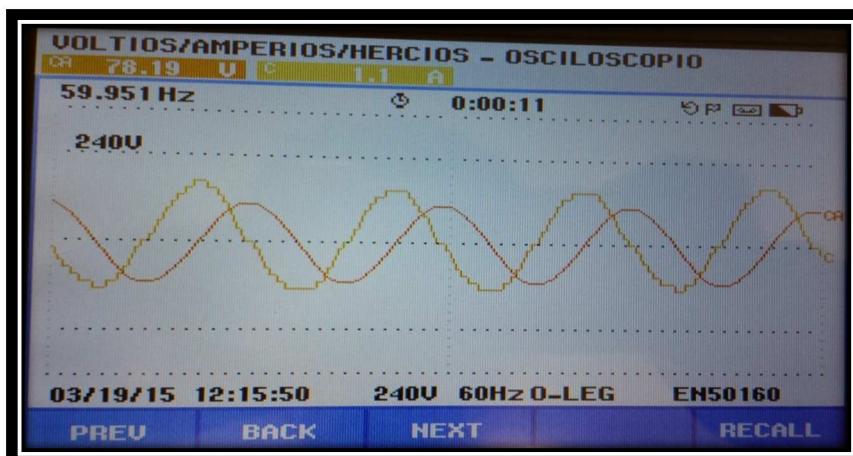


Figura 152 Grafica de voltaje y corriente con carga RLC conectada en delta, VTR, IT

Fuente: Los Autores

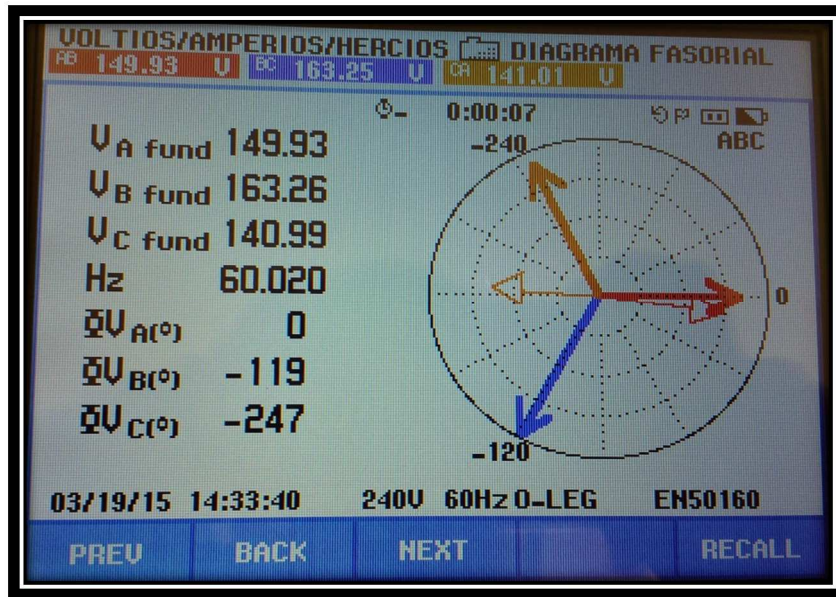


Figura 153 Diagrama fasorial de voltaje con carga RLC conectada en estrella, VRS, VST, VTR

Fuente: Los Autores

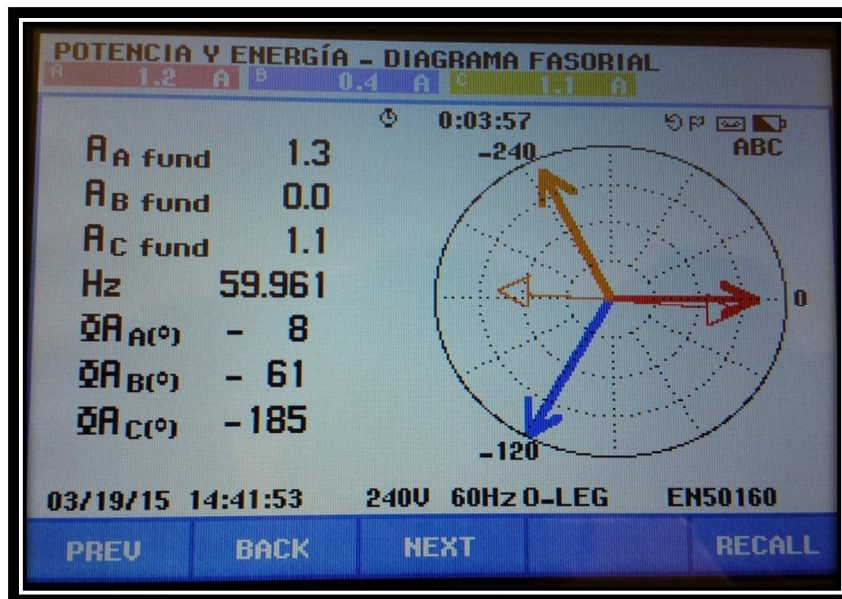


Figura 154 Diagrama fasorial de corriente con carga RLC conectada en estrella, IR, IS, IT

Fuente: Los Autores

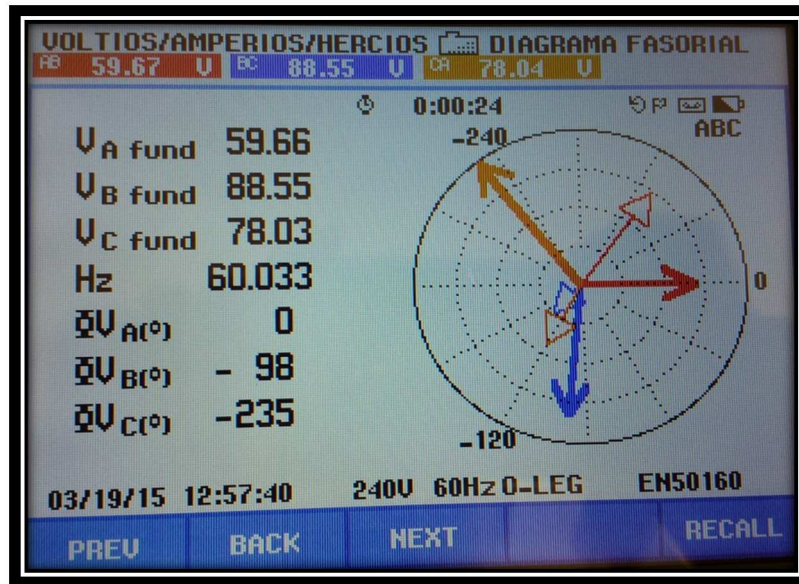


Figura 155 Diagrama fasorial de voltaje con carga RLC conectada en delta, VRS, VST, VTR

Fuente: Los Autores

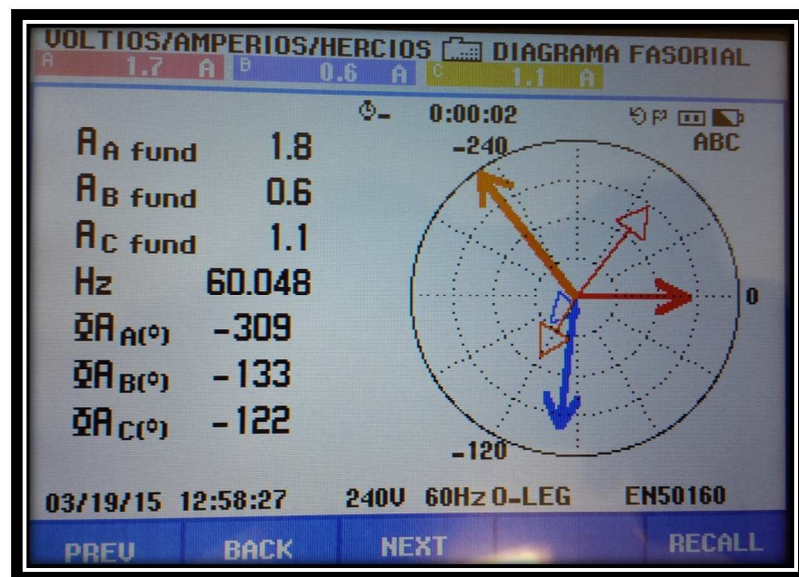


Figura 156 Diagrama fasorial de corriente con carga RLC conectada en delta, IR, IS, IT

Fuente: Los Autores

5. CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En el transcurso de la carrera profesional de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, se ha analizado mucho la importancia de preparar a los estudiantes en el área práctica para el campo laboral, y con la ayuda del Director de Carrera y de nuestro tutor, llegamos a la conclusión de poner en práctica los conocimientos adquiridos para realizar la elaboración del banco de pruebas para transformadores y los análisis de sistemas trifásicos con conexiones abiertas y especiales, para llegar así a cumplir esta grandiosa idea de optimizar la preparación de los estudiantes.

Mediante la presente memoria descriptiva y del aceptable y apreciado trabajo práctico que se encuentra instalado en el laboratorio de transformadores de la UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA sede GUAYAQUIL, se ha podido demostrar que mediante conocimientos de circuitos eléctricos, protecciones y maquinas eléctricas, es posible realizar todos los análisis trifásicos de conexiones abiertas y especiales, las mismas que serán de gran utilidad para el campo laboral – profesional.

5.2. RECOMENDACIONES

Es recomendable cuidar la integridad de las personas, por tal razón antes de realizar las prácticas en el módulo hay que revisar el manual de seguridad tanto del laboratorio como del banco de pruebas, y tomar las debidas precauciones.

Indudablemente y necesario es evitar que sucedan daños que podrían afectar al banco de pruebas, para poder así alargar la vida útil del mismo. Por lo tanto es recomendable realizar mantenimiento preventivo y programado, y en caso no deseable el correctivo.

Las prácticas que realicen los estudiantes serán siempre supervisadas mediante la tutela del docente de la materia.

Es importante revisar los datos técnicos de los equipos y revisar los diagramas de conexión, para evitar malas conexiones que podrían provocar cortocircuitos y fallos.

Si tiene alguna duda con respecto a un equipo, conexión o práctica, pedir ayuda al docente.

BIBLIOGRAFÍA

- Barcells, J., Autonell, J., Barra, V., Brossa, J., Fornieles, F., Garcia, B., . . . Serra, J. (2011). *Eficiencia en el uso de energia electrica*. Barcelona-España: Marcombo.
- Bardales, A. T. (2012). *Metodologia de investigacion cientifica aplicada a la ingenieria*. LIMA-PERU.
- Bastian, P., Eithler, W., Franz, H., Norbert, J., Jungen, M., Otto, S., . . . Klaus, T. (2001). *Electrotecnia*. Madrid (España): Ediciones Akal, S.A..
- Chapman, S. J. (2000). *Maquinas Eléctricas*. Santa Fe: MC GRAW HILL.
- Fitzgerald, A., Kingsley, C., & Stephen, U. (2004). *Maquinas Electrica*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Fowler, R. J. (1992). *Electricidad: Principio y Aplicaciones*. BARCELONA: REVERTE, S.A.
- Frino, L. (Mayo de 1996). Obtenido de <http://www.frino.com.ar/calculos.htm>
- Harper Enriquez. (2005). *Fundamentos de instalaciones electricas de mediana y alta tension*. Mexico: LIMUSA. S.A de C.V.
- Harper, E. (2003). *El ABC del control electrico de las maquinas electricas*. Mexico: LIMUSA.
- Kosow, I. (1991). *Maquinas Electrica y Transformadores*. Mexico: Prentice-Hall.
- LIFASA. INTERNATIONAL CAPACITORS, S. (2006). Obtenido de http://www.lifasa.es/descargas/es/not_tec_motor_e.pdf
- Morales, G., & García, J. (2013). *Sistemas y Circuitos Electricos*. España: Paraninfo S.A.
- Mujal, R. (2002). *Electrotecnia*. Barcelona - España: EDICIONS UPC.
- Pérez, P. A. (2001). *Transformadores de distribución*. México: REVERTE EDICIONES, S.A. DE C.V.
- Quiñónez, E. R. (2013). *Modelo de flujo de carga desbalanceada para el análisis de redes de distribución con generación distribuida*. Guatemala.
- Rodríguez, I. C. (2012). *Metodologia a la investigacion experimental*. Lima- Peru.
- Torrens, P. C., & Tous, R. B. (2005). *Maquinas Electricas*. Barcelona: EDICIONS UPC.

Venegas, R. (2007). *Evaluación de las conexiones de los transformadores de potencia para medición, control, y protección de las subestaciones de la planta Olefinas II*. Mérida.

Venezolano, I. C. (Marzo de 2012). Obtenido de http://prof.usb.ve/jaller/PPI_papers/B4-46.pdf

Wildi, T. (2007). *Maquina Electrica y Sistema de Potencia*. Monterrey (mexico): Pearson Educación .

Wolf, S., & Smith, R. (1992). *Guía para Mediciones Electrónicas y Prácticas de Laboratorio*. México: PERSON Educación .

ANEXOS

HOJA TÉCNICA DEL MEDIDOR DE ENERGIA



Figura 157 Anexo – Hoja del analizador de red PM5110 Schneider

Fuente: Schneider Electric. All rights reserved. 10/2013
www.schneider-electric.com

TEST AND CALIBRATION CERTIFICATE

Model Name:	PM5110	Serial No:	340060019136
Test Parameters:	V, I, F & P	Accuracy Class:	Class 0.5S
Rated Current:	5A	Firmware Revision	01.11
Calibration Date:	29-May-2014	Communication:	RS485
Digital Input:	Not Available	Digital Output:	Pass
Relay Terminal	Not Available		

Test Load	63.5V, 5.0A			230V, 1.0A			347V, 0.1A		
Parameters - V, I & F	Vavg	Iavg	F	Vavg	Iavg	F	Vavg	Iavg	F
Permissible Error(%)	± 0.5	± 0.5	± 0.1	± 0.5	± 0.5	± 0.1	± 0.5	± 0.5	± 0.1
Observed Error (%) @ 50 Hz	-0.06	-0.01	-0.00	-0.02	-0.03	-0.00	0.003	0.250	-0.00
Observed Error (%) @ 60 Hz	-0.04	0.004	-0.00	-0.02	0.018	-0.00	0.002	0.121	-0.00
Parameters - P	UPF	0.5 Lag	0.8 Lead	UPF	0.5 Lag	0.8 Lead	UPF	0.5 Lag	0.8 Lead
Permissible Error(%)	± 0.5	± 0.6	± 0.6	± 0.5	± 0.6	± 0.6	± 1.0	± 1.0	± 0.6
Observed Error (%) - P @ 50 Hz	-0.08	0.044	-0.12	-0.06	-0.01	-0.08	0.247	-0.02	0.372
Observed Error (%) - P @ 60 Hz	-0.04	0.071	-0.09	-0.01	-0.06	-0.01	0.116	-0.08	0.191

Notes:

- The certificate shall not be reproduced except in full, without prior written approval of the issuing authority.
- Vavg = 3-phase average voltage (line to neutral) in volt, Iavg = 3-phase average current in ampere, F = Frequency in hertz, P= Active 3-Phase total power in watts.
- AC Calibration Source: MTE_SPE120.3-47390 traceable to International standards.
- Reference : MTE_SRS400.3-50319 traceable to International standards.
- Calibration Setup verified based on ISO 14001:2004 Certified Process.

Schneider Electric India Pvt Ltd
www.schneider-electric.co.in

ISO 9001:2008 Certified
ISO 14001:2004 Certified
OHSAS 18001:2007 Certified

Figura 158 Anexo – Hoja de especificaciones técnicas del analizador de red

Fuente: Schneider Electric India Pvt Ltd
www.schneider-electric.co.in

HOJA TÉCNICA DEL TRANSFORMADOR DE CORRIENTE



Transformador de Corriente Tipo DM-20



Características Técnicas

CURRENT TRANSFORMER Kn 40/5 A

47.....50.....63 Hz

Um 0, 72 /3kv lth 60 lpn/1s

Cl	0.5	1.0	3.0
VA	-	-	0.5

Figura 159 Anexo – Hoja de especificaciones del transformador de corriente

Fuente: <http://inmaelectro.com/>

HOJA TÉCNICA DE LA LUZ PILOTO



Luz Piloto Electrónica Tipo LED (22mm) Modelo 22D



Características Técnicas

REFERENCIA	VOLTAJE	TIPO DE LAMPARA	COLOR
V-AD22-22D-R	110V-220V	LED	ROJO
V-AD22-22D-V	110V-220V	LED	VERDE
V-AD22-22D-A	110V-220V	LED	AMARILLO
V-AD22-22D-AZ	110V-220V	LED	AZUL

Figura 160 Anexo – Hoja de especificaciones de la Luz piloto

Fuente: <http://inmaelectro.com/>

HOJA TÉCNICA DEL BREAKER 3 POLOS



Breaker Tipo V-DZ49-63 para Riel DIN



Características Técnicas

REFERENCIA	AMPERAJE	POLOS	CAPACIDAD DE RUPTURA
V-DZ49-63-1-1	1A	1	6 KA
V-DZ49-63-1-2	2A	1	6 KA
V-DZ49-63-1-4	4A	1	6 KA
V-DZ49-63-1-6	6A	1	6 KA
V-DZ49-63-1-8	8A	1	6 KA
V-DZ49-63-1-10	10A	1	6 KA
V-DZ49-63-1-16	16A	1	6 KA
V-DZ49-63-1-20	20A	1	6 KA
V-DZ49-63-1-25	25A	1	6 KA
V-DZ49-63-1-32	32A	1	6 KA
V-DZ49-63-1-40	40A	1	6 KA
V-DZ49-63-1-50	50A	1	6 KA
V-DZ49-63-1-63	63A	1	6 KA
V-DZ49-63-2-1	1A	2	6 KA
V-DZ49-63-2-2	2A	2	6 KA
V-DZ49-63-2-4	4A	2	6 KA
V-DZ49-63-2-6	6A	2	6 KA
V-DZ49-63-2-8	8A	2	6 KA
V-DZ49-63-2-10	10A	2	6 KA
V-DZ49-63-2-16	16A	2	6 KA
V-DZ49-63-2-20	20A	2	6 KA
V-DZ49-63-2-25	25A	2	6 KA
V-DZ49-63-2-32	32A	2	6 KA
V-DZ49-63-2-40	40A	2	6 KA
V-DZ49-63-2-50	50A	2	6 KA
V-DZ49-63-2-63	63A	2	6 KA
V-DZ49-63-3-6	6A	3	6 KA
V-DZ49-63-3-8	8A	3	6 KA
V-DZ49-63-3-10	10A	3	6 KA
V-DZ49-63-3-16	16A	3	6 KA
V-DZ49-63-3-20	20A	3	6 KA
V-DZ49-63-3-25	25A	3	6 KA
V-DZ49-63-3-32	32A	3	6 KA
V-DZ49-63-3-40	40A	3	6 KA
V-DZ49-63-3-50	50A	3	6 KA
V-DZ49-63-3-63	63A	3	6 KA

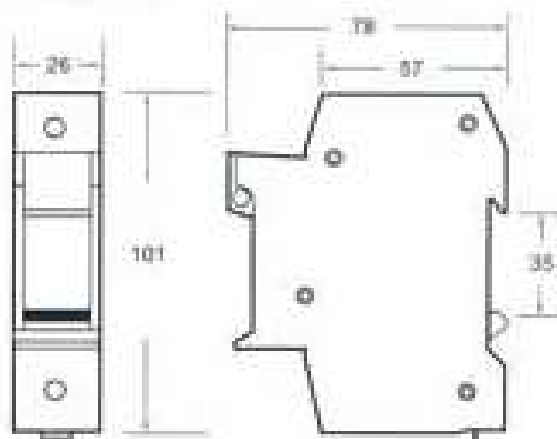
Figura 161 Anexo – Hoja de especificaciones del breaker 3 polos

Fuente: <http://inmaelectro.com/>

HOJA TÉCNICA DE LA BASE PARA FUSIBLE



DIMENSIONS :

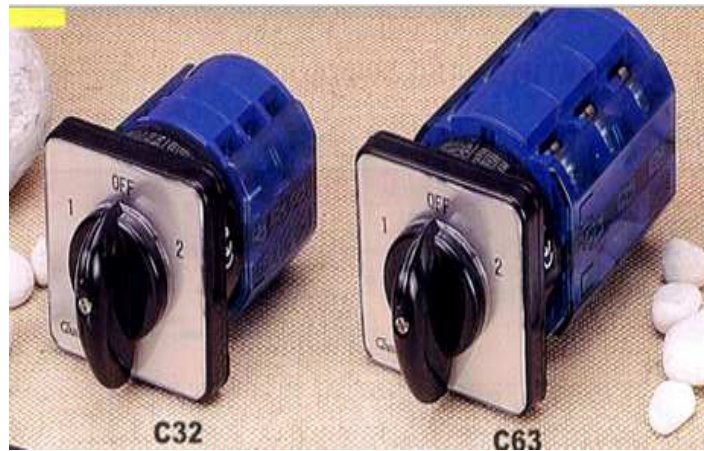


- RATED VOLTAGE : 500V
- RATED CURRENT : 63A
- CONNECTED WITH FUSE RT14-32 (φ 14.3×51)
- MOUNTING METHODS :
BY DIN RAIL(35mm)

Figura 162 Anexo – Hoja de especificaciones de la base para fusible

Fuente: <http://www.camsco.com.tw/>

HOJA TÉCNICA DEL INTERRUPTOR DE LEVA



Características Técnicas

Aleación de Plata

Contactos de deslizamiento que garantiza un funcionamiento fiable & preciso.

Cumplimiento EN60947, VDE 0660, IEC-947.

Cableado posterior que facilita la operación.

Especificación de Contacto: 16A 300VAC/ 32A 600 VAC.

Figura 163 Anexo – Hoja de especificaciones del interruptor de Leva

Fuente: <http://www.camsco.com.tw/>

HOJA TÉCNICA DE LOS FUSIBLES

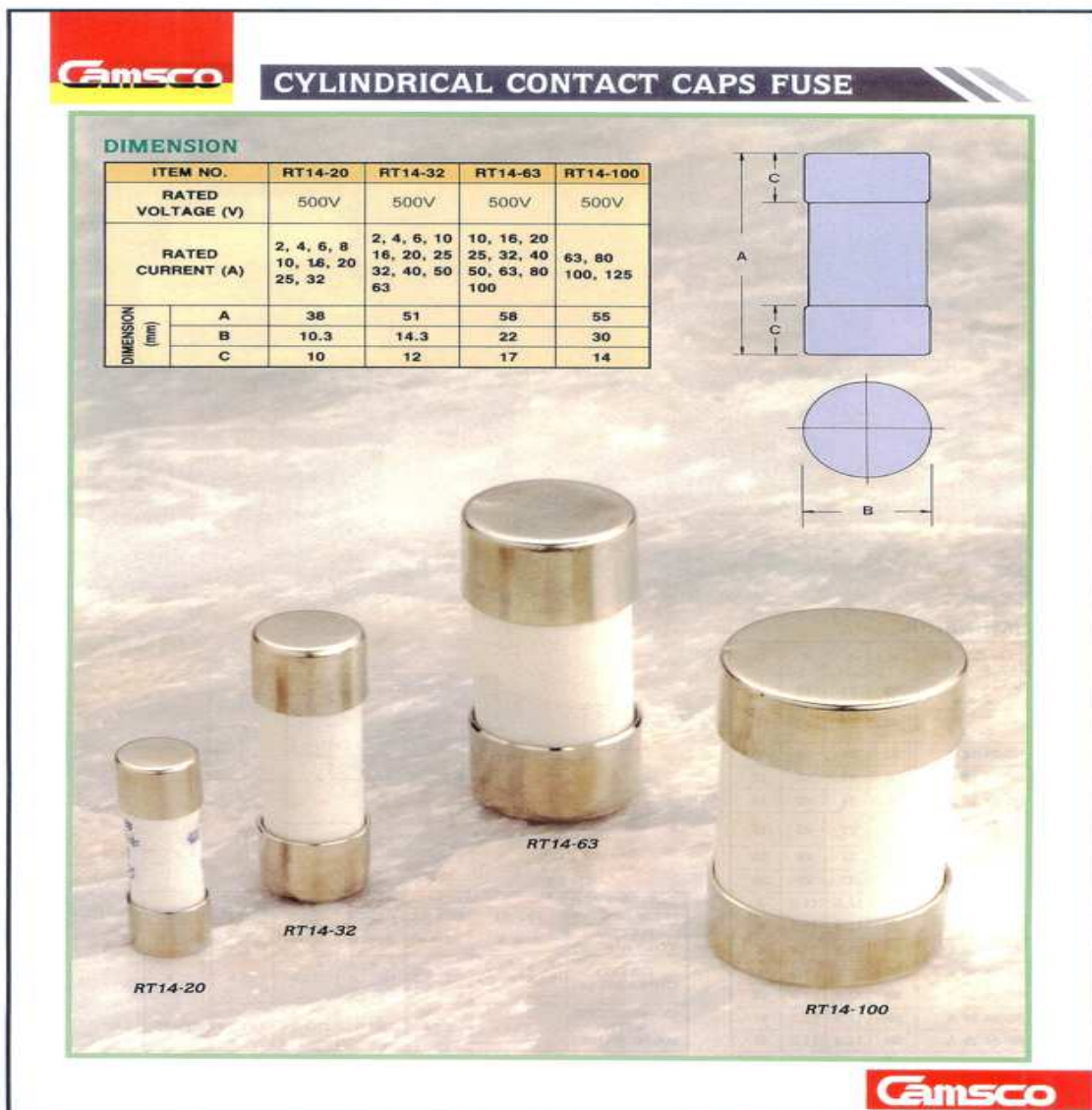

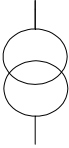
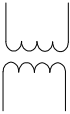
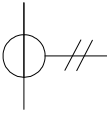



Figura 164 Anexo – Hoja de especificaciones de los Fusibles

Fuente: <http://www.camsco.com.tw/>

HOJA TÉCNICA DE LOS SIMBOLOS ELÉCTRICOS

Nos regimos por la norma INEN 20110 .Esta norma se aplica a todos los tipos de transformadores de potencia y distribución monofásicos y trifásicos, sumergidos en aceite y secos.Y de la norma Europea EN 60617. Esta define los Símbolos Gráficos para Esquemas.

Símbolo	Descripción
	Tierra, símbolo general
<p>forma unifilar</p>  <p>forma desarrollada</p> 	Transformador de 2 arrollamientos
<p>forma unifilar</p>  <p>forma desarrollada</p> 	Transformador de corriente o transformador de Impulsos.


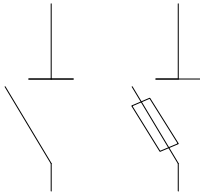
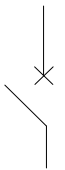
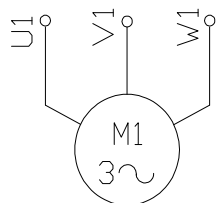
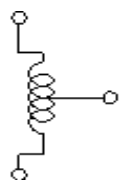

	<p>Cortacircuitos fusible</p>
	<p>Seccionadores</p>
	<p>Disyuntor</p>
	<p>Motor</p>
	<p>Variac</p>
	<p>Luz piloto</p>

Figura 165 Anexo – Hoja de especificaciones de los símbolos eléctricos

Fuentes: Los Autores