



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL

“DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ALIMENTADOR TRIFÁSICO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN”

*INFORME TÉCNICO PREVIO A OPTAR EL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL.*

AUTOR:

Pedro Rosalino Chamba Cango

DIRECTOR :

Ing. Ramiro Marcelo Borrero Espinosa

LOJA - ECUADOR

2014

CERTIFICACIÓN

Ing. Ramiro Marcelo Borrero Espinosa

CATEDRÁTICO DEL ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA; Y DIRECTOR DEL INFORME TÉCNICO.

CERTIFICA:

Que el Informe de Trabajo Práctico: **“DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ALIMENTADOR TRIFASICO CON CENTRO DE TRANSFORMACION”**, realizado por el postulante **Pedro Rosalino Chamba Congo**, previo a optar por el título de Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial ha sido orientado, dirigido y revisado minuciosamente bajo mi dirección; por lo tanto autorizo su presentación, para los trámites correspondientes.

Loja Mayo del 2014

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping horizontal and vertical strokes, followed by a long diagonal stroke extending upwards and to the right.

Ing. Ramiro Marcelo Borrero Espinosa
DIRECTOR DEL INFORME TÉCNICO

AUTORÍA

Yo, **PEDRO ROSALINO CHAMBA CANGO**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

AUTOR: PEDRO ROSALINO CHAMBA CANGO



Firma:

Cedula: 1103473078

Fecha: 27 de Agosto del 2014

CARTA DE AUTORIZACIÓN

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo **PEDRO ROSALINO CHAMBA CANGO**, declaro ser autor del Informe de Trabajo Práctico titulado: "**DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ALIMENTADOR TRIFÁSICO CON CENTRO DE TRANSFORMACION**", como requisito para optar el Título de **Tecnólogo en Electricidad y Control**

Industrial: autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre al mundo la reproducción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, 27 días del mes de Agosto del dos mil catorce.

Firma:



Autor: Pedro Rosalino Chamba Cango

Cedula: 1103473078 **Dirección:** Yantzaza, 12 de Febrero y Zamora

Correo: pedrochambacango@hotmail.es

Teléfono: 2301956 **Celular:** 0939634306

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Ramiro Marcelo Barrero Espinosa

Tribunal de Grado: Ing. Julio Cesar Cuenca Tinitana, Mg. Sc.

Ing. Edwin Bladimir Paccha Herrera, Mg. Sc.

Ing. José Fabricio Cuenca Granda, Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

Al concluir la presente tesis ofrezco un profundo agradecimiento, a Dios por permitirme seguir con las metas trazadas; al personal docente del **ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA** por sus conocimientos impartidos, al Ing. Ramiro Marcelo Borrero Espinosa director del Trabajo Práctico, por su colaboración generosa y por guiarme con sus conocimientos para el desarrollo de la misma, además agradezco a todas y cada una de las personas que hicieron posible culminar con éxito la presente tesis.

CHAMBA CANGO PEDRO ROSALINO

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico primeramente a nuestro DIOS, ya que es el impulsor principal en mi vida al guiarme y bendecirme cada día, a mi familia, por su cariño y comprensión, además por su paciencia, confianza y de manera muy especial lo dedico por ser un pilar fundamental e incondicional a mis hijos y mi esposa por ser las personas que siempre me acompañan y que nunca me abandonan en momentos de tan dura prueba que han hecho posible alcanzar con éxito mi realización profesional.

CHAMBA CANGO PEDRO ROSALINO

RESUMEN

El presente Trabajo Práctico previo a obtener el título de Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial tiene como objetivo principal describir el Diseño y la Construcción de un Alimentador Trifásico con Centro de Transformación, Acometida en Baja Tensión y Tipo de Medición.

A lo largo de los capítulos de la presente memoria técnica se darán a conocer las motivaciones para la elección del presente tema, además se explicará el funcionamiento de un alimentador trifásico y el uso del transformador en sistemas eléctricos

Se realizará la descripción del diseño de un alimentador trifásico, dimensionamiento del transformador, cálculo de la acometida eléctrica y finalmente se elegirá el tipo de medición, en fin, aspectos relevantes y que tienen que ver con todo el proceso desde su diseño hasta la culminación del proyecto.

Se describirá el proceso de diseño y construcción de redes eléctricas, en base a las normas técnicas de diseño de la EERSSA y del Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER).

SUMMARY

The present previous Practical Work to obtain Technologist's title in Electricity and Industrial Control has as main objective to describe the Design and the Construction of a Feeder Trifásico with Center of Transformation, Assault in Low Tension and Type of Mensuration.

Along the chapters of the present technical memory they will be given to know the motivations for the election of the present he/she fears, it will also be explained the operation of a feeder trifásico and the use of the transformer in electric systems

He/she will be carried out the description of the design of a feeder trifásico, dimensionamiento of the transformer, calculation of the electric assault and finally the mensuration type will be chosen, in short, outstanding aspects and that they have to do with the whole process from its design until the culmination of the project.

It will be described the design process and construction of electric nets, based on the technical norms of design of the EERSSA and of the Ministry of Electricity and Renewable Energy (MEER).

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA.....	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
TEMA:.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. INTRODUCCIÓN.....	3
II. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y UTILIDAD.....	5
2.1.1. Generación Eléctrica.....	6
2.1.2. Transmisión Eléctrica.....	6
2.1.3. Distribución Eléctrica.....	6
2.1.4. EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS EN REDES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN.....	7
2.1.5. Conductores eléctricos.....	7
2.1.6. Resistividad de un conductor eléctrico.....	7
2.1.7. Resistencia del conductor.....	7
2.1.8. Protecciones de los conductores.....	8
2.2. CONDUCTORES DESNUDOS DE ALUMINIO.....	9
2.2.1. Conductores de aluminio ASC.....	9
2.2.2. Conductores de aluminio ACSR.....	11
2.3. TRANSFORMADORES.....	13
2.3.1. Tipos de Transformadores.....	13
2.4. CONEXIONES DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS.....	20
2.4.1. Conexión Delta – Delta ($\Delta - \Delta$).....	21

2.4.2. Conexión Delta – Estrella.....	21
2.4.3. Conexión Estrella – Delta.....	22
2.4.4. Conexión Estrella – Estrella.....	22
2.5. ACOMETIDA ELÉCTRICA.....	23
III. MATERIALES.....	24
3.1. MATERIALES.....	25
IV. PROCESO METODOLÓGICO.....	26
V. GENERALIDADES.....	28
5.1. GENERALIDADES.....	29
5.2. UBICACIÓN:.....	29
5.3. DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO DE UN ALIMENTADOR TRIFÁSICO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	30
5.3.1. Cálculo de la Demanda.....	30
5.3.2. Alimentador en media tensión, caída de voltaje en media tensión y estación de transformación:.....	31
5.3.3. Caída de Voltaje en Media Tensión.....	33
5.3.4. Estación de Transformación.....	34
5.3.5. Acometida en Baja Tensión.....	34
5.3.6. Caída de Voltaje en Baja Tensión.....	34
5.3.7. Tablero de Medición (TM).....	37
5.3.8. Tablero De Distribución Principal.....	37
5.3.9. Circuitos Especiales:.....	37
5.3.10. Puesta a tierra.....	38
5.3.11. Dispositivos de Protección.....	39
5.4. RESUMEN DE OBRA.....	39
VI. RESULTADOS.....	42
VII. CONCLUSIONES.....	45
VIII. RECOMENDACIONES.....	48
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Conductor eléctrico aislado.....	7
Figura 2. Conductor Eléctrico desnudo de aluminio.....	9
Figura 3. Conductor eléctrico de aluminio tipo ACSR.....	11
Figura 4. Transformador convencional para montar en poste.....	13
Figura 5. Transformador auto protegido para montaje en poste.....	14
Figura 6. Transformador Auto protegido.....	14
Figura 7. Transformador monofásico tipo pedestal o padmounted.....	15
Figura 8. Transformador monofásico tipo pedestal o padmounted, características.....	16
Figura 9. Transformador trifásico.....	17
Figura 10. Transformador trifásico, características.....	17
Figura 11. Transformador trifásico tipo pedestal o padmounted.....	19
Figura 12. Transformador trifásico tipo pedestal o padmounted,	19
Figura 13. Conexión Delta – Delta.....	21
Figura 14. Conexión Delta – Y.....	21
Figura 15. Conexión Ye – Delta.....	22
Figura 16. Conexión Ye – Ye.....	22
Figura 17. Plano de construcción.....	32
Figura 18. Montaje del Transformador.....	35
Figura 19. Puesta a tierra.....	38

Figura 20. Puesta a tierra.....	38
Figura 21. Puesta a tierra.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características principales de los conductores de aluminio.....	10
Tabla 2. Características principales de los conductores de AL tipo ACSR.....	12
Tabla.3.Transformadores, monofásicos, distribución, convencionales y autp.....	15
Tabla 4.Transformadores monofásicos de distribución, pedestal.....	16
Tabla 5. Características de transformadores trifásicos de distribución...	18
Tabla 6. Características de los transformadores trifásicos tipo pedestal	20
Tabla 7. Cálculo de la demanda.....	30
Tabla 8. Caída de voltaje.....	33
Tabla 9. Red secundaria.....	36

TEMA:

**“DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN DE UN ALIMENTADOR
TRIFÁSICO CON CENTRO DE
TRANSFORMACIÓN”.**

I. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el mundo tiene una fuerte dependencia de la energía eléctrica por lo que no es imaginable lo que sucedería si esta energía esencial para mover el desarrollo de los países llegase a faltar.

Está fuera de cualquier discusión la enorme importancia que el suministro de electricidad tiene para el hombre hoy, que hace comfortable la vida cotidiana en los hogares, que mueve efectivamente el comercio y que hace posible el funcionamiento de la industria y de la producción. El desarrollo de un país depende de su grado de industrialización y éste a su vez necesita de las fuentes de energía, especialmente de la energía eléctrica.

Es por esta razón, la importancia y conocimiento del funcionamiento de todas las fases de la energía eléctrica, tales como:

- Generación
- Transmisión
- Distribución

Poniendo énfasis a la Distribución ya que en esta fase se encuentran los alimentadores primarios y transformadores, los cuales son las bases del presente trabajo práctico.

El presente proyecto se lo desarrolló en base al cumplimiento de los objetivos planteados los mismos que se exponen a continuación:

OBJETIVO GENERAL

- ✚ Describir el diseño y la construcción del alimentador Trifásico, con un Transformador de 75 KVA en el sector de la Pista, parroquia San Carlos de las Minas, cantón Zamora, provincia de Zamora Chinchipe, en base a las normas de la EERSSA y al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar la revisión de carga, demanda y distribución de fases.
2. Verificar el diseño de la Red de Media Tensión Trifásica.
3. Comprobar el dimensionamiento de Centro de Transformación
4. Diagnosticar la Red de Baja Tensión
5. Verificar el Tablero de Medición
6. Describir el Tablero de Distribución Principal (TDP).
7. Analizar las Protecciones Eléctricas de los equipos.

II. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y UTILIDAD

SISTEMAS ELÉCTRICOS

Todos los sistemas eléctricos básicamente se componen de las siguientes partes: generación, transmisión, distribución, acometidas y sistemas de consumo.

2.1.1. Generación Eléctrica

Es el sistema mediante el cual se transforma un tipo de energía en energía eléctrica, las cuales son básicamente las siguientes:

- ✓ Química.
- ✓ Hidroeléctrica
- ✓ Termoeléctrica
- ✓ Nuclear
- ✓ Solar
- ✓ Eólica

2.1.2. Transmisión Eléctrica

Es el sistema que permite transportar la energía eléctrica desde los centros de generación hasta los centros de consumo, localizados principalmente en las ciudades. En la actualidad la transmisión se realiza principalmente mediante líneas aéreas, sin embargo ya se están desarrollando tecnologías que permitirán realizarla mediante conductores aislados instalados en forma subterránea.

2.1.3. Distribución Eléctrica

Es el sistema que permite repartir la energía eléctrica a los centros de consumo, ciudades o dentro de las ciudades. Esto se efectúa elevando el voltaje del fluido eléctrico, de acuerdo a las magnitudes requeridas, utilizando para ello subestaciones eléctricas, de donde se derivan los diversos circuitos instalados de forma aérea o subterránea.

2.1.4. EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS EN REDES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN.

2.1.5. Conductores eléctricos

En su aspecto más general, un cable es un elemento destinado al transporte de energía eléctrica en las condiciones más favorables. Esto es, con las menores pérdidas de potencia posibles en el caso de los cables de energía, o con las menores alteraciones en la codificación de la señal enviada en los cables de transmisión de datos o comunicaciones.



Figura 1. Conductor eléctrico aislado

FUENTE: www.electrocable.com/productos/aluminios/multiplex-ASCR.html

2.1.6. Resistividad de un conductor eléctrico

Es una característica intrínseca del material, como podría ser la densidad, y depende de su pureza, estructura molecular y cristalina, así como de la temperatura. Al concepto inverso, esto es, la facilidad que presenta un material al paso de la corriente eléctrica se le denomina conductividad.

La resistividad nominal, a la temperatura de 20°C es:

- para el cobre de 17,241 [Ω mm² / km]
- para el aluminio de 28,264 [Ω mm² / km]

2.1.7. Resistencia del conductor

Lo mismo que ocurre con el agua que atraviesa una tubería, al aumentar la longitud aumenta el rozamiento y se pierde presión, y al aumentar su sección

pasa el líquido con mayor facilidad, las pérdidas que se producen cuando un cable es atravesado por una corriente eléctrica son directamente proporcionales a su longitud e inversamente proporcionales a la sección, por lo que se calcula multiplicando la resistividad nominal, antes citada, por la longitud en km y se divide el producto por la sección en mm². El resultado se expresa en ohmios (Ω) y como antes, sería la potencia disipada en el cable en forma de calor, al ser recorrido por una corriente de un amperio(A).

En la práctica, los cables se especifican siempre a la temperatura de 20°C y en corriente continua. Por consiguiente, es preciso referir la resistencia de las muestras a la citada temperatura de 20°C y a la longitud de un km a través de las fórmulas correspondientes.

2.1.8. Protecciones de los conductores

Las protecciones en los cables pueden cumplir funciones eléctricas y mecánicas y se dividen en cuatro tipos diferentes:

2.1.8.1. Protecciones eléctricas

Se tratan de delgadas capas de material sintético conductor que se coloca en los cables de aislación seca de XLPE de tensión superior o igual a 3,3 kV y en los de EPR a partir de 6,6 KV. La capa inferior, colocada entre el conductor y el aislante, tiene por objeto hacer perfectamente cilíndrico el campo eléctrico en contacto con el conductor, rellenando los huecos dejados por los alambres que constituyen las cuerdas. La capa externa cumple análoga función en la parte exterior de aislamiento y se mantiene al potencial de tierra.

2.1.8.2. Pantallas o blindajes

Son los elementos metálicos generalmente de cobre, materializados como cintas aplicadas en forma helicoidal o, cintas corrugadas que tienen como objeto proteger al cable contra interferencias exteriores, darle forma cilíndrica al campo eléctrico, derivar a tierra una corriente de falla, etc.

2.1.8.3. Protecciones mecánicas

Son las armaduras metálicas formadas por alambres o flejes de acero o aluminio (para cables unipolares).

2.1.8.4. Vainas exteriores

La mayoría de los cables poseen vainas exteriores que forman una barrera contra la humedad y las agresiones mecánicas externas. Normalmente son de PVC o polietileno, pero cuando se requiera a la vez flexibilidad y gran resistencia a las agresiones mecánicas se usa el poli cloropreno (Neoprene).

2.2. CONDUCTORES DESNUDOS DE ALUMINIO

Los conductores de aluminio para distribución y transmisión se dividen en dos grandes grupos:

- Conductores de aluminio (ASC) o aleación de aluminio (AAC)
- Conductores compuestos por alambres de aluminio más refuerzos de alambres de aleación de aluminio (ACAR) o alambres de aluminio puro más refuerzo de alambres de acero galvanizado (ACSR).

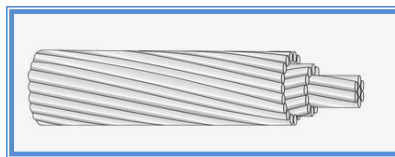


Figura 2. Conductor Eléctrico desnudo de aluminio

FUENTE: www.electrocable.com/productos/aluminios/multiplex-ACSR.html

2.2.1. Conductores de aluminio ASC

Los conductores de aluminio desnudo del tipo ASC. (Aluminum strand conductor) o AAC (All Aluminum conductor) trenzados clases AA y A, son utilizados para líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica, cuando por razones de diseño de la línea, la capacidad de corriente debe ser mantenida y se desea un conductor más liviano que el ACSR y la resistencia a la tracción o esfuerzo de

tensión mecánico máximo no es un factor crítico; conductores trenzados de mayor flexibilidad (clases B y C) son usados en otras aplicaciones para conexiones o puentes de equipos eléctricos, en subestaciones, etc.

2.2.1.1. Especificaciones ASC - AAC

Los conductores de aluminio desnudo ASC o AAC deben cumplir con las siguientes especificaciones y normas:

ASTM B-230: Alambres de Aluminio, aleación 1350-H19 para propósitos eléctricos.

ASTM B-231: Conductores trenzados de aluminio tipo 1350-H19 en capas concéntricas.

Los conductores de aluminio desnudo tipo ASC o AAC son cableados concéntricamente, y son construidos con alambres de aleación 1350-H19. Su forma de embalaje son carretes en longitudes de acuerdo a las necesidades del cliente. Y su capacidad de corriente está calculada para una temperatura del conductor de 75 °C, temperatura ambiente 25 °C, emisividad de 0.5, viento de 0.61 m/sy con efecto del sol (1033 w/m²). La siguiente tabla muestra las características del conductor.

NOMBRE CLAVE	CALIBRE AWG ó MCM	SECCION mm ²	FORMACION No. de hilos por diámetro mm.	DIAMETRO EXTERIOR MM.	PESO TOTAL Kg/Km	TENSION DE RUPTURA Kg.	RESISTENCIA C.C. A 20°C OHMS/Km.	CAPACIDAD DE CORRIENTE AMP.
Peachbell	6	13,30	7 x 1,554	4,65	36,59	265,00	2,163	103
Rose	4	21,15	7 x 1,961	5,89	57,70	415,00	1,351	138
Iris	2	33,62	7 x 2,474	7,42	91,80	635,00	0,854	185
Poppy	1/0	53,49	7 x 3,119	9,36	146,10	940,00	0,534	247
Aster	2/0	67,43	7 x 3,503	10,55	184,20	1185,00	0,424	286
Phlox	3/0	85,01	7 x 3,932	11,79	232,20	1435,00	0,336	331
Oxlip	4/0	107,20	7 x 4,417	13,26	292,30	1810,00	0,267	383
Daisy	266,8	135,20	7 x 4,958	14,88	372,20	2190,00	0,212	443
Laurel	266,80	135,20	19 x 3,010	15,05	372,00	2255,00	0,213	444
Peony	300,00	152,00	19 x 3,193	15,98	417,40	2670,00	0,189	478
Tulip	336,40	170,50	19 x 3,381	16,92	467,30	2995,00	0,168	513
Canna	397,50	201,40	19 x 3,673	18,36	553,20	3470,00	0,142	570
Cosmos	477,00	241,70	19 x 4,023	20,12	663,50	4080,00	0,119	639
Zinnia	500,00	253,30	19 x 4,120	20,60	695,60	4275,00	0,113	658
Syringa	477,00	241,70	37 x 2,883	20,18	664,70	3940,00	0,1190	639
Mistletoe	556,50	282,00	37 x 3,216	22,52	775,50	4510,00	0,1020	704
Orchid	636,00	322,30	37 x 3,330	23,31	888,90	5665,00	0,0895	765
Violet	715,00	362,50	37 x 3,535	24,71	998,80	6375,00	0,0795	823
Petunia	750,00	380,00	37 x 3,617	25,32	1048,00	6545,00	0,0758	847
Arbutus	795,00	402,80	37 x 3,724	26,04	1113,00	6940,00	0,0715	878
Anemone	874,50	443,10	37 x 3,904	27,33	1219,00	7474,00	0,0652	934
Magnolia	954,00	483,40	37 x 4,079	28,56	1331,00	8155,00	0,0597	982
Bluebell	1033,50	523,70	37 x 4,244	29,75	1445,00	8835,00	0,0551	1031

Tabla 1. Características principales de los conductores de aluminio
FUENTE: www.electrocable.com/productos/aluminios/multiplex-ASCR.html

2.2.2. Conductores de aluminio ACSR

Los conductores de aluminio desnudo reforzados con acero tipo ACSR (Aluminum Conductor Steel Reinforced) son utilizados para líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica. Estos conductores ofrecen una resistencia a la tracción o esfuerzo de tensión mecánico óptimo para el diseño de estas líneas.

El alma de acero de estos conductores está disponible en diversas formaciones, de acuerdo al esfuerzo de tensión deseado, sin sacrificar la capacidad de corriente del conductor.



Figura 3. Conductor eléctrico de aluminio tipo ACSR

FUENTE: www.electrocable.com/productos/aluminios/multiplex-ACSR.html

2.2.2.1. Especificaciones ACSR

Los conductores de aluminio desnudo ACSR fabricados por ELECTROCABLES C.A., cumplen con las siguientes especificaciones y normas:

- ASTM B-230: Alambres de Aluminio, aleación 1350-H19 para propósitos eléctricos.
- ASTM B-231: Conductores trenzados de aluminio tipo 1350-H19 en capas concéntricas.
- ASTM B-232: Conductores trenzados de aluminio reforzados con acero (ACSR)
- ASTM B-498: Alambres de acero zincado (galvanizado) para conductores de aluminio reforzados con acero (ACSR)

- ASTM B-500: Cable de acero zincado (galvanizado) para conductores de aluminio reforzados con acero (ACSR).

Los conductores de aluminio desnudo tipo ACSR son cableados concéntricamente con alambres de aleación 1350-H19, sobre un alma de acero, que puede ser un alambre o un cable de acero con galvanizado clase A, B o C (de acuerdo a lo que el cliente especifique). Su forma de embalaje son carretes en longitudes de acuerdo a las necesidades del cliente.

La capacidad de corriente está calculada para una temperatura del conductor de 75 °C, temperatura ambiente 25 °C, emisividad de 0.5, viento de 0.61 m/s y con efecto del sol (1033 w/m²). La siguiente tabla muestra las características del conductor.

CODIGO MUNDIAL	CALIBRE A W G O k C M	NUMERO DE HILOS ALUMINIO	NUMERO DE HILOS ACERO	EQUIVALENTE AL COBRE A W G O k C M	MASA APROX. kg / km	CARGA DE RUPTURA kN	RESISTENCIA ELECTRICA A 20°C ? / km	AMPACIDAD * AMPERES
TURKEY	6	6	1	8	53.7	5.30	2.150	110
SWAN	4	6	1	6	85.5	8.30	1.350	140
SPARROW	2	6	1	4	135.7	12.67	0.851	184
RAVEN	1/0	6	1	2	216.2	19.48	0.535	242
QUAIL	2/0	6	1	1	272.0	23.52	0.424	276
PIGEON	3/0	6	1	1/0	343.8	29.38	0.336	315
PENGUIN	4/0	6	1	2/0	433.1	37.03	0.267	357
PARTRIDGE	266.8	26	7	3/0	545.4	50.22	0.214	475
LINNET	336.4	26	7	4/0	689.9	62.99	0.170	529
ORIOLE	336.4	30	7	4/0	784.5	77.34	0.170	535
IBIS	397.5	26	7	250	813.4	72.55	0.143	587
LARK	397.5	30	7	250	924.1	90.66	0.144	594
HAWK	477.0	26	7	300	975.6	86.96	0.120	659
FLICKER	477.00	24	7	300	914.6	76.50	0.120	655
HEN	477.00	30	7	300	1110.0	105.81	0.120	666
DOVE	556.5	26	7	350	1142.0	100.66	0.103	726
EAGLE	556.5	30	7	350	1298.0	123.61	0.103	734
GROSBEAK	636.0	26	7	400	1302.0	111.87	0.0899	789
STARLING	715.5	26	7	450	1465.0	125.95	0.0799	849
CONDOR	795.0	54	7	500	1523.0	125.34	0.0719	889
DRAKE	795.0	26	7	500	1626.0	139.61	0.0719	907
CANARY	900.0	54	7	566	1726.0	142.03	0.0635	961
BLUEJAY	1113.0	45	7	700	1871.0	132.36	0.0514	1092

NOTA: Estos datos son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de manufactura.

* Ampacidad calculada para una temperatura de operación de 75° C en el conductor, 25° C temperatura ambiente 0.5 factor de emisión (para cobre opaco) y viento de 0.6 m /s. (2 ft / seg.) en dirección perpendicular al eje de la línea.

Tabla 2. Características principales de los conductores de aluminio tipo ACSR

FUENTE: www.electrocable.com/productos/aluminios/multiplex-ACSR.html

2.3. TRANSFORMADORES

Un transformador es un dispositivo eléctrico estático, que transfiere energía eléctrica de un circuito a otro, mediante el principio de inducción electromagnética, sin cambio de frecuencia, además está compuesta por circuitos eléctricos aislados entre sí que son enlazados por un circuito magnético común.

2.3.1. Tipos de Transformadores

Existe una gran variedad de transformadores cuya principal función es modificar las relaciones de voltaje y corriente, entre los devanados primario y secundario, entre los que se detallan a continuación:

2.3.1.1. Transformadores Monofásicos

Convencionales:

Los transformadores de este tipo constan de núcleo y bobinas montados, de manera segura, en un tanque cargado con aceite; llevan hacia fuera las terminales necesarias que pasan a través de bujes apropiados, sin protecciones y con uno o dos bushings en alta tensión de acuerdo al modo de trabajo, es decir individual o en banco.



Figura 4. Transformador convencional para montar en poste.

FUENTE: www.inatra.com

Auto-protegidos (CSP):

El transformador auto protegido tiene un cortocircuito secundario de protección por sobrecarga y cortocircuito, controlado térmicamente y montado en su interior; un eslabón protector de montaje interno conectado en serie con el devanado de alto voltaje para desconectar el transformador de la línea en caso de falla interna de las bobinas, y un pararrayo montado en forma integral en el exterior del tanque para protección por descargas atmosféricas, sobre voltaje, fusible de expulsión para media tensión y breaker de baja tensión; además poseen luz piloto para indicar condiciones de sobrecarga. Para otorgar una correcta operación de las protecciones, éstas se coordinan tomando en cuenta los lineamientos establecidos en la norma ANSI/IEEE C57.109.



Figura 5. Transformador auto protegido para montaje en poste.

FUENTE: www.inatra.com

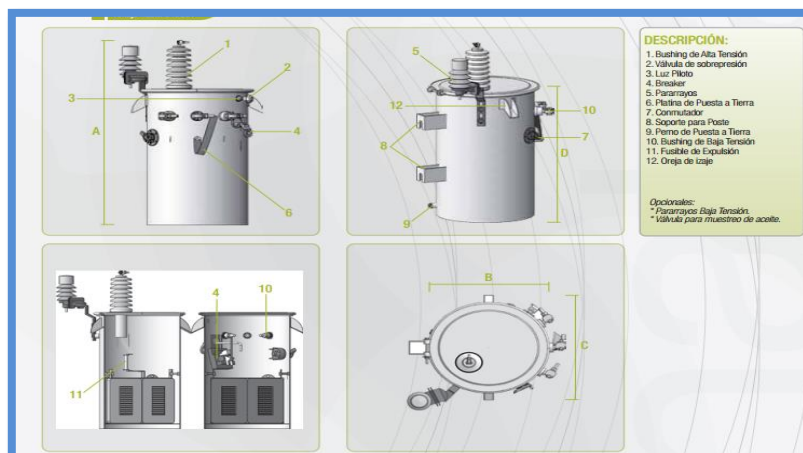


Figura 6. Transformador Auto protegido

FUENTE: www.inatra.com

VOLTAJE ALTA TENSIÓN: 13200GRD Y/7620 13800GRD Y/7970 BIL: 95KV VOLTAJE BAJA TENSIÓN: 120/240 BIL: 30KV							VOLTAJE ALTA TENSIÓN: 22000GRD Y/12700 22860GRD Y/13200 BIL: 125KV VOLTAJE BAJA TENSIÓN: 120/240 BIL: 30KV						
KVA CONTINUOS A.T. 65 ° C	DIMENSIONES EN MILÍMETROS				PESO TOTAL KG	ACEITE EN LITROS	KVA CONTINUOS A.T. 65 ° C	DIMENSIONES EN MILÍMETROS				PESO TOTAL KG	ACEITE EN LITROS
	A	B	C	D				A	B	C	D		
5	845	315	431	585	98	29	5	935	309	425	675	110	35
10	880	340	456	620	125	35	10	900	350	466	640	130	45
15	920	350	466	660	150	47	15	915	370	486	655	158	50
25	960	390	506	700	193	55	25	940	400	516	680	220	60
37,5	950	410	526	690	229	61	37,5	968	440	556	708	240	72
50	940	460	576	680	270	71	50	920	470	586	660	290	80
*75	1050	510	626	790	330	114	*75	1050	546	662	790	392	116
*100	1080	540	656	820	420	125	*100	1080	566	682	820	460	135
*167	1110	630	970	850	662	196	*167	1180	670	1028	901	696	206
*250	1180	642	980	880	745	225	*250	1250	680	1038,8	933	790	240
*333	1350	680	1260	1050	915	268	*333	1435	720	1335	1120	970	285

Tabla 3. Características principales de los transformadores monofásicos de distribución, convencionales y auto protegidos.

FUENTE: www.inatra.com

2.3.1.2. Tipo pedestal o padmounted

El transformador de distribución para montaje sobre plataforma o pedestal está diseñado para proveer servicio eléctrico en sistemas de distribución aéreos y subterráneos. Este tipo de transformador está diseñado para instalarse en el interior o exterior de zonas residenciales o en terrazas de edificios.



Figura 7. Transformador monofásico tipo pedestal o padmounted

FUENTE: www.inatra.com

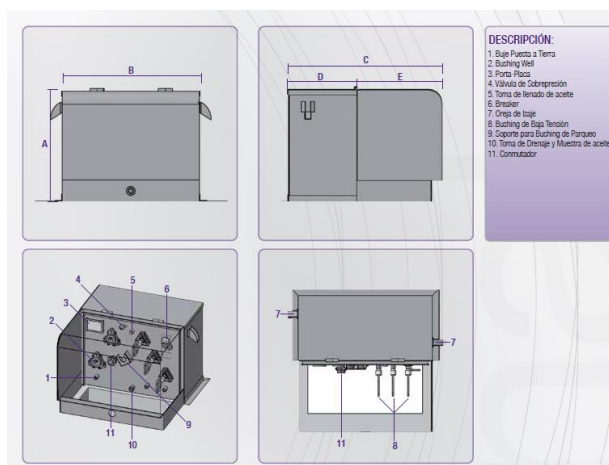


Figura 8. Transformador monofásico tipo pedestal o padmounted, características.

FUENTE: www.inatra.com

VOLTAJE ALTA TENSIÓN: 22860GRD Y / 13200V VOLTAJE BAJA TENSIÓN: 120/240V / TIPO RADIAL								VOLTAJE ALTA TENSIÓN: 22860GRD Y / 13200V VOLTAJE BAJA TENSIÓN: 120/240V / TIPO MALLA							
KVA CONTINUOS A.T. 65 °C	DIMENSIONES EN MILÍMETROS					PESO TOTAL ACEITE EN KG LITROS		KVA CONTINUOS A.T. 65 °C	DIMENSIONES EN MILÍMETROS					PESO TOTAL ACEITE EN KG LITROS	
	A	B	C	D	E	KG	LITROS		A	B	C	D	E	KG	LITROS
15	380	790	750	600	830	250	115	15	380	790	800	600	880	270	138
25	440	850	800	600	880	304	132	25	440	850	800	680	880	335	160
37.5	480	890	800	600	880	360	150	37.5	480	890	840	680	920	396	186
50	500	910	800	680	880	420	186	50	500	910	840	680	920	455	215
75	530	940	840	700	920	655	290	75	530	940	900	750	980	696	325
100	567	977	900	750	980	710	320	100	567	977	900	750	980	755	350

Tabla 4. Características principales de los transformadores monofásicos de distribución, tipo pedestal o padmounted.

FUENTE: www.inatra.com

2.3.1.3. Transformadores trifásicos

Tienen tres bobinados en su primario y tres en su secundario. Pueden adoptar formas de conexión en estrella (Y) o delta (Δ) y las combinaciones entre ellas: Δ - Δ , Δ -Y, Y- Δ y Y-Y.

2.3.1.4. Tipo distribución

Los transformadores de distribución trifásica, con refrigeración natural en aceite (ONAN), clase de aislamiento AO, están preparados para trabajar de manera continua y a la intemperie. Dependiendo de la capacidad, son adecuados para instalación en poste o en subestación, con o sin ruedas.

El desarrollo de la ingeniería para el diseño, así como la alta tecnología para la fabricación, nos permite personalizar las características técnicas del transformador de acuerdo a las necesidades del cliente, observando las normas nacionales INEN y las normas internacionales ANSI/IEEE C57.12.

Adicionalmente el cliente puede escoger la conexión y ángulo de desfaseamiento entre los voltajes de los bobinados según su necesidad.



Figura 9. Transformador trifásico
FUENTE: www.inatra.com

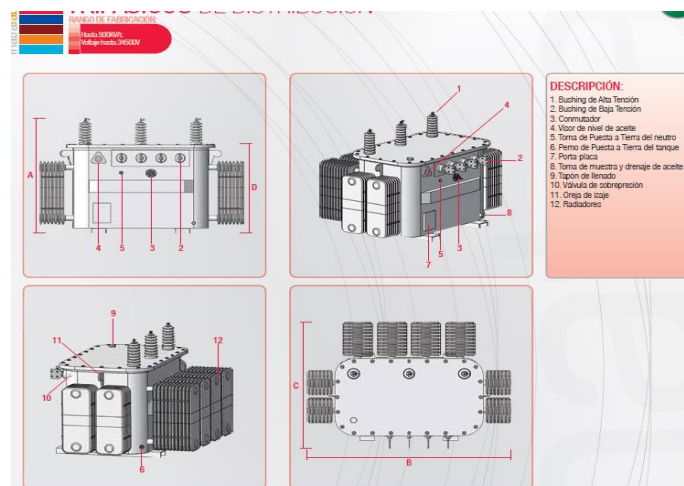


Figura 10. Transformador trifásico, características.
FUENTE: www.inatra.com

Tabla 5. Características principales de los transformadores trifásicos de distribución.

VOLTAJE ALTA TENSION: 6000V HASTA 13800V BIL: 95KV-110KV VOLTAJE BAJA TENSION: 208V HASTA 480V BIL: 30KV							VOLTAJE ALTA TENSION: 22000V HASTA 22860V BIL:150KV VOLTAJE BAJA TENSION: 208V HASTA 480V BIL: 30KV						
KVA CONTINUOS A.T. 65 ° C	DIMENSIONES EN MILIMETROS				PESO TOTAL KG	ACEITE EN LITROS	KVA CONTINUOS A.T. 65 ° C	DIMENSIONES EN MILIMETROS				PESO TOTAL KG	ACEITE EN LITROS
	A	B	C	D			A	B	C	D			
30	1020	740	520	740	276	65	30	1050	750	540	760	305	82
50	960	810	560	730	325	88	50	1080	850	540	790	364	97
75	1070	880	640	860	475	135	75	1090	930	650	860	491	155
100	1070	900	800	860	520	160	100	1090	960	780	860	565	175
125	1070	960	870	860	636	190	125	1090	1050	870	860	660	205
150	1070	940	940	860	642	208	150	1090	1080	870	860	711	225
200	1070	1400	1040	860	763	240	200	1090	1480	950	860	800	262
250	1070	1400	1070	860	960	270	250	1090	1510	1150	860	954	303
300	1240	1450	1070	990	1160	410	300	1260	1200	1150	990	1192	401
400	1240	1500	1220	990	1346	450	400	1260	1680	1180	990	1350	493
500	1240	1800	1220	990	1530	510	500	1260	1800	1300	990	1632	565

FUENTE: www.inatra.com

2.3.1.5. Tipo Pedestal o padmounted

Los transformadores de tipo Padmounted trifásicos son una alternativa de solución para reducir los espacios demandados por las cámaras de transformación o subestaciones. Poseen una consola con puertas individuales para baja y alta tensión, donde el compartimento de ésta, será accesible solo si el de baja tensión y sus respectivos seguros son abiertos.

El diseño de estos transformadores cumple con los requisitos de las normas nacionales INEN e internacionales ANSI/IEEE C57.12.26, además puede atender otras especificaciones técnicas especiales del cliente. Los transformadores Padmounted pueden ser tipo radial, para ser instalados donde el alimentador primario llega a cada transformador en forma independiente, o tipo malla, donde el alimentador primario se cierra para formar un anillo.

Los bushings de alta tensión son de tipo elastomérico, de accionamiento bajo carga y frente muerto. También cuentan con protecciones de diversos tipos como fusibles tipo bay-o-net, limitador de corriente, breakers de baja tensión y apartarayos.



Figura 11. Transformador trifásico tipo pedestal o padmounted

FUENTE: www.inatra.com

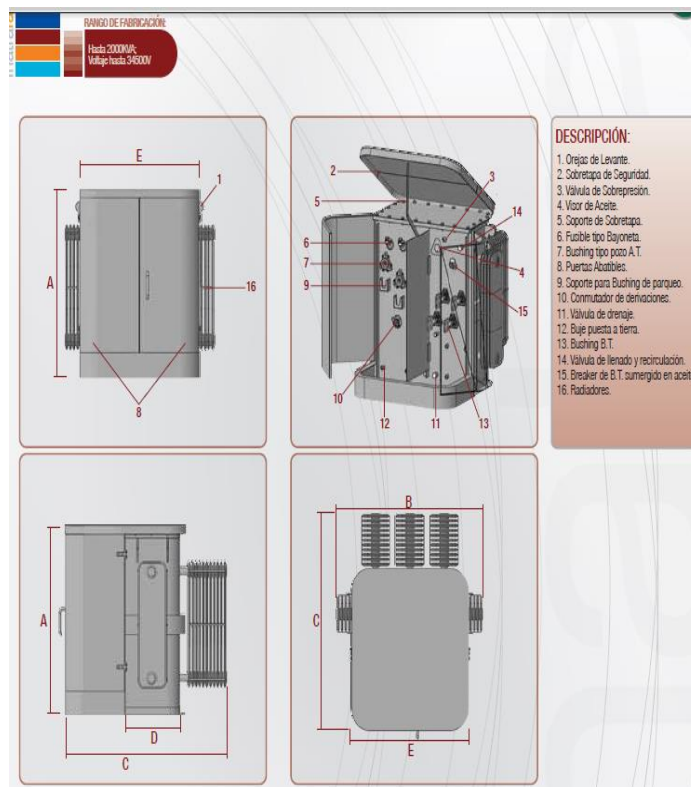


Figura 12. Transformador trifásico tipo pedestal o padmounted, características

FUENTE: www.inatra.com

VOLTAJE ALTA TENSION: 6000V HASTA 13800V BIL: 95KV-110KV VOLTAJE BAJA TENSION: 208V HASTA 480V BIL: 30KV TIPO: RADIAL								VOLTAJE ALTA TENSION: 6000V HASTA 13800V BIL: 95KV-110KV VOLTAJE BAJA TENSION: 208V HASTA 480V BIL: 30KV TIPO: MALLA							
KVA CONTINUOS A.T. 65 °C	DIMENSIONES EN MILIMETROS					PESO TOTAL KG	ACEITE EN LITROS	KVA CONTINUOS A.T. 65 °C	DIMENSIONES EN MILIMETROS					PESO TOTAL KG	ACEITE EN LITROS
	A	B	C	D	E				A	B	C	D	E		
30	1150	900	950	450	900	630	330	30	1150	1400	950	450	1400	780	435
50	1150	900	950	450	900	686	350	50	1150	1400	950	450	1400	860	455
75	1150	900	950	450	900	720	400	75	1150	1400	950	450	1400	900	520
100	1150	900	950	450	900	750	440	100	1150	1400	950	450	1400	938	572
125	1150	900	1000	500	900	772	470	125	1150	1400	1000	500	1400	965	605
150	1150	900	1000	500	900	860	485	150	1150	1400	1000	500	1400	1075	615
200	1150	1400	1140	640	1400	1040	510	200	1150	1400	1140	640	1400	1300	640
250	1150	1400	1150	650	1400	1100	595	250	1150	1400	1150	650	1400	1375	704
300	1150	1400	1360	860	1400	1360	675	300	1150	1400	1360	860	1400	1700	800
400	1150	1500	1410	910	1400	1685	760	400	1150	1500	1470	970	1400	1940	910
500	1150	1500	1930	1430	1400	1780	890	500	1150	1500	1930	1430	1400	2065	1055

Tabla 6. Características principales de los transformadores trifásicos tipo pedestal o padmounted.

FUENTE: www.inatra.com

2.4. CONEXIONES DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS

Los primarios y secundarios de cualquier transformador trifásico se pueden conectar independientemente en (Y) o en delta (Δ), de lo cual se obtienen cuatro tipos de conexiones en transformadores trifásicos, los cuales son:

- ✓ Delta – Delta ($\Delta - \Delta$)
- ✓ Delta – Estrella ($\Delta - Y$)
- ✓ Estrella – Delta ($Y - \Delta$)
- ✓ Estrella – Estrella ($Y - Y$)

A continuación se describe las conexiones trifásicas:

2.4.1. Conexión Delta – Delta ($\Delta - \Delta$)

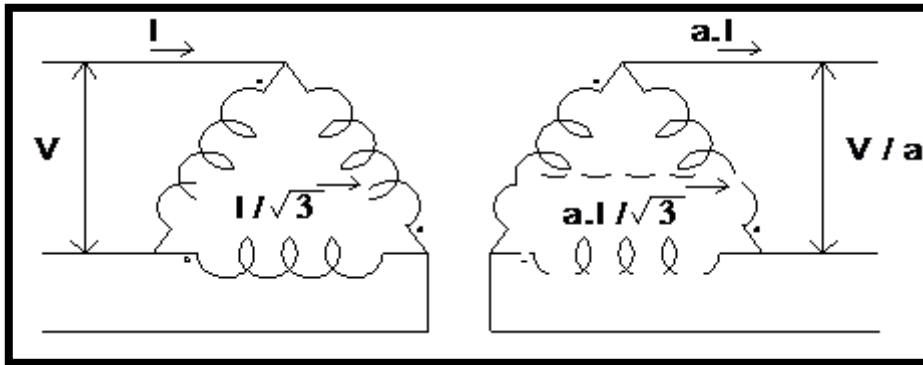


Figura 13. Conexión Delta – Delta.

FUENTE: www.profesormolina.com.ar/electronica/componentes/bobinas_trafos/trafos_trif.htm

Donde:

I: Intensidad de corriente

V: voltaje entre fases del primario del transformador

a: Voltaje entre fases del secundario del transformador

2.4.2. Conexión Delta – Estrella

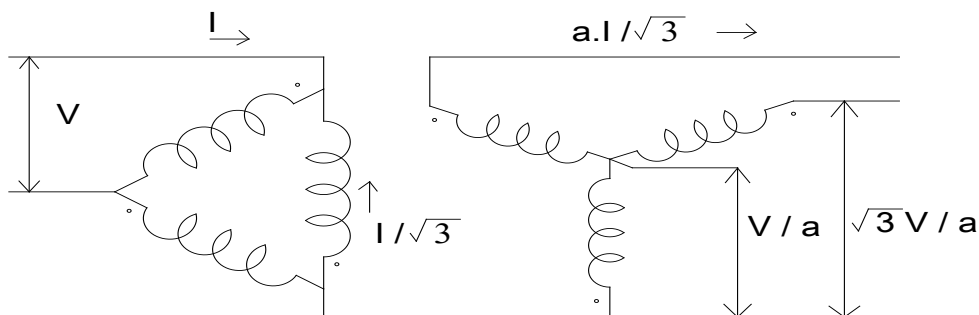


Figura 14. Conexión Delta – Y.

FUENTE: www.profesormolina.com.ar/electronica/componentes/bobinas_trafos/trafos_trif.htm

Donde:

I: Intensidad de corriente

V: voltaje entre fases del primario del transformador

a: Voltaje entre fases del secundario del transformador

2.4.3. Conexión Estrella – Delta

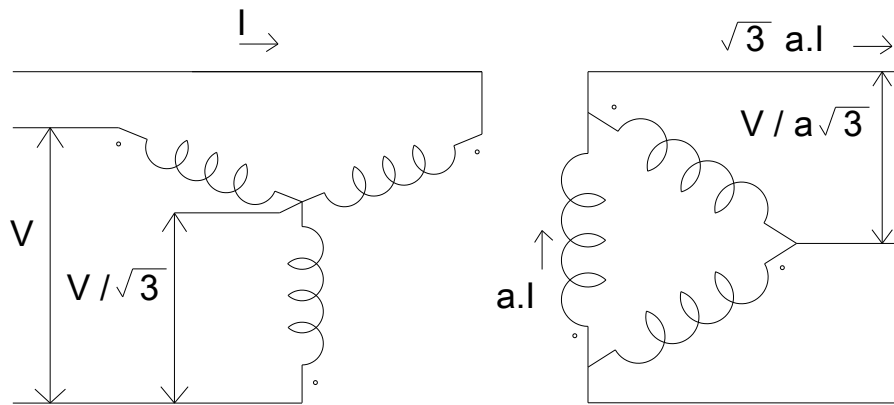


Figura 15. Conexión Ye – Delta.

FUENTE: www.profesormolina.com.ar/electronica/componentes/bobinas_trafos/trafos_trif.htm

Donde:

I : Intensidad de corriente

V : voltaje entre fases del primario del transformador

a : Voltaje entre fases del secundario del transformador

2.4.4. Conexión Estrella – Estrella

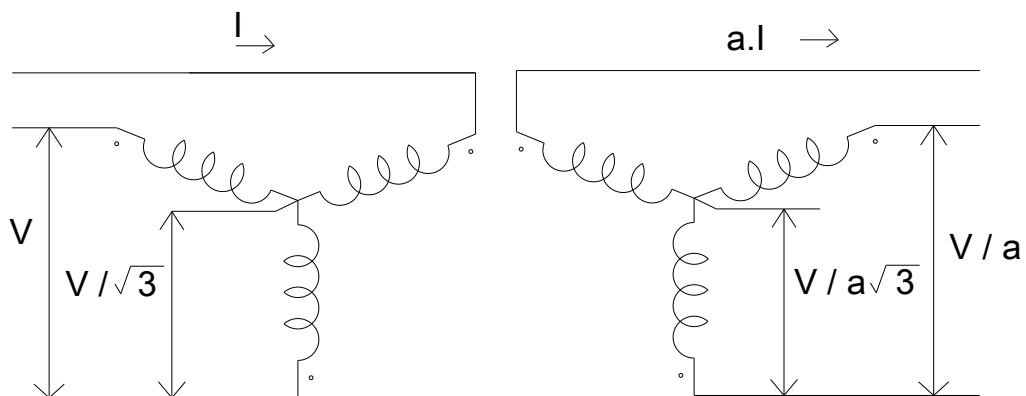


Figura 16. Conexión Ye – Ye.

FUENTE: www.profesormolina.com.ar/electronica/componentes/bobinas_trafos/trafos_trif.htm

2.5. ACOMETIDA ELÉCTRICA

Corresponde a aquella que se construye desde las redes públicas de distribución hasta las instalaciones del usuario, y está conformada por los siguientes componentes:

- ✓ Punto de alimentación
- ✓ Conductores
- ✓ Ductos
- ✓ Interruptor general
- ✓ Tablero de medidores

III. MATERIALES

3.1. MATERIALES

Para la realización del presente proyecto de investigación se utilizaron materiales, métodos y técnicas y así poder ordenar la información recogida y dar cumplimiento con los objetivos planteados.

- Equipo de Computo
- Suministros de oficina
- Bibliografía

IV. PROCESO METODOLÓGICO EMPLEADO

METODOLOGÍA EMPLEADA

En el desarrollo de este informe técnico, como es la descripción del diseño y construcción de un Alimentador Trifásico con Centro de Transformación, se han utilizado distintos métodos y técnicas de investigación, los cuales nos han proporcionado un mejor conocimiento desde lo más simple hasta lo más complejo, alcanzando de esta manera los objetivos propuestos.

Primeramente se obtuvo información por medio del contratista de la obra, luego de eso se verificó en el sitio, constatando de que la obra construida estaba acorde a los planos de construcción.

De igual forma se pudo verificar que las estructuras, línea trifásica y demás elementos que conforman un sistema de distribución aérea, cumplen con las normativas y reglamentos del MEER y del departamento de Ingeniería y Construcción de la EERSSA.

Con la ayuda de una pinza amperimétrica, se pudo comprobar los voltajes en el secundario del transformador, los mismos que son aceptables por el CONELEC (220/120V).

Se realizó un análisis de carga, caída de tensión y se observó que el conductor utilizado (CO0-0J3x1/0), cumple con la caída de tensión, tal cual como se encuentra en el diseño y que está dentro de los límites mínimos permitidos (5.5% sector rural).

También se observó que la medición es en forma indirecta, es decir que para el registro de consumo y facturación, se utiliza transformadores de corriente, con una relación de 200/5 A. Los mismos que están conectados a un medidor de energía trifásico clase 20, forma 9S, tipo ARLCQ. # 33321.

V. GENERALIDADES

5.1. GENERALIDADES

La sociedad Minera en nombre colectivo EL PORVENIR, integrada por los Sres.: Kléver Lara Arteaga y Edith Toro Ríos; propietarios de un molino para el procesamiento o separación de Oro, ubicado en Nambija, requieren del servicio eléctrico pertinente que les permita cubrir adecuadamente toda la carga instalada que actualmente disponen en la planta y otras cuya inversión se hará en el futuro. Por tal razón, se realiza el presente estudio, en el cual se justifica plenamente los requerimientos de la demanda y la necesidad de contar con un transformador que permita cubrir la actual carga instalada y la carga futura prevista.

5.2. UBICACIÓN:

La sociedad civil minera se encuentra ubicada en el sector La Pista del Barrio Nambija, parroquia San Carlos de las Minas, Cantón Zamora, Provincia de Zamora Chinchipe.

El sector antes mencionado, se halla servido por el alimentador trifásico N° 23-22 NAMBIJA, uno de cuyos ramales trifásicos pasa cerca de donde se halla ubicado el molino “El Porvenir”.

5.3. DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO DE UN ALIMENTADOR TRIFÁSICO CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.3.1. Cálculo de la Demanda

Tabla 7. Cálculo de la Demanda

ANEXO 1 - ANALISIS DE CARGA Y CÁLCULO DE LA DEMANDA											
ESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN PARA EL MOLINO EL PORVENIR											
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TDP (PLANTA ÚNICA)											
NUM CIRC.	TIPO DE SERVICIO	LOCAL SERVIDO	CARGA TOTAL [W]	FACTOR DEMAD.	DEMANDA [W]	BALANCE DE FASES			I (A)	PROTECC.	CALIBRE CONDUCT
						F1	F2	F3			
TE-1	Toma Especial 220 V. -Compresor.	CASA DE MÁQUINAS	11.190	1,00	11.190	3.730	3.730	3.730	29,4	3 x 40 A	3x6 THHN (8 THHN) AWG.
TE-2	Toma Especial 220 V. -Bomba de agua.		4.998	1,00	4.998	2.499	2.499	2.499	19,7	2 x 30 A	3x8 THHN (10 THHN) AWG.
TE-3	Toma Especial 220 V. - Molino 1		22.380	1,00	22.380	7.460	7.460	7.460	58,7	3 x 60 A	3x6 THHN (8 THHN) AWG.
TE-4	Toma Especial 220 V. - Molino 2		22.380	1,00	22.380	7.460	7.460	7.460	58,7	3 x 60 A	3x6 THHN (8 THHN) AWG.
TE-5	Tomas Especiales 220 V. - Trituradora 1		14.920	1,00	14.920	7.460		7.460	58,7	2 x 60 A	2x6 THHN (8 THHN) AWG.
TE-6	Toma Especial 220 V. -Trituradora 2		14.920	1,00	14.920		7.460	7.460	58,7	2 x 60 A	2x6 THHN (8 THHN) AWG.
SUBTOTAL:			90.788		90.788	28.609	28.609	33.570		3x180A	TTU 3x1/0 (1/0) - AWG.
DISTRIBUCIÓN DE FASES											
TABLERO	TIPO DE SERVICIO	LOCAL SERVIDO	CARGA TOTAL	FACTOR DEMAD.	DEMANDA [W]	BALANCE DE FASES			PROTECC.	CALIBRE CONDUCT	
						F1	F2	F3			
TDP	TABLERO PRINCIPAL	CASA DE MÁQ			90.788	28.609	28.609	33.570	3 x 180 A	TTU 3x1/0 (1/0) - AWG.	
TOTAL					90.788	28.609	28.609	33.570			
CARGA INSTALADA					90.788 W						
FACTOR DE POTENCIA					0,92						
DEMANDA DIVERSIFICADA					98.683 VA						
FACTOR DE COINCIDENCIA					0,70						
DEMANDA DE DISEÑO					69,08 kVA						
POTENCIA DE TRANSFORMADOR REQUERIDO:					75.00 kVA						

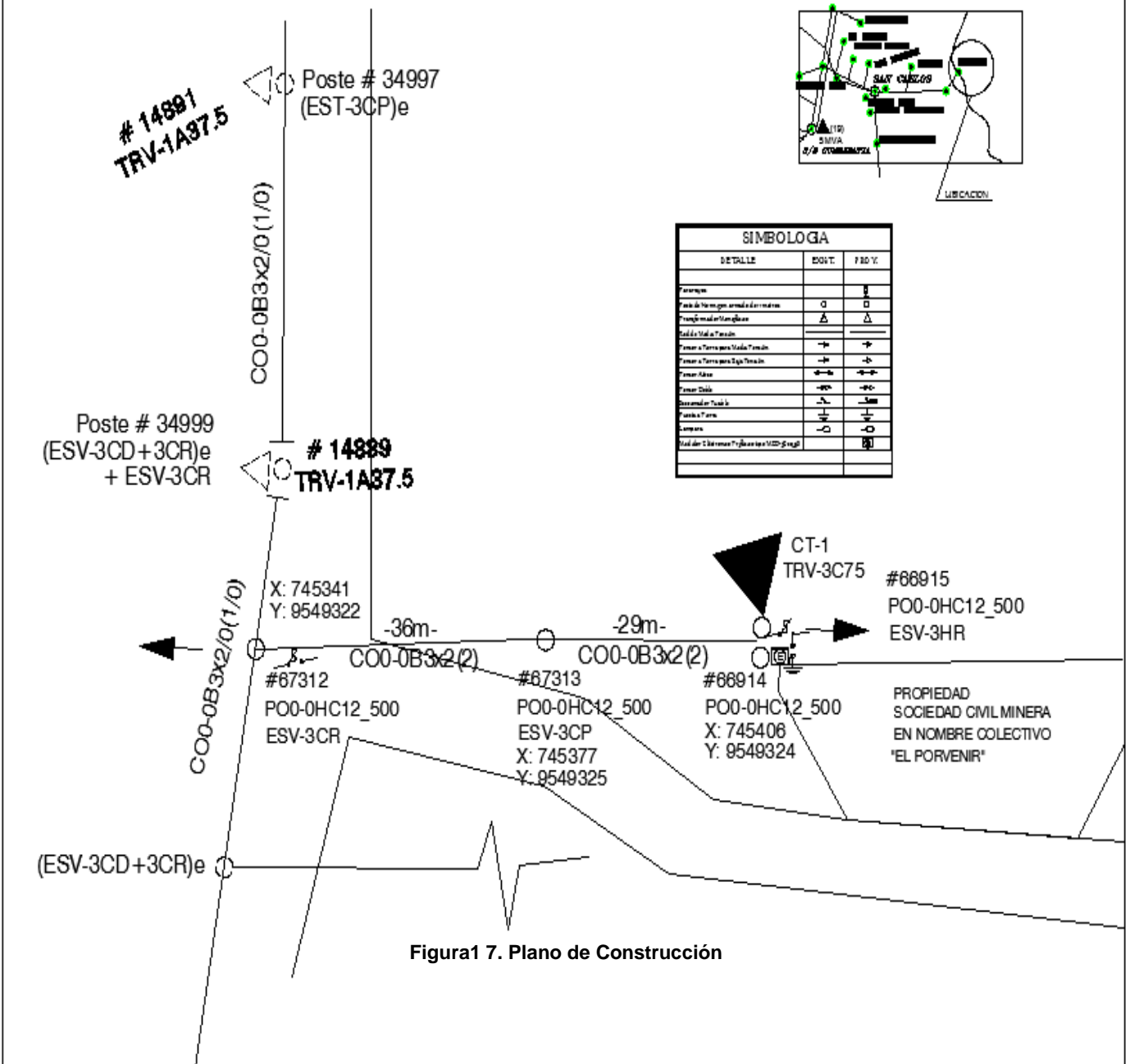
Los cálculos para la Demanda incluyen toda la carga existente y futura. En el Anexo 1, de Análisis de Carga y cálculo de la Demanda, se presentan en detalle toda la carga y los respectivos factores de cálculo y potencia estimados para determinar la Demanda Total de Diseño, la cual, de acuerdo al anexo referido, es de 69,08 KVA; por lo que se determina la necesidad de instalar un transformador de 75 KVA para suplir con eficiencia tal requerimiento de potencia eléctrica.

5.3.2. Alimentador en media tensión, caída de voltaje en media tensión y estación detransformación:

El sector de Nambija está servido por el alimentador trifásico N° 23-22 (NAMBIJA), uno de cuyos ramales trifásicos pasa cerca donde se halla ubicado el molino EL PORVENIR; por lo tanto se hace factible tomar como punto de arranque la estructura # 34996 (poste de 11 metros tipo R,E0 según planos), y estructura en M/T de tipo ESV-3CD. Desde este poste realizaremos el arranque de una alimentación trifásica en M/T de aproximadamente 85 metros de longitud a través de las estructuras E0ex -E1 y E2; esta última servirá para el montaje del transformador.

Para dicha alimentación, en el poste existente # 34996 se ensamblará una estructura tipo ESV-3CR que servirá de arranque de la alimentación mencionada e irá protegida de un juego trifásico de seccionadores, mientras que en el poste de llegada (E2), se instalarán un juego trifásico de seccionadores y los pararrayos correspondientes, todo ello acoplado en cruceta exclusiva para tal efecto. En el mismo poste se montará el transformador, el cual es adecuado para montaje en poste. La cruceta donde se instalarán los seccionadores y pararrayos será metálica de 75x75x6x1500 mm apoyadas mediante pie amigos de perfil metálico de 38x38x6x760 mm; acopladas a los postes mediante abrazaderas galvanizadas de tres pernos y entre pie amigo y cruceta con perno máquina de ½ x 1 ½”, todos con tuerca y arandela incluidas. Para la base del transformador se utilizarán crucetas metálicas de 75x75x6x1500 mm.

ALIMENTADOR EN MEDIA TENSIÓN (IMPLANTACIÓN)



5.3.3. Caída de Voltaje en Media Tensión

Para corroborar que la caída de tensión cumpla con lo mínimo permitido y tal como lo exige la EERSSA, se aplicó el método de momento de potencia aparente de cada conductor para 1% de caída de tensión, para el cual se empleó valores de KVA x Km para media tensión (22 KV).

Los valores de los FDV necesarios para el cálculo de caída de tensión, están establecidos y publicados por la EERSSA

Tabla 8. Caída de voltaje

RED PRIMARIA		SOCIEDAD MINERA EL PORVENIR CÓMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE REDES PRIMARIAS			ANEXO : 2 HOJA: 1/2			
PROVINCIA: ZAMORA CH.	CANTÓN: ZAMORA	PARROQUIA: SAN CARLOS	BARRIO: NAMBUJA		FECHA: feb-18			
LONGITUD TOTAL:	0,085 Km	NUMERO DE CLIENTES:	1	PROYECTISTA	Ing. Pablo Jaramillo			
VOLTAJE NOMINAL:	22 KV	Nº SECCIÓN SICAP	XXXXX	RESPONSABLE	Ing. Pablo Jaramillo			
NÚMERO DE FASES:	3	DV DE ARRANQUE:	XXXXX	REVISÓ:				
ESQUEMA:								
REFEREN.	LONGITUD (Km)	CARGA KVA	No. FASE / No. COND.	TAMAÑO (AWG)	FDV (KVA x Km)	M.P. (KVA x m)	DV % PARCIAL	DV % ACUMUL.
E0-CT-1	0,085	75	3F - 4C	2(2)	6041,00	6,88	0,00106	0,00106
NOTAS:							DV MAXIMO-	0,00106%

Tal como se muestra en el gráfico anterior, la caída de tensión en el tramo de alimentador primario que se construyó es de 0,00106%

5.3.4. Estación de Transformación

El transformador que cubrirá la demanda del molino, será trifásico de 75 KVA, tipo convencional DYn5, 22KV/220-127V, 60 Hz, sumergido en aceite, para montaje en poste, funcionamiento a la intemperie, a 2600 msnm. BIL 125 KV, de niveles de conmutación (+2,5%,-2,5%).

La carcasa del transformador, el pararrayo y el neutro del sistema se conectarán a tierra mediante conductor de cobre desnudo # 4 AWG y varilla de cooperweld de 16mm (5/8") x 1.8 m con suelda exotérmica. La conexión a la red de media tensión se la realizará a través del respectivo seccionador, pararrayo, grapa de línea energizada y estribo para cada fase. Al neutro conectaremos mediante conector perno hendido cobre aluminio.

5.3.5. Acometida en Baja Tensión

La acometida en baja tensión inicia en los bushings de baja tensión del transformador. Será trifásica 3F/4H, 220/127 V, con conductor CO0-0P3x1/0 (1/0) y a través de una bajante con reversible y tubería EMT de 3" se llevará esta acometida hasta el tablero de distribución principal el cual se instalará en el interior de la casa de máquinas de la planta.

5.3.6. Caída de Voltaje en Baja Tensión

Para la caída de voltaje en Baja Tensión, se aplicó el método de momento de potencia aparente de cada conductor para 1% de caída de tensión, para el cual se aplicó los valores de KVA x METRO.

Los valores de los FDV necesarios para el cálculo de caída de tensión, están establecidos y publicados por la EERSSA

DETALLE DE MONTAJE DEL TRANSFORMADOR Y ACOMETIDA EN BAJA TENSIÓN)

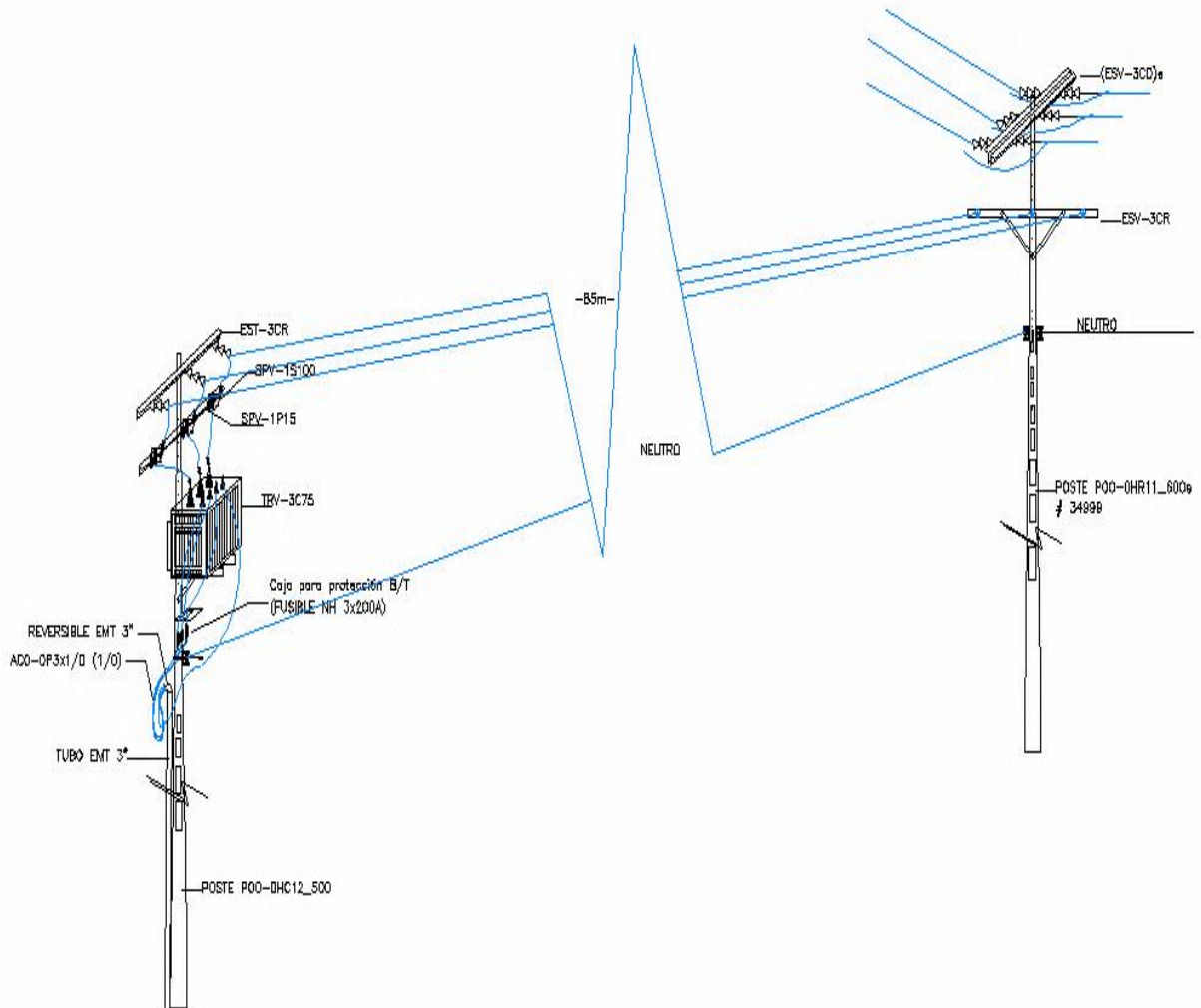


Figura 18. Montaje del Trasformador

Tabla 9. Red Secundaria

RED SECUNDARIA	SOCIEDAD MINERA EL PORVENIR CÓMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE REDES SECUNDARIAS				ANEXO : 2	HOJA:				
					2/2					
PROVINCIA: ZAMORA CH.	CANTÓN: ZAMORA	PARROQUIA: SAN CARLOS	BARRIO: NAMBIJA	FECHA: feb-14						
C. TRANSFORMACIÓN No.:	CATEGORÍA ABONADO :	Urbano	NÚMERO DE ABONADOS :	1						
DATOS DEL TRANSFORMADOR :	POTENCIA (KVA) :	75	PROYECTISTA	Ing. Pablo Jaramillo						
REFERENCIA: TRV-3C75	V. NOMINAL A.T. (KV) :	22	RESPONSABLE	Ing. Pablo Jaramillo						
NÚMERO DE FASES: 3	V. NOMINAL B.T. (V)	220/127	REVISÓ:							
ESQUEMA:										
REFEREN.	LONGITUD (m)	No. DE CONSUMIDOR	KVA DE AP/CE	DMD (KVA.)	No. FASE / No. COND.	TAMAÑO (AWG)	FDV (KVA x m)	M.P. (KVA x m)	DV % PARCIAL	DV % ACUMUL.
CT1-TM	10	1		75,00	3F - 4C	1/0(1/0)	1174,00	750,00	0,64	0,64
TM-TDP	30	1		69,08	3F - 4C	1/0(1/0)	1174,00	2072,40	1,77	2,40
TDP-MOLINO	30	1		17,03	3F - 4C	6(6)	311,00	510,90	1,64	2,28
NOTAS:									DV MAXIMO=	2,40%

5.3.7. Tablero de Medición (TM)

El Tablero de Medición (TM.) tendrá dimensiones 43x35x22 cm. Contará con dos compartimentos; uno para alojar el Medidor de energía tipo MED-3E20_9S de medición indirecta, para lo cual se utilizará un transformador de corriente por fase relación 200/5Amp y el otro compartimento para alojar el interruptor termo magnético que protegerá la carga e irá hacia el Tablero de Distribución Principal (TDP), alojado en el interior de la construcción.

5.3.8. Tablero De Distribución Principal

El TDP se confeccionará con lámina de acero galvanizado con doble fondo con dos compartimientos, siendo la sección izquierda la que aloje la protección principal: un interruptor termo magnético tripolar 3P/180A tipo caja moldeada; además de un juego trifásico de barras colectoras de distribución de cobre, de 200 Amperios capacidad debidamente aisladas, desde donde arrancarán los circuitos derivados hacia cada máquina o instalación establecida, a través de la adecuada protección termo magnética, cuyos disyuntores se instalarán en la sección derecha del TDP.

El TDP incluirá también barra de neutro y barra de tierra independiente del neutro. Será metálico, las puertas tendrán manija de seguridad, y se utilizarán terminales tipo talón para todas las conexiones de los circuitos derivados.

5.3.9. Circuitos Especiales:

Respecto de los circuitos especiales, estos se establecen específicamente para las cargas de los motores de mayor potencia, cada una de las cuales tendrá su particular protección termo magnético y alimentador. No se permitirá la alimentación con un solo circuito para dos o más motores considerados de potencia mayor.

Estos circuitos emplearán conductores de cobre, tipo THHN, cableado, aislado para 600 V del calibre indicado en el cuadro de la demanda y distribución de fases.

5.3.10. Puesta a tierra.

El sistema de puesta a tierra se ha diseñado tomando en cuenta dos aspectos: protección y servicio; para esto, se empleará una malla de puesta a tierra conformada por tres varillas de cobre, de dimensiones 16 x 1800 mm y se instalará a 50 cm de profundidad por debajo del piso en el sitio donde se instale el TDP y al pie del poste donde se montará el transformador y tablero de medidores con conductor desnudo, calibre # 4 AWG. Todas las partes metálicas de los elementos que conforman el sistema eléctrico irán conectados a tierra. Con la instalación de la mencionada malla de puesta a tierra se verificó que la resistencia de la puesta a tierra sea menor a 10Ω , valor mínimo requerido por la EERSSA.

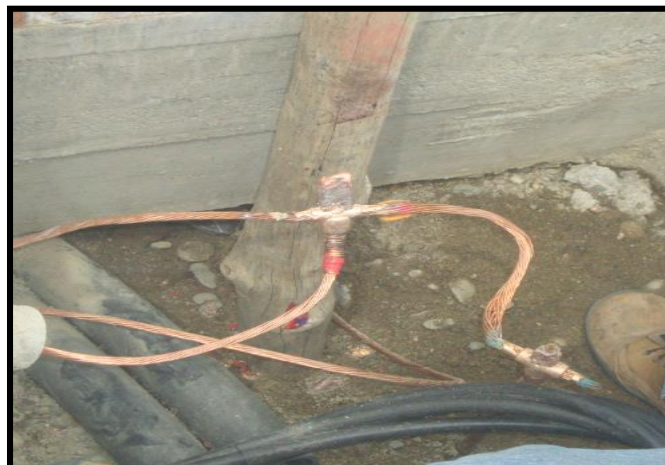


Figura 19. Puesta a Tierra



Figura 20. Puesta tierra



Figura 21. Puesta Tierra

5.3.11. Dispositivos de Protección.

La protección de los circuitos Especiales, cuyos disyuntores se instalarán en el TDP, se realizará mediante interruptores termo magnéticos de tipo enchufables, del número de polos y capacidad recomendada según la carga a proteger. Los diagramas unifilares correspondientes y el cuadro de análisis de carga detallan estos aspectos.

5.4. RESUMEN DE OBRA.

Conforme la demanda calculada, de acuerdo al diseño eléctrico presentado y efectuado bajo consideraciones de orden técnico y ajustado a las exigencias de la EERSSA, los requerimientos del proyecto se resumen como sigue:

- 1 transformador Trifásico, tipo CONVENCIONAL de 75 KVA, 22-12.7 KV/220-127 V, ubicado en dos postes en forma de castillo.
- 85m de alimentador trifásico CO0-0B3x2 (2)
- 8 metros de acometida en baja tensión, AC0-0P3x1/0(1/0) AWG.
- 1 contador de energía de medición indirecta MED-3E20

5.5. DESARROLLO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

5.5.1 Personal Técnico

El personal que participa en el proceso de construcción es el siguiente: un ingeniero eléctrico responsable de la obra, un jefe de cuadrilla, un liniero 3, un liniero 2, y cuatro linieros 1.

5.5.2 Replanteo, Definición de la ruta y desbroce.

El proceso de construcción inicia con el replanteo de la ruta considerando la topografía del terreno, y la definición de los puntos correspondientes a postes y tensores. Se debe respetar los retiros correspondientes a vías y los respectivos permisos de propietarios. Para efecto del desbroce de la flora existente se contemplará las recomendaciones constantes en la licencia de preservación ambiental.

5.5.3. Excavación de huecos para postes y tensores.

Se realiza la excavación de huecos para postes, que según consta en la norma son de 1.70 metros de profundidad. De igual forma se realiza la excavación de huecos para tensores con una profundidad de 1,80 metros.

5.5.4. Transporte, distribución y acceso de postes y bloques de anclaje.

Los postes circulares de 12 metros con una tensión a la ruptura de 500 kg y los bloques de anclaje se los traslada desde los sitios de apilamiento, para luego ser distribuidos y accesados hasta los sitios determinados en el replanteo de la ruta.

5.5.5. Erección de postes y anclaje de tensores

Se procede a la erección de los postes para lo cual se utiliza una pluma manual debido a lo irregular del terreno y limitada capacidad de ingreso. Los postes deben estar perfectamente aplomados y debidamente apisonados el terreno.

En cuanto al anclaje de los tensores, una vez acoplado el bloque de anclaje con la varilla de anclaje se procede a enterrarlo y al debido apisonamiento del terreno.

5.5.6. Ensamblaje de estructuras y tensores

El proceso constructivo continúa con el ensamblaje de estructuras eléctricas de acuerdo al diseño realizado, preservando que la ubicación de materiales eléctricos contemple las normas establecidas. A continuación se realiza el ensamblaje de los tensores.

5.5.7. Tendido y regulado de conductores

Corresponde el tendido de conductores correspondientes a los calibres establecidos en el diseño, para el efecto se utiliza tirford y poleas que permitan proteger al conductor en el proceso de tendido.

Luego de permanecer en reposo las líneas, se procede al regulado de éstas, para lo cual se debe respetar las tensiones y flechas establecidas en el diseño.

5.5.8. Ensamblaje de equipos de protección y seccionamiento.

A continuación se procede a instalar los seccionadores fusible y pararrayos tanto en el inicio de la línea como al final de la misma. Para el efecto se requiere solicitar la respectiva des energización del alimentador primario existente, la misma que es emitida por la E.E.R.S.S.A.

5.5.9. Montaje e instalación del transformador.

Se procede al montaje e instalación del transformador en la respectiva plataforma contemplada en el diseño.

Posteriormente se realiza las puestas a tierra del neutro en el transformador y en todos aquellos puntos predeterminados. Las puestas a tierra deben realizarse con la utilización de suelda exotérmica que permitirá una idónea conexión entre la varilla de copperweld y el conductor de cobre.

Para armar las crucetas y seccionadores en el poste de arranque se solicita un corte en el sector a la EERSSA, una vez realizado dicha suspensión se coloca la puesta a tierra por precaución de cualquier eventualidad.

5.5.10. Energización, pruebas eléctricas y recepción de la obra.

Finalmente se procede a solicitar la Recepción y energización de la obra a la E.E.R.S.S.A., en la cual se realizan todas las pruebas y mediciones eléctricas que garanticen el adecuado y normal funcionamiento del sistema eléctrico.

5.5.11. Acometida en baja tensión e instalación del sistema de medición de energía

Luego de cumplidos todos los requisitos establecidos por la E.E.R.S.S.A., se procede a solicitar la instalación del medidor de energía eléctrica y su respectiva acometida a la E.E.R.S.S.A. Con lo cual se dispondrá del servicio de energía eléctrica.

Es necesario dejar plenamente establecido, que el personal técnico asignado a la obra debe cumplir todas las normas de seguridad establecidas.

VI. RESULTADOS

6. RESULTADOS

El tema de tesis titulada “**Descripción del Diseño y Construcción de un Alimentador Trifásico con centro de transformación**”, permite a las personas inmersas en el campo de la electricidad, tener conocimientos amplios de cómo se realiza el diseño y la construcción de líneas eléctricas en media tensión, seccionamiento, protecciones, centro de transformación, etc.

El nivel de voltaje que utiliza la EERSSA en el área de concesión a nivel de distribución, para la provincia de Loja es de 13.8/7.97KV, mientras que para la provincia de Zamora Chinchipe y el cantón Gualaquiza es de 22/12.7KV.

Todas las líneas de media tensión se proyectaran para 15 años, la configuración de las redes o alimentadores primarios pueden ser monofásicos, bifásicos o trifásicos. El conductor en media tensión se ha determinado en función de la carga y la caída de tensión permisible considerado desde el punto de salida de la subestación hasta el transformador más alejado eléctricamente en el proyecto, el cual no deberá exceder un valor; que para el área urbana es de 3.5% y para el área rural de 7.0%.

El alimentador trifásico se lo ha construido con conductor de aluminio desnudo del tipo ACSR trenzados, clases AA y A. cumple con las siguientes especificaciones y normas:

ASTM B-230: Alambres de Aluminio, aleación 1350-H19 para propósitos eléctricos.

ASTM B-231: Conductores trenzados de aluminio tipo 1350-H19 en capas concéntricas.

Los conductores de aluminio desnudo tipo ASC, son cableados concéntricamente, y son construidos con alambres de aleación 1350-H19, su capacidad de corriente está calculada para una temperatura del conductor de 75 °C, temperatura ambiente 25 °C, emisividad de 0.5, viento de 0.61 m/s y con efecto del sol (1033 w/m²).

Para la energización del alimentador trifásico, se tuvo que realizar una derivación del alimentador existente 23-22 NAMBIJA que posee conductor de aluminio tipo

ACSR #2, de configuración CO0-0B3x2(2), ubicado en la parroquia San Carlos de las Minas.

La capacidad del transformador se ha determinado en base a la demanda máxima calculada y al requerimiento futuro del cliente o sociedad minera. Este transformador convencional trifásico cumple con las normas NTE INEN 2114 y 2115, referidas a las máximas pérdidas admisibles.

El montaje del transformador trifásico convencional conlleva la instalación de protecciones como pararrayos y seccionador fusibles en media tensión tipo abierto de 100A de capacidad, los que han sido montados en crucetas ubicadas por debajo de la estructura de media tensión., y en baja tensión de un interruptor termomagnético de 180A/3P.

El sistema de medición se lo ha calculado y verificado de acuerdo a su capacidad y al estudio de la demanda, el cual se constata que debe ser de medición indirecta en baja tensión, considerando los siguientes parámetros:

- **Clase:** determina la corriente máxima que soporta el medidor, 200A.
- **Forma:** Identifica el tipo de conexión del sistema de medición: "S" tipo base socket, medición indirecta 9S tres fases cuatro hilos conexión estrella.
- **Tipo:** características del registro del medidor: **A** registro de energía activa; **R** registro de energía reactiva; **L** perfil de carga.

Como se mencionó en el párrafo anterior, la medición es indirecta y para el registro del consumo, se ha utilizado transformadores de corriente con relación 200/5A.

VII. CONCLUSIONES

7.1. CONCLUSIONES

Se describió el diseño y construcción del alimentador Trifásico con centro de transformación y luego de haber hecho el respectivo desarrollo analítico, se puede concluir lo siguiente:

- ✓ Para tener buenos resultados en la construcción de alimentadores trifásicos se consideró los siguientes aspectos físicos: Topografía del terreno; distancia de los vanos, velocidad del viento, entre otros. Dichos aspectos físicos fueron un verdadero parámetro para la elección del tipo de conductor y estructuras que se utilizaron en la construcción del alimentador primario trifásico.
- ✓ De igual forma se tuvo que considerar el aspecto eléctrico como es el flujo de potencia que transporta el alimentador trifásico para poder determinar el calibre del conductor.
- ✓ Se realizó un análisis completo para determinar el cálculo de carga y las caídas de tensión y en base a esto se seleccionó el transformador más óptimo.
- ✓ Para evitar descargas eléctricas de alto riesgo para el ser humano y que la diferencia de potencial entre tierra y neutro sea el mínimo posible, se realizó la verificación de resistividad del suelo para la puesta a tierra, observando que la misma estaba compuesta por 3 varillas cooperweld de 5/8" de diámetro y 1,8 metros, ubicada al pie del poste donde se ubicó el transformador.
- ✓ Se pudo observar que la red de baja tensión está compuesta por conductor de aluminio cuádruplex #2, donde cada fase atravesaban por el interior de tres transformadores de corriente, para alimentar el sistema de medición.
- ✓ Se verifico el tablero de medición, el cual se constató que es de medición indirecta con base socket, que registra energía activa, energía reactiva y demanda.

- ✓ Se evidenció que el TDP ha sido elaborado con lámina de acero galvanizado con doble fondo, el cual posee dos compartimientos, siendo la sección izquierda donde está alojado la protección principal termo magnético tripolar 3P/180A tipo caja moldeada; además de un juego trifásico de barras colectoras de distribución de cobre, de 200 Amperios de capacidad debidamente aisladas y una barra de cobre para el neutro y barra de tierra; desde donde arrancan los circuitos derivados hacia cada máquina o instalación establecida.

VIII. RECOMENDACIONES

8.1 RECOMENDACIONES

Para ejecutar los trabajos de construcción de un alimentador trifásico y montaje del transformador se debe tener presente lo siguiente:

- ✓ Para realizar este tipo de trabajos eléctricos se recomienda contar con un personal altamente calificado, utilizando herramientas y equipos adecuados para construcciones eléctricas en media tensión.
- ✓ Que haya una buena coordinación entre el Ingeniero y el personal de obra para que los trabajos sean ejecutados de una forma eficiente, tal como se establecieron en el diseño.
- ✓ Coordinar con la Empresa Distribuidora (E.E.R.S.S.A.) para solicitar los permisos de construcción y suspensión de servicio.
- ✓ Para tener un buen resultado en la selección del transformador se tiene que considerar siempre el tipo y cantidad de carga que va a alimentar el transformador, caídas de tensión en medio y bajo voltaje.
- ✓ Que las caídas de tensión deben ser las mínimas permitidas por la Empresa distribuidora, para que en lo futuro no haya inconvenientes con la carga instalada.
- ✓ Que para alimentar la red en media tensión proyectada, se debe cortocircuitar las líneas (fases), entre sí; y éstas se las debe poner a tierra por medio de un conductor de cobre mínimo el #2 y varilla cooperweld, para mayor seguridad, para evitando accidentes fatales.

IX. BIBLIOGRAFÍA

9.1 BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

1. Sistemas Eléctricos de Distribución. 5^{ta} Edición. Autor. Juan Antonio YebraMoron, Reverente, 2009.
2. Reglas y Criterios de la Instalación Eléctrica. 4^{ta} Edición. Arqta. Silvia del Valle Collavino. Edit. Praia.
3. Casas Ospina, Favio.: “Tierras soporte de la Seguridad eléctrica”. Editorial: Seguridad eléctrica Ltd., Colombia, 2008
4. El libro Práctico de los Generadores, Transformadores y Motores Eléctricos. Gilberto Enríquez Harper. México.:Limusa, 2004.

MANUALES CONSULTADOS

5. Manual de Programación del Mini PLC, logo. 2004.: TLGO. Luis Fernando Jaramillo, TLGO. Patricio León
6. Manual de Instalación de Medidores.: EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR. Loja, 2012
7. Manual de Riesgos Eléctricos y su Ingeniería de Seguridad.: Dr. Ing. Industrial Máximo López Toledo, 2010

PÁGINAS WEB DE INTERÉS

8. Reparaciones Eléctricas:<http://www.enreparaciones.com.ar>
9. Manejo de Sistemas Eléctricos:<http://www.profesormolina.com>
10. Modelo de Transformadores:<http://www.tuveras.com>
11. FacilityElectricalProteccion:<http://www.victoryvictor.net/electricidad.htm>.