



Trabajo Final

INFORME PASANTIA

“MES DE JULIO”

EN COPETRAF LTDA.



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Autor: La Frossia, Alfonso Agustín.-

Matricula: 8581

Carrera: Ingeniería Eléctrica.-

Resumen

El siguiente es un resumen del Trabajo Final desarrollado mediante un Pasantia Laboral en la empresa marplatense “Cooperativa de Transformadores Mar del Plata Ltda.” (Copetraf Ltda.).

Dicha pasantia consistió en desarrollar tareas en la Oficina Técnica y en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas, las mencionadas tareas se llevaron a cabo de acuerdo a un Plan de Trabajo que fue aprobado por las autoridades de la facultad y según las necesidades que poseía el Consejo de Administración de Copetraf Ltda.

Dentro de este marco las tareas comenzaron mediante un pequeño análisis del circuito de movimiento de los transformadores a reparar dentro del predio correspondiente a la empresa, hay que destacar que hoy por hoy es la principal actividad que desarrolla la misma. Para poder optimizar el circuito cabe mencionar que la empresa se encuentra dividida en Departamentos, estos son: Bobinado, Mantenimiento, Pintura, Laboratorio de Mediciones Eléctricas, Laboratorio Químico y Administración. Una vez planteado los departamentos se dispuso un circuito de movimiento de los transformadores para optimizar los recursos, el tiempo de reparación y facilitar el manejo de los mismos.

Ya dentro del Laboratorio de Mediciones se planteó la necesidad de organizar los distintos ensayos que se efectúan a los transformadores, los cuales son: Medición de Resistencia de Aislacion, Medición de Relación de Transformación, Ensayo de Tensión Aplicada, Ensayo de Tensión Inducida, Medición de Perdidas en el Hierro, Medición de Perdidas en el Cobre y Medición de Resistencia de los Bobinados, todos estos ensayos se realizaron bajo las condiciones establecidas por las Normas I.R.A.M., correspondientes. La diagramación de los mismos se efectuó mediante un protocolo eléctrico que brinda el Laboratorio para el cliente y donde se vuelcan todos los datos obtenidos en los diferentes ensayos.

De los mencionados ensayos se hizo un importante análisis de las mediciones de las Perdidas tanto en el Hierro como en el Cobre, ya que debido a una necesidad del Consejo de Administración de saber cuantos y cuales transformadores se excedían en los valores limites de perdidas exigidos por las Normas I.R.A.M. correspondiente, ya que en realidad es un parámetro que marca la calidad de la reparación efectuada.

El análisis de las pérdidas se desarrollo mes a mes mediante un delicado tratamiento estadístico que arrojó conclusiones importantes que sirvieron para que el Consejo de Administración tome decisiones en cuanto si es conveniente o no realizar la reparación del transformador en cuestión.

Se desarrollo un archivo en Excel bastante dinámico que permite volcar los datos de todas las maquinas ensayadas y es fuente de consulta constante en el trabajo diario dentro del Laboratorio de Mediciones Eléctricas.

También se trato de evacuar todo tipo de dudas y de consultas técnicas efectuadas tanto por lo clientes como por los demás integrantes de Copetraf Ltda.

Una vez organizado lo referente a los transformadores se propuso como objetivo montar, diagramar y desarrollar un lugar dentro del Laboratorio de Mediciones Eléctricas donde se puedan ensayar aisladores de Alta, Media y Baja tensión tanto para líneas aéreas como para los transformadores. Para cumplir con este objetivo se decidió realizar dos ensayos un con condiciones climáticas “favorables” (en seco) y otro bajo condiciones climáticas “adversas” (bajo lluvia), para este se fabricó un “cuba” donde se simulan las condiciones de lluvia. Cabe mencionar que para estos ensayos es fundamental los datos técnicos de los aisladores a ensayar. Los ensayos planteados se realizan bajo las Normas correspondientes y básicamente determinan el estado del aislador independientemente de la cadena de aisladores a la cual pertenecía, lo que le permite al cliente saber de una serie de aisladores en que condiciones dieléctricas se encuentran, lo que le permitirá al cliente un eventual ahorro económico ya que por ejemplo al cambiar una cadena de nueve aisladores quizás uno solo se encuentra averiado por lo que el ensayo permite saber el estado de los otros ocho.

Otro de los temas que se propusieron como objetivo fue el de desarrollar un espacio dentro del Laboratorio de Mediciones Eléctricas para ensayar Pértigas. Para esto se construyeron los dispositivos necesarios para efectuarlos, cabe mencionar que tanto para los aisladores como para las pértigas los dispositivos se construyeron con material de rezago que se poseía en Copetraf Ltda., y con un costo económico mínimo.

Las pértigas también se ensayaron bajos dos condiciones climáticas distintas, una “favorable” (seco) y otra “adversa” (bajo lluvia), para este último tipo de ensayo se utilizó la misma “cuba” que para los aisladores. Todos estos ensayos fueron realizados bajo las Normas correspondientes y bajo las condiciones particulares establecidas por el Consejo de Administración de Copetraf Ltda.

El principal objetivo de los ensayos de las pértigas, que son del tipo “pasa o no pasa”, es poder determinar en que condiciones se encuentran las pértigas del cliente para que puedan seguir siendo utilizadas por el personal de redes de las distintas Cooperativas Eléctricas con confianza y sin inconvenientes.

También se desarrollaron experiencias de Laboratorio para determinar si existía la posibilidad del pasaje de armónicos a través de un transformador con un Grupo de Conexión DY11, para esta experiencia se debió analizar los armónicos mediante un osciloscopio y se pudo determinar que los mismos tal como se expresa en la teoría correspondiente quedan encerrados dentro del triangulo.

Dentro de este mismo tema el Consejo de Administración propuso solucionar un inconveniente en la medición de las perdidas en el hierro en transformadores monofasicos con el analizador de redes existente, A.V.O., para esto se desarrollo una experiencia y mediante la utilización del osciloscopio se determino que se producía un “corrimiento” de neutro en la “información” que llegaba al instrumento, entonces se

decidió solucionarlo evitando el uso del transformador intermedio quien era el que producía el fenómeno nocivo.

Se monto en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas un sector para realizar ensayos de Alambres de Cobre para bobinados de transformadores.

Para este montaje se debió conseguir un espinterometro de menor tamaño que el existente para el ensayo de transformadores ya que los niveles de tensión a manejar son bastante menores.

Este ensayo se realizo por una necesidad existente en el Departamento de Bobinado que producía, a veces reprocesos en las maquinas por encontrarse alguno de sus alambres sin la cantidad de barniz aislante necesario.

Debido a esto es que se realizo el ensayo de Tensión Aplicada para los alambres según especifica la Norma I.R.A.M., correspondiente. Cabe mencionar que este ensayó es de tipo interno y que se realiza como un “testeo”, para determinar la calidad de alambre con el que se está trabajando, debido a esto es que se realiza para cada partida nueva de alambre que se va a utilizar. Como principal beneficio permite determinar un posible punto de falla del transformador antes que suceda el hecho, además de las cuestiones de calida en lo referente al proveedor.

Se realizo un especial análisis sobre los transformadores que se habían ensayados en Copetraf Ltda., pertenecientes a E.D.E.A. S.A. ya que se presento una nueva licitación perteneciente a esta empresa con Copetraf Ltda., donde se sancionara económicamente al transformador que se exceda en los valores de perdidas de potencia para esto se realiza un estudio particular sobre esos transformadores y basándose en los análisis ya mencionados con anterioridad, lo que le permite al Consejo de Administración determinar que transformador le “conviene” reparar y cual no.

Se ensayaron dos Reactores de Neutro, que fueron fabricados en Copetraf Ltda., dichos reactores se ensayaron según la Norma I.R.A.M correspondiente la cual se debió analizar y “acomodar” el Laboratorio de acuerdo a estos ensayos.

Se confeccionaron archivos de Excel donde se volcaron los datos de las pértigas y de los aisladores ensayados que servirán como fuente de consulta para evacuar dudas que se presenten.

Por último se desarrollo un Manual de Procedimiento, donde se volcaron todos lo instructivos correspondientes a todos los ensayos que se realizan a los transformadores de potencia. Este manual y los instructivos se desarrollaron mediante el marco de Calidad que propone la Norma I.S.O. 9000.

Para finalizar se puede concluir que la experiencia fue altamente satisfactoria ya que en lo personal me permitió ingresar al mundo laboral y desarrollar distintos tipos de Ensayos en Alta Tensión, además de poder tomar decisiones técnico-económicas en la construcción de los dispositivos para los ensayos.

También me permitió tener un fluido contacto con los distintos clientes y poder evacuar muchísimas dudas que desde los conceptos teóricos se me plantearon y que no eran fáciles de resolver sin tener la posibilidad de apreciar la maquina desarmada.

Finalizando, esta pasantia además de permitirme conocer mucho sobre transformadores pude aprender varios conceptos sobre otros elementos como pértigas, aisladores, alambres, reactores de neutro, etc. ya que para poder ensayarlos y según lo que se aprecia en el informe debí desarrollar varios conceptos teóricos que me permitieron conocer y analizar los elementos a ensayar.

Informe Pasantia Mes de Julio

Objetivos:

En este primer mes de desarrollo de la pasantia en la empresa Cooperativa Transformadores Mar del Plata Limitada (Copetraf Ltda.), se planteo como objetivo una familiarización con los distintas tareas que se desarrollan dentro de la empresa mencionada a través de sus departamentos.

Como segundo objetivo se plantea el estudio de los diferentes ensayos que se realizan a los transformadores que ingresan a la empresa para ser reparados, a través de las correspondientes normas IRAM, que rigen los mismos.

Obtener conocimiento de los distintos elementos que componen el Laboratorio de Mediciones Eléctricas de la empresa que es donde se desarrollarán las tareas, tanto de los elementos de medición como de los elementos que forman parte de los diferentes ensayos para los transformadores reparados.

Introducción:

De acuerdo a los objetivos planteados, se observará en este informe, la distribución de las tareas y las formas de llevarlas a cabo mediante una Cooperativa de Trabajo, caso que no es muy común en nuestro país.

También en el desarrollo del informe observaremos los distintos ensayos que se realizan a los transformadores y porque se realizan esos de acuerdo a las normas I.R.A.M que los rigen y a los distintos convenios existentes entre la empresa y las diferentes cooperativas proveedoras de servicio eléctrico de la provincia de Bs.As que son las demandantes del servicio que Copetraf Ltda. brinda.

Para realizar los ensayos se necesitan instrumental y diferentes dispositivos como variac, transformador elevador, transformadores de tensión, explosor a esferas, etc. Que serán estudiados y analizados en este informe.

Organización de Copetraf Ltda.:

La empresa donde se desarrolla esta pasantia laboral, es una Cooperativa de Trabajo que se encuentra conformada por 8 socios.

Las tareas se desarrollan en un taller que se encuentra ubicado en la ciudad de Mar del Plata, Partido de Gral. Pueyrredon, en la intersección de las calles Rondeau y Ayolas.

La cooperativa se encuentra dividida en departamentos de acuerdo a las tareas que se desarrollan, las cuales son:

- Depto. Administrativo
- Depto. de Bobinado.
- Depto. de Pintura.
- Depto. de Mantenimiento.
- Depto. de Mediciones Eléctricas.
- Depto. de Mecánica.

Es de importancia destacar que en los distintos departamentos se encuentran realizando tareas los distintos socios excepto en el departamento de pintura donde no se encuentra trabajando ninguno de los antes mencionados.

Cada uno de los departamentos realiza tareas específicas al mismo en forma individual sobre los distintos transformadores que ingresan al taller para ser reparados. Aunque todos los departamentos deben estar comunicados y trabajar en quipo para obtener el producto final que es la reparación de los transformadores ingresados al taller, realizando cada uno su tarea específica. Por lo que nadie de un departamento puede influir sobre el trabajo del otro. Cada uno de los departamentos cuenta con el siguiente personal:

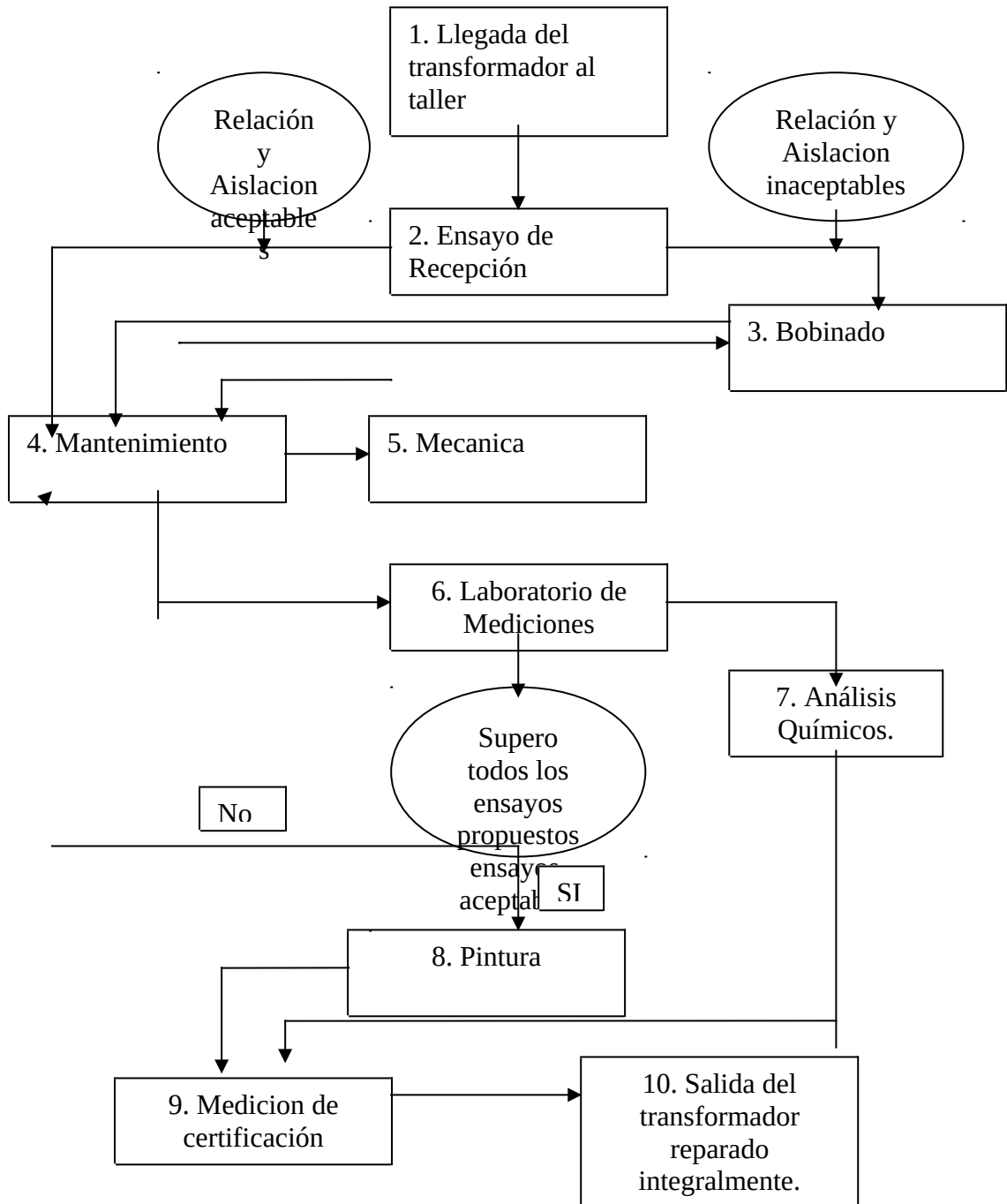
1. Depto. Administrativo: Presidente, Secretario, Tesorero y Jefe de Taller.
2. Depto. de Bobinado: un encargado y cuatro agentes.
3. Depto. de Pintura: un encargado y tres agentes.
4. Depto. de Mantenimiento: un encargado, y cuatro agentes.
5. Depto. de Mediciones: un encargado y un pasante universitario.
6. Depto. de Mecánica: un encargado.

Al arribar un transformador para reparar al taller realiza el siguiente diagrama de flujo hasta que es reintegrado a su dueño reparado:

1. **Llegada del transformador al taller:** Generalmente la llegada del transformador se concreta mediante el arribo del camión de la Cooperativa proveniente de lo del cliente que solicita el servicio, es decir la empresa se encarga de ir a buscar el transformador al lugar en el que se encuentra ubicado y transportarlo hasta el taller de la Cooperativa.
2. **Ensayo de Recepción:** Al arribar el transformador al taller se le realiza un ensayo de recepción, el cual consiste en medir la aislacion con la que cuenta y verificar la relación de transformación en alguno de los puntos del conmutador. En lo que respecta al ensayo de aislacion este se realiza mediante un Megger de campo donde se verifica si la resistencia de aislacion entre los bobinados de Alta y Baja, y con respecto al bobinado de Alta y cuba, y el de Baja y cuba, es aceptable, es decir mayor a los 1000[MΩ], en caso de no ser así se desarma el

transformador y el núcleo con los bobinados se introducen en el horno para su secado.

En lo que respecta al ensayo de relación en caso de no ser aceptable se desarma el transformador y se lleva el núcleo junto con los bobinados al sector de bobinado para su reparación.



3. Bobinado: Este sector se encarga del rebobinado de las maquinas el cual puede ser total o parcial dependiendo de la avería que haya sufrido la maquina a reparar. También se realiza el cambio de conmutadores y se verifica que las relaciones de transformación se encuentren dentro de los parámetros

establecidos por la chapa característica del transformador y dentro de las tolerancias especificadas por la norma I.R.A.M. 2104.

4. **Mantenimiento:** Este quizás sea el departamento central dentro del diagrama de flujo que se puede establecer para visualizar el movimiento de un transformador dentro del taller desde su llegada hasta su salida. Este departamento se encarga de varias tareas dentro de la reparación integral del transformador, como por ejemplo: la disminución del nivel de aceite para poder realizar la extracción del núcleo del transformador, la reparación del conexionado entre aisladores y las fases, cambio de juntas, mantenimiento en general. Es importante destacar que a este sector vuelve la maquina cada vez que tenga que ser abierta, o cerrada, porque haya ido a Mecanica, o retorne de Mediciones por algún problema.
5. **Mecanica:** Es sector se encarga fundamentalmente de reparado de cubas. Se dedica al soldado de elementos faltantes o deteriorados a la misma, como así también de eliminar las posibles filtraciones de las mencionadas cubas. Cuando se hace referencia a la cuba debemos entender a esta, como todas las partes metálicas exteriores que conforman el transformador dentro de la cual incluimos el tanque de expansión, parte exterior del conmutador, tapones de extracción de aceite, etc.
6. **Laboratorio de mediciones:** Es sector se encarga de los diferentes ensayos que se le realizan a los transformadores, ya sean los mencionados de recepción, como así también los finales.
Los ensayos de recepción de aislacion y relación ya fueron mencionados con anterioridad. En lo que respecta a los ensayos finales se le realizan los siguientes: Ensayo de Aislacion al iniciar la tanda de ensayos y al finalizarla, Ensayo de Relación, Ensayo de Tensión Aplicada, Ensayo de Tensión Inducida, Ensayo de Perdidas en el Hierro (Ensayo de Vacío), Ensayo de Perdidas en el Cobre (Ensayo de Cortocircuito), los cuales serán desarrollados mas adelante dentro de este informe. Una vez terminados los ensayos mencionados este sector es el encargado de llevar la muestra de aceite del transformador ensayado al laboratorio químico.
También el departamento se encarga del confeccionado de los protocolos de las maquinas donde se vuelca toda la información de acuerdo a los valores obtenidos del ensayo.
7. **Laboratorio Químico:** En este laboratorio se realizan los ensayos correspondientes al estado del aceite que posee el transformador, es decir se analiza la rigidez dieléctrica, la acidez y la contaminación del mismo (cantidad de PCB, en partes por millón que posee).
8. **Pintura:** Este sector se encarga del arenado, ligado y pintado de los transformadores.
9. **Medicion de Certificación:** Es el reingreso de maquinas ya medidas al Laboratorio de Mediciones donde se repiten los ensayos con la presencia de un integrante de la empresa que solicito el servicio, que constata los valores volcados al protocolo que será entregado junto con los cromatograma y los valores de los análisis químicos.

10. Salida del Transformador reparado integralmente: Una vez que se obtuvo la conformidad de los ensayos realizados por la empresa solicitante del servicio, los transformadores son llevados a su lugar de origen mediante el camión de la Cooperativa.

- De acuerdo al diagrama de flujo presentado se pueden observar, que hay muchas retornos a otros puntos ya marcados con anterioridad, esto se debe a la evolución que tiene el transformador dentro del ciclo, y el punto donde esto se manifiesta es en el Laboratorio de Mediciones que es donde el transformador es evaluado, y si este no es aprobado retornara a los sectores que corresponda para poder reacondicionarlo nuevamente. (Ejemplo: retorno de Laboratorio de Mediciones – Mantenimiento, o Laboratorio de Mediciones – Mantenimiento – Bobinado; estos son los casos mas frecuentes).

Elementos que componen el Laboratorio de Mediciones:

A continuación se detallaran todos los elementos utilizados en laboratorio para poder llevar acabo los diferentes ensayos propuestos en la medición de Transformadores de Energía Eléctrica, como así también indicaremos en cual ensayo son utilizados y cual es su función dentro del mismo.

Variac: Este es un instrumento fundamental para el desarrollo, de todos los ensayos en los cuales debemos tensionar al transformador, es decir para el Ensayo de Tensión Aplicada, Ensayo de Tensión Inducida y para poder medir las perdidas tanto en el Hierro como el Cobre. Se puede afirmar entonces que el variac es la fuente de tensión que permite ir aumentándola gradualmente hasta llegar al valor deseado. Se pueden apreciar a continuación los datos característicos del mismo y dos fotos donde lo vemos cerrado y con sus bornes al aire libre, cabe mencionar que se tapan para evitar el ingreso de suciedad a los mismos.

Marca: Vatrans

Tensión Entrada: 380 [V]

Tensión Salida: 440 [V]

Tipo: Trifásico

I salida: 50 [A]

Foto 1: Variac cerrado.



Foto 2: Variac abierto (se visualizan los bornes y accionamiento)



Transformadores de Tensión T.V.: Estos transformadores son los utilizados para elevar la tensión en el Ensayo de Tensión Aplicada. En el laboratorio se cuenta con dos iguales que se encuentran conectados en paralelo. A continuación se pueden apreciar ambos como así sus datos característicos:

Transformador de Tensión: Exterior

OCP: 25867

A.T: $132/\sqrt{3}$

Pot. Máxima: 250[VA]

Secundario I

0.11 $\sqrt{3}$ [KV]

Prec: 200 [VA]

Secundario II

0.11 $\sqrt{3}$ [KV]

Prec: 50 [VA]

Nivel de Aislacion: 145/275/650 [KV]

Tipo: UH 145 N°: 25835

Año: 1973

Frec. Máxima: 50[Hz]

Bornes: S3 S4

Cl: 0.5

Bornes: S1 S2

Cl: 1

Foto 3: Transformadores de Tensión



Generador: Este dispositivo es utilizado para poder elevar el valor de frecuencia en el Ensayo de Tensión Inducida, este generador permite elevar la frecuencia a 116 [Hz]. Sus datos característicos son:

Marca: ACEC
N° Fabrica: 116839

Potencia: 10[Hp]
Frecuencia: 116 [Hz]

Esferas: Estas son utilizadas como protección para el Ensayo de Tensión Aplicada, estas permiten el “salto” del arco protegiendo en este caso al transformador su diámetro es de 100 [mm], las mismas se aprecian a continuación.

Foto 4: Esferas del Explosor.



Tablero de Medición:

Frecuencimetro de Tensión Inducida: Este nos permite observar el valor de frecuencia al cual debemos llegar, en el ensayo mencionado, siendo este valor de 116 [Hz]. Sus datos se observan a continuación:

Tipo: □, ~, ⊥, clase 1, $\star_{\frac{2}{2}}$, 400 [V]

Marca: Circutor

Voltímetro de Tensión Inducida: Este voltímetro nos permite visualizar el valor de tensión que debemos aplicar para el Ensayo de Tensión Inducida, en el caso de transformadores trifásicos de 13200/400/231 +- 5%, es de 600[V], y para transformadores de igual nivel de tensión pero monofásicos el valor es de 346 [V]. Aquí se observan los datos del mencionado voltímetro:

Tipo: ⚡, ≈, ⊥, clase 1.5, $\star_{\frac{3}{2}}$ **Alcance:** 100 [V]

Marca: Circutor

Cofimetro Tendencia de Aislacion: Este instrumento debido a su conexión nos permite tener una tendencia de la aislacion del transformador cuando se realiza el Ensayo de Tensión Aplicada, sus datos característicos son:

$\star_{\frac{2}{2}}$

Tipo: \boxplus , \approx , \perp , clase 1.5,

Alcance: 0.5 Cap. a 0.5 Ind.

1 * 5 [A]
3 * 380 [V]

Marca: Nollmann

Voltímetro de Tensión Aplicada: Este voltímetro nos indica el valor de tensión a que debemos llevar el variac, para poder aplicar el 75% más de la tensión nominal del transformador correspondiente, sus datos característicos son:

Tipo: \approx , \sim , \perp , clase 1.5, $\star_{\frac{2}{2}}$.

Alcance: 100 [V]

Marca: Nollmann

Amperímetro consumo general: Este amperímetro nos indica la corriente general que se consume, es de vital importancia para el ensayo de Tensión Aplicada, ya que si esta se “dispara”, indica una descarga del transformador. Sus datos característicos son:

Tipo: \approx , \sim , \perp , clase 1.5, $\star_{\frac{2}{2}}$, 75/5 [A]

Alcance: 50 [A]

Marca: Nollmann

Termómetro: Este es un termómetro digital que nos permite tomar la temperatura ambiente a la que se encuentra el aceite aislante del transformador, este valor es de importancia para el desarrollo de los ensayos de Tensión Aplicada y para el cálculo de perdidas tanto en el cobre como en el hierro. Sus datos característicos son:

Marca: Center

Tipo: 301 Type K

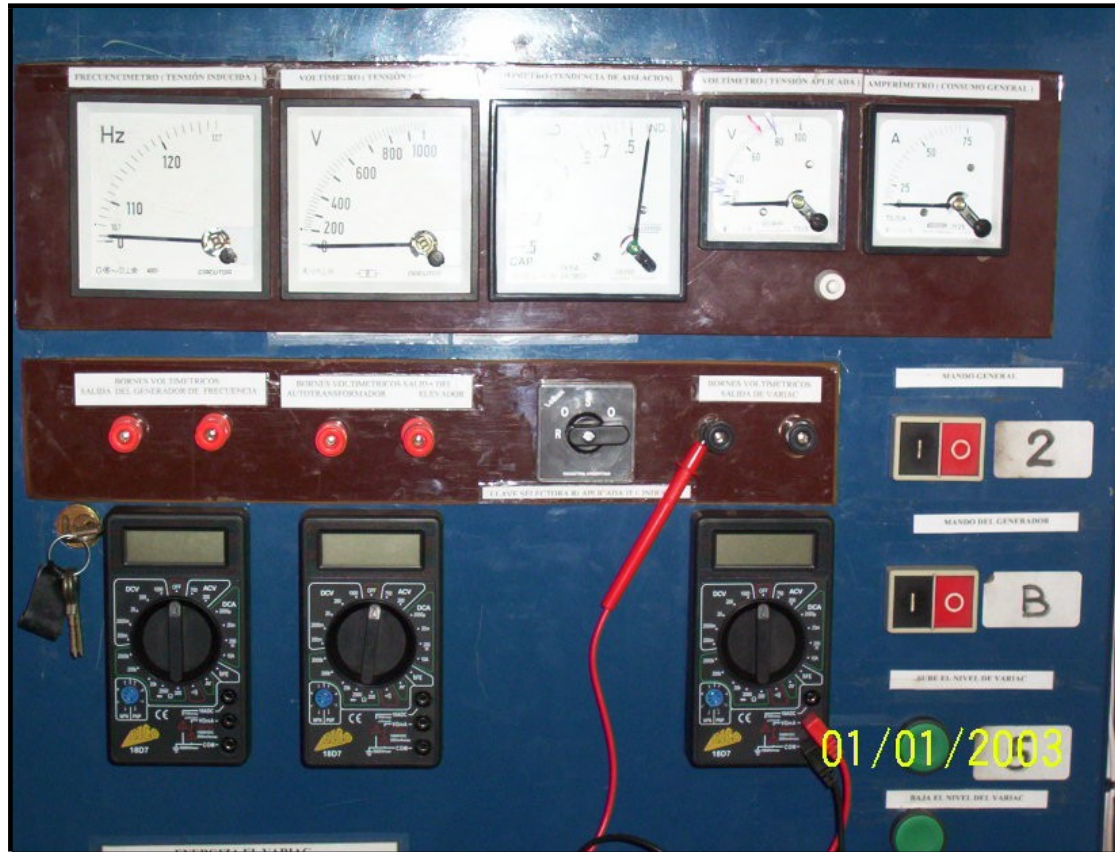
Foto 5: Tablero General de medición.



Foto 6: Tablero

mediciones eléctricas.

General de



En las Fotos 5 y 6 se puede apreciar el tablero tomado desde dos diferentes ángulos y/o punto de vista, en la Foto 5 se ve al tablero en su totalidad incluido el termómetro, utilizado en los ensayos de Tensión aplicada como así también para medir las pérdidas de los diferentes transformadores, y las protecciones para los diferentes ensayos. Mientras que en la Foto 6 se ven solamente los instrumentos de medición eléctrica utilizados en los diferentes ensayos.

Transformador elevador: Este transformador es el que nos permite elevar la tensión para los distintos Ensayos, este transformador eleva la tensión que entrega el variac. Sus datos de chapa característica son:

Marca: Copetraf

Potencia: 150 [KVA]

Primario: Δ

Secundario: Δ

Tension: 400/231 [V]

Corriente: 227 [A]

Peso: 1100 [Kg]

Aceite: 300 [Litros]

Conmutador:

1: 2310/1335 [V] 54 [A]

2: 1815/1049 [V] 54 [A]

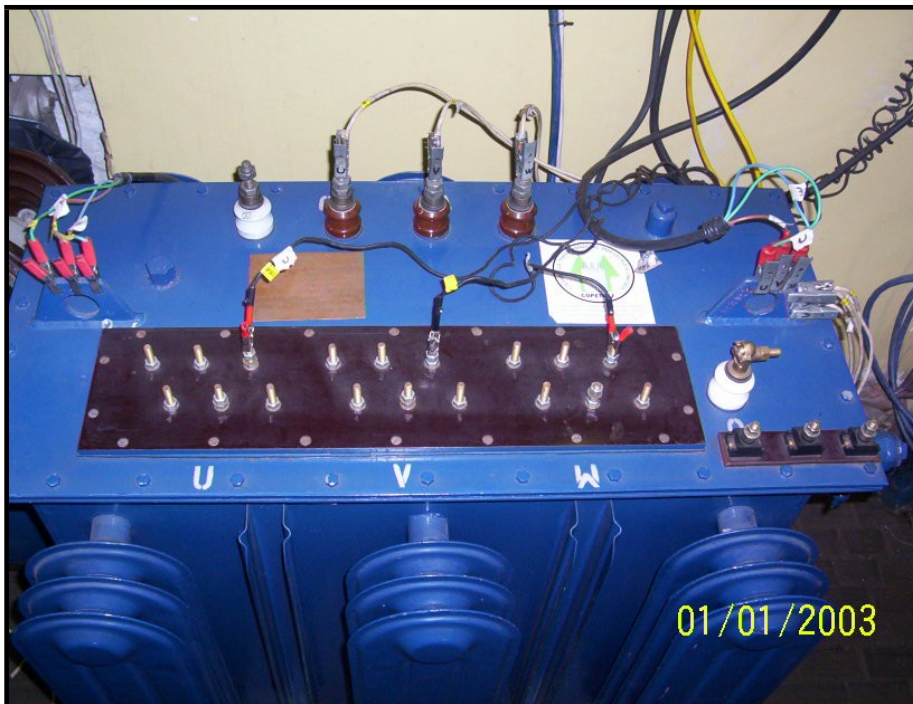
3: 1320/763 [V] 108 [A]

4: 924/ 534 [V] 108 [A]

5: 726/420 [V] 108 [A]

6: 528/305 [V] 162[A]

Foto 7: Transformador elevador con acceso a bornes del conmutador.



Relaciometro: Este nos permite medir la relación de transformación de los transformadores a ensayar, y corroborar que estas se encuentren dentro de los límites especificados por norma. Sus datos característicos son:

Marca: Transitron

Tipo: RT 111

Exactitud: $E < 0.1\%$ de la lectura ± 3 dígitos hasta $R = 100 [\Omega]$

Foto 8: Relaciometro.



A.V.O.: Este es el instrumento que nos permite medir las pérdidas tanto en el hierro como en el Cobre este, nos indica los siguientes lecturas, Tensiones tanto en estrella como en triángulo, la corriente, los valores de potencia de pérdidas y los ángulos comprendidos entre tensión y corriente. Sus datos son:

Características Técnicas:

Alimentación: Dual Batería interna recargable (cargador automático incluido)
90 a 253 Vca, 50 [Hz] – 30 [VA]
9 horas de autonomía.

Medición de Tensión: 0 – 650 [V] continua / alterna
Resolución: 0.01% del rango
Precisión: +/- 0.05% de la lect de 3 a 650 Vca para 21 [A] a 25 °C (50-60 [Hz])
+/- 0.1 % de la lectura de 3 a 650 Vca de 0 a 50 °C.

Impedancia de entrada: 1[MΩ]

Máx. Tensión de entrada: 1000 [Vca]

Medición Tipo: RMS o AVG (Valor medio)

Factor de Cresta: 3

Medición de Corriente: 0 – 100 [A] C.A. (Entrada directa)
Resolución: 0.01 % del rango.
Precisión: +/- 0.05% de la lectura de 0.1 a 10 Aca (50–60 [Hz]) +/- 0.1% de la lect. para corrientes mayores de 10 [A]

Min. Corriente Medible: 2 [mA]

Factor de Cresta: 3.

Medición de Angulo Fase: De +/- 0 a 180°
Resolución: 0.01°
Precisión: +/- 0.05° con entradas de 30[V] / 1 [A]
+/- 0.5° con entradas de 3 [V] / 0.02 [A]
+/- 2° con entradas menores de 0.02 [A]

Medición de Potencia act.: De +/- 100[KW]
Resolución: 0.1 % del rango.
Precisión: +/- 0.1% del rango (50 – 60 [Hz])

Med. de Potencia React.: De +/- 100[KVAR]
Resolución: 0.1 % del rango.
Precisión: +/- 0.1% del rango (50 – 60 [Hz])

Medición de Frecuencia: 10 - 1000 [Hz]
Resolución: 0.01 [Hz]
Precisión: +/- 0.03 [Hz]

Medicion de Armónicos: Medición del contenido particular de cada armónica hasta la numero 49 (en porcentaje y en valor)
Precisión: +/- 5% de la lectura.

Medicion de Tiempos: Alcances en segundos y ciclos: De 0.000 a 999.999 segundos
De 0.000 a 9999.9 ciclos
Comienzo y final de conteo por presencia / ausencia de Potencial.

Tiempo de respuesta: Modo Regular: 2 lecturas por segundo.
Modo Alta Velocidad: 20 lecturas por segundo.

Comunicación: Puerto serie RS-232 para comando del PMM-1 y/o Transferencia de datos a PC.

Dimensiones: 344 * 242 * 242 [mm]

Peso: 6.3 [Kg]

Temperatura: De trabajo: -15 a 55 °C
De almacenaje: -30 a 75 °C

Foto 9: A.V.O (Instrumento para la medición de Pérdidas)



Megger: Este es el instrumento que nos permite medir la resistencia de aislacion del transformador durante un minuto. Sus datos son:

Marca: Lem

Tipo: Unilap ISO 5 [KV]

N° Serie: K937801BB

Foto 10: Megger



En la siguiente foto se puede apreciar la bornera de paso, donde se realizan las conexiones de los cables de salida del tablero de medición, hacia los transformadores a medir, también se pueden apreciar los cables de conexión que salen de la misma hacia el transformador a ensayar.

Foto 11: Bornera de Paso



Ensayos para Transformadores de Potencia:

Ensayo de Aislacion:

Objetivo:

Se realiza este ensayo para determinar el nivel de aislacion que poseen los bobinados del transformador entre ellos (Alta-Baja) y de cada uno de ellos con Masa.

- Consideraciones Generales del Ensayo:

1. Este ensayo se realiza al comenzar y al finalizar todos los ensayos propuestos.
2. Se registra la lectura del instrumento una vez concluido el tiempo propuesto por norma (IRAM 2325) de 1 minuto, la cual debe ser superior a los 1000[MΩ] (norma IRAM 2105-guía de medición de resistencia de aislacion), para superar el ensayo, en caso contrario el transformador será rechazado.

- Conexiones:

1. Como primera medida se cortocircuitan ambos bobinados.
2. Para realizar la medición de aislacion entre el bobinado de Alta Tensión y Masa se coloca a masa el lado de baja tensión.
3. Se conecta la pinza negativa (negra) del instrumento a utilizar en este caso un Megger, marca Unilap, ISO 5 [5KV] (foto 10), a uno cualquiera de los bornes del lado de alta tensión, ya que se encuentran cortocircuitados.
4. Se conecta la pinza GUARD (azul), del instrumento ya mencionado a uno cualquiera de los bornes de baja tensión.
5. Se conecta la pinza positiva (roja), a masa.
6. Se realiza la medición.
7. Para realizar la medición de aislacion entre el bobinado de Baja Tensión y Masa, se coloca a masa el lado de alta tensión.
8. Se conecta la pinza negativa del instrumento a uno cualquiera de los bornes del lado de baja tensión ya que se encuentran cortocircuitados.
9. Se conecta la pinza GUARD, del instrumento a uno cualquiera de los bornes del lado de alta tensión.
10. Se conecta la pinza positiva del instrumento a masa.
11. Se realiza la medición.
12. Para realizar la medición de aislacion entre el bobinado de Alta Tensión y el de Baja Tensión, se quita la conexión a masa.
13. Se conecta la pinza negativa del instrumento a uno cualquiera de los bornes del lado de Alta tensión, ya que se encuentran cortocircuitados.
14. Se conecta la pinza GUARD, a masa.
15. Se conecta la pinza positiva del instrumento a uno cualquiera de los bornes del lado de Baja tensión ya que se encuentran cortocircuitados.
16. Se realiza la medición.

Es importante destacar la forma en que se debe realizar la lectura del Megger, para esto se deben desarrollar los siguientes pasos:

- a) Se coloca en el valor de tensión necesario para medir en transformadores de tensiones mayores a 13,2 [KV], en la escala de 2.5 [KV], para ambos bobinados, como así también siempre que se mida el lado de alta con baja, o alta con masa, sin importar el nivel de tensión del transformador.
- b) Una vez elegida la escala, se oprime Display hasta que el visor indica la sentencia Rad.
- c) Se oprime Start, y comenzara a correr el tiempo de un minuto.
- d) Una vez concluido el minuto se oprime nuevamente Display hasta encontrar la sentencia Riso, y ese es el valor de aislacion que deberá registrarse.

Este procedimiento de lectura del instrumento se realiza para todas y cada una de las mediciones.

Ensayo de Relación de Transformación:

Objetivo:

Mediante este ensayo se pretende verificar la relación de transformación para todos los bobinados y para cada uno de los puntos del conmutador que el transformador posea.

• Consideraciones Generales del Ensayo:

1. Este ensayo se realiza de acuerdo a la rutina de ensayos planteada, en este caso se lleva a cabo, luego de haberse realizado el ensayo de la medición de la resistencia de aislacion.
2. Las lecturas registradas no deben exceder el valor de margen que indica la chapa característica del transformador, generalmente es un +- 0.5 %. En caso que la lectura registrada exceda este valor, el transformador será enviado al sector de bobinados para ser analizado.
3. Otro motivo de rechazo del transformador puede ser que las fases no se encuentren, ya sea por ubicación “cruzada” o por desperfecto de la máquina, las cuales son determinadas por el instrumento.
4. También puede producirse el rechazo de la maquina si el conmutador no funciona, es decir no se puede pasar a los distintos puntos de conmutación, o si el conmutador se encuentra en conexión “cruzada” según, lo especificado por la chapa característica, es decir por ejemplo: el punto 5 que indica el conmutador corresponde a la relación de conmutación “teórica” del punto 1.

• Conexiones:

1. Se conecta el relacionometro marca Transitron (foto 8) al transformador a ensayar, para esto se debe conectar el relacionometro mencionado a los bornes de Alta y de Baja Tensión, incluido el neutro a través de sus pinzas.
2. Luego se conecta el relacionometro a la red, es decir a 220 [V].

- Es importante mencionar en esta parte del conexionado, que se debe prestar atención en la polaridad de las bobinas a conectar con el relacionómetro, es decir se debe respetar U-V-W, del lado de alta tensión, con U-V-W-O, del lado de baja tensión. Cuando no se encuentra señalado sobre el transformador cuales son los bornes correspondientes a cada una de las bobinas, se adopta la siguiente convención, parándose el operario de frente al lado de Alta Tensión, la fase U es la primera que se encuentra, siguiendo el sentido de las agujas del reloj. Mientras que del lado de baja tensión los bobinados jamás se encuentran “cruzados”, por lo tanto entonces el primer borne que se encuentra enfrenteado con el U de Alta Tensión será el U de Baja Tensión. Es necesario realizar una salvedad importante, en el caso de realizar la conexión como antes se mencionara y no encontrar correspondencia entre las fases, lo mas posible es que el neutro (O) se encuentre conectado como fase U, por lo tanto el inconveniente se soluciona conectando el O donde estaba U (siempre en el lado de Baja Tensión) y U en el borne siguiente en correspondencia con el borne U de Alta Tensión, esto ocurre para los transformadores de distribución, más complicada es la situación para los transformadores rurales donde no se encuentran las fases señaladas ya que en ese caso no se sigue ningún tipo de convención, solo se supone que del lado de baja la fase V, se encuentra entre fases, y el neutro O en alguno de los extremos.

3. Luego de haber realizado la conexión se procede a la medición para todos los puntos del conmutador.

- **Medición:**

1. Se coloca la escala del relacionómetro en la que se desea medir, la cual ya fue predeterminada en el análisis de la chapa característica del transformador a ensayar, es decir se coloca la “coma”, en la magnitud a medir.
2. Se selecciona el grupo de conexión del transformador a ensayar.
3. Se coloca la llave selectora que mide la mayor magnitud en la posición F, esta posición me indicará la correspondencia entre fases. Dicha correspondencia se observa a través de la luz verde del led central del indicador, en caso que el color del led sea rojo indica la no correspondencia entre fases, por lo tanto se ha realizado mal el conexionado. Esta tarea se realiza para las tres fases las cuales se van conmutando a través de una llave selectora que se encuentra en la parte izquierda del instrumento, “pegado” a los leds indicadores.
4. La lectura del instrumento se realiza mediante la observación del “equilibrio en los leds indicadores. Esto se obtiene mediante la conmutación de las llaves selectoras (cuatro), las cuales tienen un orden de valores descendente por décadas de izquierda a derecha, por ejemplo un aumento de una unidad en la primer llave selectora corresponde a un aumento de diez unidades en la segunda llave selectora y así sucesivamente hasta la cuarta lo que permite obtener valores con gran exactitud, de por lo menos un decimal y como máximo de tres dependiendo la escala utilizada de acuerdo a la chapa característica del transformador a ensayar.

5. Para obtener el equilibrio propiamente dicho se mueven estas llaves selectoras hasta que el led central alcanza un color verde, antes de llegar a este punto el led central se encontrara de color rojo, y se verá también encendido el led superior o el led inferior en un color amarillo indicando que se debe aumentar o disminuir el valor según corresponda mediante las llaves selectoras.
6. Cuando se encuentra el equilibrio se lee el valor que indica el instrumento y se vuelca a la planilla correspondiente.

Ensayo de Tensión Aplicada:

Objetivo:

En este ensayo se determina el comportamiento del bobinado de Alta Tensión contra las partes restantes de la maquina. Este ensayo es de vital importancia para determinar el estado del mencionado bobinado.

- **Consideraciones Generales del Ensayo:**

1. Este ensayo es del tipo “pasa o no pasa”.
2. El comportamiento de la maquina a la tensión de servicio, a las sobretensiones temporarias y a las sobretensiones de maniobras se verifican en general por un **ensayo de frecuencia industrial de corta duración**, es debido a esto que se practica este ensayo y no los otros ensayos dieléctricos existentes como: ensayo de frecuencia industrial de larga duración, ensayo de impulsos de maniobra y ensayo de impulso de origen atmosféricos.
Se admite este ensayo tradicional de 1 minuto a frecuencia industrial ya que proporciona un margen de seguridad conveniente con respecto a las sobretensiones temporarias máximas (cuya duración es mucho menor que 1 minuto) lo mismo ocurre con respecto a la tensión de servicio normal y a las sobretensiones moderadas que tienen una amplitud menor para cuya duración puede ser mayor. Así, este ensayo de 1 minuto efectuado con los valores de tensión de las tablas I y II (Norma I.R.A.M 2211-1) aparece como una transacción, ya que en redes normales es poco frecuente la aparición de sobretensiones comparables simultáneamente en duración y amplitud a los valores de ensayo.
2. Según las tablas antes mencionadas en la Norma IRAM 2211-1 para el transformador en cuestión de 33000/13860 [V], se debería aplicar una tensión nominal resistida a frecuencia industrial de corta duración (eficaces), de 70 [KV], en caso que la máquina sea nueva, si la maquina ha sido utilizada se debe aplicar una tensión del 75% mas de la Tensión nominal entre fases, es decir para este caso, 49.5 [KV]. Cabe mencionar que en caso que el transformador tuviera que volver a ser ensayado por cualquier otro motivo se le deberá aplicar el 75% de la tensión aplicada con anterioridad, en este caso 49.5 [KV].

Para el caso tradicional de transformadores de 13200/400/231/+5%, los valores a considerar de tensión serán en caso de transformadores nuevos, es decir sin uso, la tensión nominal resistida a frecuencia industrial de corta duración (eficaces) sería de 38 [KV], si la maquina ha sido utilizada se debe aplicar una tensión del 75% mas de la Tensión nominal entre fases, es decir para este caso, 28.5 [KV].

Estos conceptos se aplican a cualquier transformador y de cualquier tipo de potencia.

3. Se calibran las esferas que serán en definitiva las encargadas de “disparar” el salto cuando se supere la tensión que se le deba aplicar al lado de Alta Tensión del transformador. Es importante destacar en este punto que las esferas se calibran según Norma IRAM 2038. La calibración de esferas con una de ellas conectadas a Tierra, se realiza mediante la tabla que se encuentra en la norma ya mencionada, que indica: primero se determina la tensión que se va aplicar y mediante este dato y el diámetro de las esferas se determina la separación de las mismas.

Con respecto a los valores generalmente utilizados para transformadores de 13200/400/231/+5%, cuya tensión a ser aplicada es de 28.5 [KV], pero a este valor de tensión lo debemos afectar por el factor de cresta los que nos dará un valor final de 40.7 [KV], lo que nos da una separación de esferas de 13.5 [mm].

Para el caso de transformadores de niveles de tensión de 33000/13860 [V], la tensión a ser aplicada seria de 49.5 [KV], pero este valor afectado por el factor de cresta nos da una tensión de 70 [KV], lo que nos indica una separación de esferas de 26 [mm].

Conexiones para primer disparo de esferas en vacío:

Este disparo se realiza para analizar las condiciones ambientales en las que se encuentra el laboratorio. El disparo se realizará dos veces y se tomara el valor de tensión del mencionado disparo, como el valor de tensión a aplicar al transformador.

Se realiza mediante los siguientes pasos:

1. Se conecta el borne de salida del TV (foto 3), a las esferas (foto 4).
2. Se calibran las esferas a las distancias, establecidas por Norma 2038.
3. Se produce el disparo.
4. Se realiza la medición.

- **Medición:**

1. Se toma la lectura del voltímetro del tablero de la oficina del laboratorio que se corresponde en su nombre con el ensayo a realizar. Esta lectura se va viendo “paso a paso”, en el voltímetro de aguja donde se aprecia el incremento de los valores de tensión hasta que se produce el disparo.

Conexiones con transformador:

1. Se conecta el borne de salida del TV, a las esferas.
2. Se conecta a Tierra el transformador a ensayar.
3. Se cortocircuitan los terminales de Alta Tensión por un lado y los de Baja Tensión y Tierra por otro.
4. Se conecta el borne del TV al lado de Alta Tensión del transformador, teniendo la precaución de que la distancia sea suficiente con cualquier parte conductora
5. Se conecta nuevamente a Tierra ahora el bobinado de Alta Tensión, para producir la descarga del mencionado bobinado.

Medición y Maniobras para dar tensión:

1. Verificamos que la puerta del laboratorio este cerrada correctamente y “levantamos” las llaves térmicas correspondientes al TV y al Variac.
 2. Colocamos la llave selectora del tablero (foto 5 y 6) de la oficina del laboratorio en la fase R, como indica el cartel que se encuentra sobre la misma.
 3. Comenzamos a alimentar el Variac lo que provocara un aumento de tensión que se puede observar en el voltímetro analógico del tablero que se corresponde con el ensayo.
 4. A medida que se va aumentando la tensión se podrá “observar” el comportamiento del transformador a ensayar, mediante el cofimetro que se encuentra en el tablero.
 5. Cuando se “llega” al valor de tensión determinado por el disparo en vacío de las esferas se finaliza el aumento de la tensión.
 6. Se espera el minuto establecido por norma a ese valor de tensión.
 7. Concluido ese tiempo, se registran en la planilla los valores exacto de tensión aplicada que se medirá mediante un voltímetro digital que se encuentra indicado sobre el tablero, también se registrará la tendencia que posee este transformador es decir si se comporta capacitiva o inductivamente, y por último se registra el valor de corriente de consumo del circuito.
 8. Se procede disminuir la tensión aplicada mediante el variac hasta 0.
 9. Una vez concluido esto se conecta a Tierra los bornes de Alta Tensión del transformador para evitar alguna peligrosa descarga capacitiva al quitarle las conexiones al transformador.
 10. Se procede a la desconexión del circuito de ensayo.
- Es importante destacar que el procedimiento arriba detallado es para todos los transformadores sin importar el nivel de tensión, la única diferencia que hay al aumentar el nivel de tensión por ejemplo para un transformador de 33[KV] , es que el ensayo debe repetirse de igual forma pero para el lado de media Tensión o Baja Tensión según corresponda.
El conexionado es el mismo solo que los bornes que se cortocircuitan entre ellos y con Tierra son los de Alta Tensión.

Ensayo de Tensión Inducida:

Objetivo:

Este ensayo se realiza para poder verificar la rigidez dieléctrica a lo largo de todo el arrollamiento (aislacion longitudinal), o contra otros arrollamientos, con tensión resistida y a frecuencia industrial. En este caso el arrollamiento que se intenta verificar es el arrollamiento del lado de Baja Tensión.

- **Consideraciones Generales del Ensayo:**

1. Se aplica una tensión alterna a los bornes de Baja Tensión del transformador. La forma de la tensión será tan próxima como sea posible a la sinusoidal, y su frecuencia suficientemente mayor que la nominal a fin de evitar una excesiva corriente magnetizante en el curso del ensayo.
2. La tensión de ensayo, es de $2U_n$, pero con la condición que la frecuencia de ensayo sea como mínimo, dos veces la frecuencia nominal.
3. La tensión de ensayo se considerara como se indica en el punto 2, siempre y cuando la maquina a ensayar sea nueva ya que si la maquina a ensayar ha sido utilizada la tensión de ensayo a aplicar será de $1.75 U_n$.
4. La aplicación de la tensión de ensayo tendrá una duración de 60 segundos para frecuencias de ensayo de hasta dos veces la frecuencia nominal. Si se excede este valor la duración del ensayo será:

$$120 * \frac{\text{frecuencia nominal}}{\text{frecuencia de ensayo}} \quad (\text{segundos})$$

Es importante destacar que el tiempo nunca debe ser menor que 15 segundos.

- **Determinación del tiempo de duración del ensayo para el generador utilizado:**

En este caso el laboratorio de mediciones eléctricas de Copetraf Ltda., utiliza un Moto Generador ACEC de 10 [Hp], N° de Fábrica: 116839, que permite obtener una frecuencia de 116 [HZ]. Entonces se determina mediante este dato el tiempo que se le debe aplicar la tensión de ensayo al bobinado de Baja Tensión del transformador a ensayar. Por lo que tendríamos:

$$\text{Tiempo} = 120 * \frac{\text{frecuencia nominal}}{\text{frecuencia de ensayo}} = \frac{120 * 50}{116} = 52 \text{ (segundos)}$$

Por lo tanto el tiempo que permanecerá la tensión de ensayo sobre el transformador será de 52 segundos.

- **Conexiones:**

1. Se conecta el Motor Generador ACEC de 10[HP], N° de Fabrica 116839, Frecuencia 116 [HZ], al transformador elevador Copetraf, Potencia: 150 [KVA], mediante los bornes visibles del lado de Baja Tensión del transformador elevador (foto 7), respetando la secuencia de fases.
2. Se conectan los cables de salida del transformador elevador hacia el tablero de medición que se encuentra en la oficina del laboratorio, aquí también es fundamental respetar la secuencia de fases. También es de destacar que se utiliza el punto intermedio del conmutador del transformador elevador, es decir el punto 3. Se realiza de esta manera para evitar aumento de tensiones mayores o menores cambiando el punto de relación, aunque para los efectos del ensayo no tienen ningún tipo de importancia, es solo una consideración.
3. Luego se realiza la conexión de los cables que vienen de la oficina de medición directamente a los bornes del transformador a ensayar.

• **Medición:**

1. La medición de la frecuencia se realiza mediante un frecuencímetro que se encuentra indicado en el tablero de mediciones de la oficina del laboratorio, dichos valores de frecuencia estarán alrededor de 115 a 116 [HZ].
2. Se debe llegar al valor de tensión de 600 [V] aproximadamente, que sería el valor de tensión mayor al 75% de la tensión nominal del lado de Baja tensión que es del lado que se desarrolla el ensayo como ya se ha especificado, para los transformadores de 13200/400/231/+5%, en el caso de transformadores monofásicos el nivel de tensión que debemos alcanzar para que se cumplan estas condiciones es de aproximadamente 400[V]. Para el caso de transformadores de potencia de mayor nivel de tensión como por ejemplo para un transformador de 33000/13860+-2.5+-5%, al nivel de tensión que se debe alcanzar del lado de Baja Tensión es de 20790 [V], para poder lograr este nivel de tensión se utiliza un transformador auxiliar o “intermedio”, entre el transformador elevador utilizado generalmente para los ensayos y el transformador a medir por lo que se tensiona este a un nivel de tensión de un transformador de 13200/400/231/+5% o sea 600[V].
3. Una vez alcanzado el valor de tensión especificado para el nivel de tensión del transformador se debe aguardar el tiempo de ensayo predeterminado que es independiente del nivel de tensión del transformador en estudio y en este caso será siempre de 52 [seg], debido al generador utilizado.
4. Se debe observar en ese periodo de tiempo que el amperímetro de consumo general no indique mayor nivel de corriente que los mínimos que se estiman.
5. Una vez concluido el tiempo se procede a bajar el valor de tensión mediante el variac, y luego se desconecta el circuito.

• **Normas I.R.A.M. a consultar:**

I.R.A.M 2105 “Niveles de aislacion y ensayos dieléctricos”

I.R.A.M 2211 “Coordinación de la aislacion”

Ensayos de Perdidas en los Transformadores:

Ensayo de Perdidas en el Hierro:

Objetivo:

Este ensayo pretende determinar las perdidas que se producen debido al funcionamiento del transformador. Las cuales se deben a su núcleo, y se encuentran siempre es decir este o no cargado, debido a esto es que las pérdidas se miden con el transformador en vacío.

• Consideraciones Generales del Ensayo:

1. Las perdidas en vacío y la corriente en vacío deben medirse sobre uno de los arrollamientos a la frecuencia nominal y bajo una tensión igual a la tensión nominal, si el ensayo es efectuado sobre el punto intermedio del conmutador, o igual a la tensión del punto del conmutador apropiado si el ensayo se efectúa sobre otro punto. El o los arrollamientos deben dejarse en circuito abierto y el o los arrollamientos, que pueden conectarse en triangulo abierto, deben tener su triangulo cerrado.
2. El transformador debe estar aproximadamente a la temperatura ambiente del laboratorio.
3. Para un transformador trifásico la elección del arrollamiento y la conexión a la fuente de potencia de ensayo, deben hacerse de modo que se tengan tensiones, en las columnas bobinadas, tan simétricas y senoides como sea posible.
4. Cuando se ensaya un transformador trifásico, las tensiones deben ser medidas entre los bornes de fase cuando se excita un arrollamiento en triangulo, y entre los bornes de fase y del neutro, cuando se excita un arrollamiento en estrella o en zig-zag.

• Conexiones:

1. Se conectan los bornes del variac al lado de Baja Tensión del transformador elevador.
2. Luego se conectan los bornes del lado de Baja Tensión del transformador elevador con el tablero general de medición a través de una caja de derivación (foto 11) que se encuentra ubicada en la pared donde se encuentran también las llaves termomagneticas de mando del variac, del generador para el ensayo de Tensión inducida y para los TV utilizados para el ensayo de Tensión Aplicada.
3. Del tablero de medición general se conecta al instrumento de medición, el cual es un instrumento de medición electrónico (A.V.O., foto 9) que nos permite obtener las siguientes lecturas: tensión entre cada una de las fases y neutro, la corriente consumida por cada una de las fases, la potencia activa (“los Watts”) y la potencia reactiva (los “VARs”) por

rama, como así también el ángulo de desfase entre cada una de las tensiones simples con respecto a su corriente. El instrumento es un Power Multimeter, marca AVO Biddle PMM-1, es portátil, y además permite una mayor cantidad de lecturas para otros tipos de ensayo y demás funciones.

4. Por último se conectan los cables provenientes del instrumento al lado de Baja Tensión del Transformador a ensayar, respetando la concordancia en las fases. Con respecto al neutro este se conecta mediante la caja de derivación que se encuentra en la pared y el transformador.
5. Las conexiones mencionadas son para transformadores de 13200/400/231/+5% [V], o monofásicos pero de ese nivel de tensión. Para el caso de transformadores de otro nivel de tensión superior como por ejemplo 33000/13860+-2.5+-5% [V], se debe utilizar un transformador de paso o “intermedio”, para que eleve la tensión a los valores requeridos por el lado de Baja Tensión del transformador a ensayar, en este caso sería de $13860/\sqrt{3}=8010$ [V], aproximadamente, con lo que debemos tensionar al transformador intermedio con un valor de tensión entre fase y neutro de 231[V], aproximadamente.

- **Medición:**

1. Se aplica tensión progresivamente mediante el variac (foto 1), la cual se va elevando mediante el transformador elevador, hasta alcanzar un valor de tensión de 231 [V], para el transformador auxiliar.
2. Una vez alcanzado el nivel de tensión se toma la lectura de los siguientes parámetros del instrumento de medición AVO Biddle PMM-1, tensión entre fase y neutro, corriente, potencia activa y ángulo de desfase para cada una de las ramas. Cada una de las lecturas tomadas son registradas en el protocolo correspondiente.
3. Para el caso de transformadores de un nivel de tensión superior a 13200/400/231/+5% [V], como por ejemplo 33000/13860+-2.5+-5% [V], donde se recurre a la utilización de un transformador de paso, se deben calcular las pérdidas en el Hierro de la siguiente manera:
 - a. El valor de medición de las pérdidas en el Hierro tomado del instrumento es el valor total de pérdidas, en el circuito por lo tanto no podemos decir que son las pérdidas en el hierro del transformador a ensayar, por lo que a ese valor le debemos restar las pérdidas totales producidas por el transformador auxiliar, estas son las pérdidas en el hierro y en el cobre del mismo.
 - b. La determinación de las pérdidas en el hierro del transformador auxiliar ya han sido determinadas con anterioridad ya que estas no dependen de la carga del mismo, por lo que no es necesario realizarle al transformador auxiliar ensayo de vacío nuevamente.
 - c. Para determinar las pérdidas en el cobre debemos realizar el ensayo de cortocircuito al transformador auxiliar cortocircuitando el lado de Baja Tensión y aplicándole tensión hasta llegar al nivel de corriente que tenía cuando se realizó el ensayo con el circuito completo, por el

lado de Alta Tensión del transformador mencionado. Luego se leen los valores de potencia de pérdidas por cortocircuito en cada fase y se registran.

- d. Una vez obtenido los valores de pérdidas del transformador auxiliar tanto en el hierro y en el cobre para el valor de corriente utilizado en el ensayo ambas se suman por fase. Y se vuelcan al protocolo.
 - e. Por último se registra como valor de pérdidas en el hierro del transformador del nivel de tensión de 33000/13860 \pm 2.5 \pm 5% [V], o superiores al valor que se obtiene como la resta del valor leído del instrumento con el circuito completo conectado y el valor total de pérdidas determinadas para el transformador auxiliar, ese valor es el que se vuelca al protocolo correspondiente.
- **Normas I.R.A.M. a consultar:**
 - I.R.A.M 2106 “Transformadores de Potencia, Métodos de ensayo para la medición de pérdidas”
 - I.R.A.M 2211 “Transformadores de Potencia- Generalidades”

Ensayo de Pérdidas en el Cobre:

Objetivo:

Este ensayo determina las pérdidas de potencia que introduce el transformador de acuerdo a la carga que a él se encuentre conectada. El ensayo se realiza con el bobinado de Baja Tensión en cortocircuito para adoptar la peor posición desde el punto de vista de las pérdidas ya que serían las máximas que el transformador le puede ocasionar al sistema.

- **Consideraciones Generales del Ensayo:**
 1. La impedancia de cortocircuito y las pérdidas debidas a la carga para un par de arrollamientos deben medirse a la frecuencia nominal, con una tensión prácticamente senoidal aplicada a los bornes de uno de los arrollamientos, y con los bornes del otro arrollamiento en cortocircuito, estando en circuito abierto los bornes de los demás arrollamientos en caso de existir.
 2. La corriente de alimentación debe ser por lo menos igual al 50% de la corriente nominal (corriente de toma).
 3. Las mediciones deben efectuarse rápidamente, para que los calentamientos no introduzcan un error significativo.
 4. La diferencia de temperatura del aceite entre la parte superior e inferior debe ser suficientemente reducida para permitir la determinación de la temperatura media con la exactitud requerida.

5. Sobre los transformadores con tres arrollamientos, las mediciones se efectúan sobre los tres pares de arrollamientos. Los resultados se considerando las impedancias y las pérdidas de cada arrollamiento. En caso que se especifiquen regímenes particulares de carga, las perdidas totales para esos arrollamientos se determinan en correspondencia con dichos regímenes.
6. La impedancia de cortocircuito esta simbolizada por una resistencia y por una reactancia conectada en serie. El valor de la impedancia debe ser corregido en función de la temperatura de referencia, sabiendo que la reactancia es constante y que la resistencia depende de las perdidas de carga.
7. El valor medido de las perdidas debidas a la carga debe multiplicarse por el cuadrado de la relación de la corriente nominal y la corriente utilizada para el ensayo.

- **Conexiones:**

1. Se conectan los bornes del variac al lado de Baja Tensión del transformador elevador.
2. Luego se conectan los bornes del lado de Baja Tensión del transformador elevador con el tablero general de medición a través de una caja de derivación que se encuentra ubicada en la pared donde se encuentran también las llaves termomagneticas de mando del variac, del generador para el ensayo de Tensión inducida y para los TV utilizados para el ensayo de Tensión Aplicada.
3. Del tablero de medición general se conecta al instrumento de medición, el cual es un instrumento de medición electrónico el mismo utilizado para la medición de las perdidas en el hierro.
4. Por último se conectan los cables provenientes del instrumento al lado de Alta Tensión del Transformador a ensayar, respetando la concordancia en las fases y se cortocircuita el lado de Baja Tensión, con respecto a esto último hay que tener especial cuidado en la sección de los elementos que realizaran el mencionado cortocircuito ya que estos sean cables o barras deben ser de las secciones en concordancia con el valor de corriente a circular en el bobinado mencionado.

- **Medición:**

1. Se aplica tensión a pasos con el variac, la cual es elevada con el transformador elevador al nivel que nos permita obtener un valor de corriente de por lo menos mayor al 50% del valor de corriente nominal del lado de Baja Tensión del transformador que se esta ensayando.
2. Una vez alcanzado ese valor de corriente, se registran las lecturas en el instrumento de medición AVO Biddle PMM-1, el cual se debe encontrar en la función estrella para poder tomar la lectura de los valores de corriente, potencia de perdidas y ángulos de defasaje en cada fase. Luego se debe pasar a la función triangulo para poder obtener así los valores de tensión compuesta entre fases.

3. Luego todos los valores adoptados son volcados al protocolo correspondiente.
4. Por último es importante destacar que para transformadores de un mayor nivel de tensión por ejemplo 33000/13860+-2.5+-5% [V], no es necesario el uso de transformadores auxiliares, siempre y cuando el valor de corriente del lado de Alta Tensión del transformador en estudio sea menor de 100 [A], y la tensiones compuestas de ensayo sean menores a 650[V], o con picos de hasta 1000[V]. Por estas consideraciones para transformadores de este nivel de tensión se aconseja para este ensayo utilizar la función de congelado que posee el instrumento, para que la aplicación de tensión máxima cercana a los 1000[V], dure el menor tiempo posible para no comprometer al instrumento.

- **Normas I.R.A.M. a consultar:**

I.R.A.M 2106 “Transformadores de Potencia, Métodos de ensayo para la medición de pérdidas”

I.R.A.M 2211 “Transformadores de Potencia- Generalidades”

- Es importante destacar en forma general que para los ensayos de Tensión Aplicada, Inducida, y Perdidas en el Cobre y en el Hierro el transformador debe estar conectado a tierra.

Valores de Perdidas tomadas como referencias según normas I.R.A.M

- **Transformadores Rurales, según Norma I.R.A.M 2247.**

Potencia [KVA]	Perdidas Fe	Perdidas Cu
10	80	340
16	100	550
25	140	650
40	180	1050
63	230	1450

- **Transformadores de 13.2 [KV], c/ conservador Tipo I, Norma I.R.A.M 2250 (pag 10).**

Potencia [KVA]	Io %	Perdidas Fe	Perdidas Cu
25	2.3	160	800
63	2	270	1350
100	1.8	350	1750
160	1.6	500	2500
200	1.5	600	3000
250	1.5	700	3500
315	1.4	850	4250
500	1.9	1200	6000
630	1.3	1450	7250
800	1.3	1750	8750
1000	1.2	2100	10500
1250	1.1	2500	12500
1600	1.1	3000	15000
2000	1.1	3600	18000
2500	1	4300	21500

- **Transformadores de 33 [KV], c/ conservador Tipo I y II, Norma I.R.A.M 2250 (pag 10).**

Potencia [KVA]	Io %	Perdidas Fe	Perdidas Cu
25	2.5	190	950
63	2.3	320	1600
100	2	420	2100
160	1.8	600	3000
200	1.7	720	3600
250	1.6	850	4250
315	1.5	1050	5100
500	1.5	1350	6600
630	1.4	1600	8000
800	1.4	1900	9500
1000	1.3	2300	11500
1250	1.3	2600	1300
1600	1.2	3100	15500
2000	1.1	3700	18500
2500	1.1	4400	22000

Transformadores ensayados durante el mes de Julio:

Durante el mes de Julio se ensayaron los siguientes transformadores que se detallan a continuación de acuerdo a la demanda del servicio prestado por la empresa, hacia distintas Cooperativas de Energía Eléctrica de la Provincia de Buenos Aires y a diferentes empresas particulares. Los transformadores se detallan a continuación:

Tabla 1: Mediciones de Transformadores mes de Julio.

Fecha	Cliente	Marca	Poten -cia	Nº Fabric.	Perdidas Cu	Perdidas Fe	Obser.
07/07/04	E.D.E.A.S.A.	Electra	80	28123	1370.85	243.46	T3683/C6
07/07/04	Necochea	Miron	75	8030	1526.72	377.13	
07/07/04	Copetra	Faraday	315	4207.01	2112.69	868.75	
07/07/04	E.D.E.A.S.A.	T.T.E.	100	A40841	*****	*****	No Aplic.
07/07/04	T. Lauquen	Miron	250	10352	3756.51	694.126	
07/07/04	T. Lauquen	Miron	200	6438	2373.42	1033.69	
07/07/04	Otamendi	Transformar	100	604	1668.92	406.845	
07/07/04	San Manuel	T.T.E	16	19807	345.57	131.164	
08/07/04	T. Lauquen	Mecom	16	6955	422.51	54.264	
08/07/04	T. Lauquen	Vasile	5	14023	133.95	25.72	
08/07/04	E.D.E.A. S.A	Faraday	80	4820.01	1386.52	328.3	T1989/C7
12/07/04	E.D.E.A.S.A.	Miron	40	23650	*****	*****	No Aplic.
12/07/04	E.D.E.A.S.A.	Siam	40	1396	695.37	223.9	No Aplic.
12/07/04	T.Lauquen	T.T.E.	5	24959	*****	*****	No Aplic.
12/07/04	E.D.E.A.S.A	Faraday	25	4717.15	466.93	153.547	T0736/C6
12/07/04	E.D.E.A.S.A	Trafopar	63	2517.35	*****	*****	No Induc.
12/07/04	E.D.E.A.S.A	Trafopar	63	2517.35	1098.24	206.92	T4506/C6
12/07/04	E.D.E.A.S.A	Mecom	25	4863	334.2	168.5	T0330/C6
12/07/04	E.D.E.A.S.A	Miron	25	33188	249.06	85.652	T0339/C6
12/07/04	E.D.E.A.S.A	Electrodine	160	31493/5	1731.17	719.89	T2544/C6
12/07/04	Mechongue	Miron	5	5488	130.82	51.42	
12/07/04	E.D.E.A.S.A.	Miron	40	23650	*****	*****	No Aplic.
12/07/04	E.D.E.A.S.A.	T.Czerweny	16	36113	364.37	117.44	T0304/C6
12/07/04	E.D.E.A.S.A.	Siam	40	11846	766.17	259.61	T4709/C6
14/07/04	E.D.E.A.S.A	Miron	100	23761	*****	*****	No Aplic.
14/07/04	E.D.E.A.S.A	Siam	40	5087	*****	*****	No Relac.
14/07/04	E.D.E.A.S.A.	Faraday	16	465	333.16	130.07	T2945/C6
14/07/04	E.D.E.A.S.A.	Siam	16	4448640	480.7	126.79	T0312/C6
14/07/04	E.D.E.A.S.A.	Vasile	40	9052	815.26	181.54	T2970/C6
Fecha	Cliente	Marca	Poten -cia	Nº Fabric.	Perdidas Cu	Perdidas Fe	Obser.
14/07/04	E.D.E.A.S.A.	Miron	100	23761	1538.38	386.85	T0500/C6

19/07/04	E.D.E.A.S.A.	Faraday	100	4914.02	1453.35	344.79	T2512/C7
19/07/04	E.D.E.A.S.A.	Miron	40	23650	799.86	233.04	T4338/C4.
19/07/04	E.D.E.A.S.A.	Faraday	300	2864.01	2637.68	744.12	T2564/C7
19/07/04	E.D.E.A.S.A.	Electromac	100	30375	1569.41	692.72	T1997/C7
19/07/04	E.D.E.A.S.A.	Siam	40	1396	695.37	223.9	T0790/C6
19/07/04	E.D.E.A.S.A.	Siam	40	5087	730.75	359.19	T1957/C6
25/07/04	E.D.E.A.S.A.	T.T.E.	100	A40841	1593.89	322.67	T4435/C6
25/07/04	E.D.E.A.S.A.	Cegelec	200	9266	2196.05	530.61	T2566/C7
25/07/04	E.D.E.A.S.A.	T.T.E.	200	1950	*****	*****	No Aisl.
25/07/04	T. Lauquen	T.T.E.	5	24953	108.19	30.8	
25/07/04	E.D.E.A. S.A	Faraday	63	4719.28	1035.66	264.35	T3387/C7
25/07/04	E.D.E.A. S.A	Faraday	63	4719.27	1155.6	281.92	T1239/C7
27/07/04	Mar del Sur	Transformar	30	1001	683.29	163.88	
27/07/04	E.D.E.A.S.A.	Faraday	80	4509.16	1326.54	279.23	T1990/C7
27/07/04	Mar del Sur	Electromac	10	100/19	238.24	102	
27/07/04	E.D.E.A.S.A.	Vasile	63	10824	1279.53	266.47	T1757/C7
27/07/04	E.D.E.A.S.A.	Electrodine	100	31458/6	1279.38	468.08	T2513/C8
27/07/04	E.D.E.A.S.A.	T.T.E.	200	1950	1783.94	730.96	T2567/C7
28/07/04	E.D.E.A.S.A.	Electra	100	28090	1722.78	347.98	T2519/C8
28/07/04	E.D.E.A.S.A.	Askold	200	202	1953.98	915.92	T2574/C8
28/07/04	E.D.E.A.S.A.	Artrans	250	99111669	*****	*****	No Aisl.
28/07/04	E.D.E.A.S.A.	Faraday	200	6353-5	2369.93	343.48	
28/07/04	E.D.E.A.S.A.	Cegelec	200	2885	2196.73	594.17	T3194/C6
30/07/04	E.D.E.A.S.A.	Artrans	250	99111669	2997.55	662.27	T4201/C5
30/07/04	Cretal	Mecom	5	81070	125.18	50.02	
30/07/04	E.D.E.A.S.A.	Siam	40	18011	*****	*****	No Relac.

De acuerdo a lo que se expresa en la tabla 1, y analizando las perdidas de cada una de las maquinas medidas a lo largo del mes, siendo las mismas de diferentes clientes como así de diferentes potencias y marcas, podemos observar que unos cuantos transformadores se encuentran sobrepasados en su valor de perdidas, generalmente en el valor que se encuentran sobrepasado con respecto al valor máximo que exige la norma de acuerdo a la potencia del transformador (estas tablas con los valores de perdidas se aprecian, cuando se explicaron los diferentes ensayos a los transformadores), es en el valor obtenido para las perdidas en el hierro mediante el ensayo de vacío.

Estas perdidas son importantes para el funcionamiento del transformador ya que se encuentran siempre este cargado o no el transformador, pero debido a las tareas de reparación que se realizan en Copetraf. Ltda., estas perdidas no pueden ser disminuidas, ya que se necesitaría realizar un análisis del núcleo del transformador para poder mejorarlo o cambiarlo directamente por chapas nuevas y de mejor rendimiento. Copetraf no realiza esta tarea debido a que económicamente no es conveniente para la empresa que solicita la reparación del transformador, debido a que se debe a un trabajo de reingeniería sobre la maquina, lo que eleva el costo de la reparación y la haría no conveniente frente a la posibilidad de tener algunas perdidas mas en las líneas debido al uso de estos transformadores con muchas perdidas, es decir a las empresas solicitantes del servicio de Copetraf Ltda., les conviene tener algunas perdidas mas en la líneas que no cambiar el núcleo de los transformadores reparados.

Otro factor muy importante a tener en cuenta en el análisis de las pérdidas de vacío, es la antigüedad que posee la maquina, generalmente los transformadores cuyas mediciones se encuentran volcadas en la tabla 1, son transformadores con mas de 30 o 35 años, con varias reparaciones encima y con un uso prolongado lo que hace que el desgaste del núcleo influya cada vez mas en el valor medido de las pérdidas en el hierro.

También en la tabla1, se puede observar aparte del total de las maquina medidas en el Laboratorio de Mediciones, con sus datos característicos y sus valores de pérdidas, en observaciones si la maquina tuvo reingresos al laboratorio debido a fallas en alguno de los ensayos y en cual fue, algunos de los mismos son reparables, debido a que pueden ser por mal armado (un caso típico de mal armado es no encontrar en el ensayo de relación cual es cual de las bobinas ya que al estar mal armado no sigue las convenciones establecidas), a que se encuentra algún cable tocando o estando en las cercanías de la cuba lo que provoca “el salto” de tensión en el ensayo de tensión aplicada, etc. Para poder solucionar esto problemas se pensó como primera medida disminuir al mínimo los problemas de mal armado, o mal cerrado del transformador mediante la explicación del personal idóneo en el tema hacia las personas menos capacitadas del área.

En la Tabla 1, se vuelcan otros datos como en las observaciones los números de T, que son los números internos que posee E.D.E.A. S.A. para identificar a los transformadores.

A continuación, mostramos el esquema del protocolo que es entregado por Copetraf Ltda., a las diferentes empresas solicitantes del servicio. Los datos que se consignan en el mismo son solo informativos, es decir el protocolo que se observa debajo solo es ilustrativo del esquema utilizado.

COPETRAF LDTA.		PROTOCOLO DE ENSAYOS DE TRANSFORMADORES						
Rondeay y Ayolas - (CP 7600) Mar del Plata - Bs As - Argentina - Tel (0223)4804165 E-Mail copetraf@copetel.com.ar								
POTENCIA (KVA)	315	N. FABRICA	1987	MARCA	T.T.E			
GRUPO CONEXIÓN	DY11	TIPO	TATBA315/15	CLIENTE	E.D.E.A. S.A.			
Ucc %	4.25	ACEITE (lts)	450	U primario (V)	3200/400/231/+2.5+5%	FECHA	06/08/04	
I primario (A)	14.2	I secundario (A)	470	Nº O. T	446/03	Nº ID	T4630	
VALORES NOMINALES								
A.T. (V)	13860	13530	13200	12870	12540	(V)	B.T (V)	400
A.T. (A)			14.20			(A)	B.T (A)	470.00
RELACION DE TRANSFORMACION					ENSAYO DE AISLACION			
					previa		final	
POSICION	1	2	3	4	5	A.T.yMasa (N)	9000	8800
TEORICA	60	58.57	57.14	55.71	54.28	B.T.yMasa (N)	6200	6300
Error Fase U (%)	0.02%	0.03%	0.04%	0.05%	0.07%	A.T.yB.T.(M)	11400	13600
Error Fase V (%)	0.02%	0.03%	0.05%	0.05%	0.07%	Ue - A.T	5000 v	5000 v
Error Fase W (%)	0.02%	0.03%	0.05%	0.05%	0.07%	Ue - B.T	1000 v	1000 v
Rel. Fase U	60.01	58.59	57.16	55.74	54.32	ENSAYOS ACEITE		
Rel. Fase V	60.01	58.59	57.17	55.74	54.32	R.D.Aceite(KV)	50	
Rel. Fase W	60.01	58.59	57.17	55.74	54.32	P.C.B Aceite(ppm)	0.14	
TENSION APLICADA (1 min/frec.industrial)					TENSION INDUCIDA			
Satisfactorio	%U Apli.	U p / Norma (KV)	U Aplicada (KV)	Temp. amb.(°C)	%U Ind.	U Nominal	U Inducida	Frecuencia
AT - BT yMasa	75	38	28.5	15.4	75	400	600	116
Satisfactorio						Tiempo (Seg)	52	Satisfactorio
ENSAYO EN VACIO								
Tensiones [V]				Temp. amb.(°C)	Intensidades [A]			
K	U-0	V-0	W-0	15.4	k	U	V	W
1	228.92	235.23	230.8		1	10.43	8.77	9.83
U med	231.7				I prom.	9.677		
Potencia [W]					lo (%)	2.06		
k	W1	W2	W3	erd.VACIO (V)	(%PF)	11.37	13.74	30.03
1	264	271.58	664.2	1199.78	Cos Fi	0.98	0.97	0.87
ENSAYO EN CORTO CIRCUITO								
Tensiones [V]				Temp. amb.(°C)	Intensidades [A]			
K	U-V	V-W	W-U	15.4	k	U	V	W
1	392.73	393.00	396.03		1	10.02	10.00	10.04
U med	393.9	Ucc %	0.00		I med (prom)	10.02		
Ucc a In	558.32	Ucc % [75°]	0.00		I nominal	14.20		
Potencia [W]					Perdidas Referidas a 75°C [W]			
k	W1	W2	W3	Total(W)	12.44			
1	444.92	440.51	412.63	1298.06				
Pcc Total (W)	1298.06	Pcc (amb.) a In (W)	0.00					
(%PF)	19.62	19.35	17.99					
Cos Fi	0.94	0.94	0.95					
CORRAL SERGIO			CORRAL CARLOS			E.D.E.A. S.A.		
Ensayado por Copetraf Ltda			Vº Bº (Copetraf Ltda)			Firma del Cliente		



Trabajo Final

INFORME PASANTIA

“MES DE AGOSTO”

EN COPETRAF LTDA.

Autor: La Frossia, Alfonso Agustín.-

Matricula: 8581.-

Carrera: Ingeniería Eléctrica.-

Informe Pasantia Mes de Agosto

Objetivos:

En este segundo mes de pasantia en la empresa Copetraf Ltda., se plantearon los siguientes objetivos a cumplir:

- Continuar con el análisis estadístico y consecuencias de las perdidas en los diferentes transformadores reparados. Haciendo un análisis de los valores de perdidas en el Hierro y en el Cobre, que se encuentren por sobre los indicados que establece la norma I.R.A.M correspondiente.
- Realizar un informe sobre el montaje en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda., de un sector para realizar ensayos de medición de aislacion en Alta Tensión para aisladores. Además se debe realizar tanto el montaje como los ensayos, bajo las indicaciones de las normas I.R.A.M correspondientes que los rigen.
- Realizar un análisis estadístico de los aisladores ensayados bajo un formato que permita la continuidad del mismo en los meses siguientes.

Introducción:

Debido a los objetivos arriba expresados, en este informe podremos observar las estadísticas del mes de las perdidas tanto en el hierro como en el cobre de los transformadores ensayados, un pequeño análisis de las mismas y una breve comparación entre estas y las del mes anterior.

También se verá un informe detallado del acondicionamiento del sector de mediciones de aisladores en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas, una breve descripción técnica de que son y para que se usen los aisladores, como así también un desarrollo de los diferentes ensayos que se le van a realizar para determinar en que estado se encuentran. Por último en este informe tendremos un pequeño análisis estadístico de los aisladores medidos durante el mes con sus resultados.

Transformadores ensayados durante el mes de Agosto:

En el mes de Agosto se ensayaron los siguientes transformadores en el laboratorio de Mediciones de Copetraf Ltda., los resultados de los diferentes ensayos como de las mediciones de pérdidas realizadas se pueden observar a continuación:

Fecha	Cliente	Marca	Poten- -cia	Nº Fabric.	Perdidas Cu	Perdida s Fe	Obser.
03/08/04	E.D.E.A. S.A	Siam	40	18011	*****	*****	No Pasa
03/08/04	E.D.E.A. S.A	Miron B.	160	TROB	2324	460	
03/08/04	E.D.E.A. S.A	Artrans	160	97103888	2088.01	414.46	T2552/C7
03/08/04	Mechongue	Miron	5	5698	118.1	32.4	
03/08/04	E.D.E.A. S.A	Siam	40	18011	728.93	268.92	T4849/C5
04/08/04	Copetraf	Mecom	10	8619	267.54	88.34	
04/08/04	E.D.E.A. S.A	Faraday	200	365208	2529.93	559.56	T2578/C7
05/04/04	E.D.E.A. S.A	SIAM	40	810807377	521.51	444.98	T7845
05/04/04	E.D.E.A. S.A	FARADAY	63	4719.19	1156.86	252.78	T1664
05/08/04	E.D.E.A. S.A	MIRON	100	6262	2021.94	566.12	T1998
06/08/04	E.D.E.A. S.A	TTE	315	1987	2607.66	1199.78	T4630
06/08/04	E.D.E.A. S.A	Electrodine	200		2186.14	871.27	T0019
06/08/04	E.D.E.A. S.A	Siam	40	8.109E+09	521.51	444.98	T4834
06/08/04	E.D.E.A. S.A	Siam	25	17043	450.03	156.52	T4834
09/08/04	E.D.E.A. S.A	Miron	160	15307	1863	320	T3102
09/08/04	E.D.E.A. S.A	Electrodine	200	314365/3	2042.5	898.83	T0391
11/08/04	CRETAL	Miron	5	28423	128.59	35.96	
11/08/04	EDEA.S.A	Electrodine	40	3100	640.14	431.54	T4900
11/08/04	B. Juarez	MECOM	16	6318	469.71	110.64	
12/08/04	COPETRAF	MIRON	10	11099	2792.65	674.39	
12/08/04	E.D.E.A. S.A	VASILE	63	8932	1201.65	334.99	T4262
13/08/04	E.D.E.A. S.A	MIRON	40	23665	*****	*****	No pasa
13/08/04	E.D.E.A. SA	Electromac	100	30375	1569.41	692.72	T2517
17/08/04	E.D.E.A. SA	Faraday	63	4918.15	1125.36	280.95	T0246
17/08/04	Madariaga	Transformar	50	588	1013.89	265.21	
18/08/04	EDEA.S.A	Electrodine	100	30157/5	1646.35	633.66	T1994
18/08/04	B. Juarez	Pentaservice	16	561	521.76	104.99	
19/08/04	E.D.E.A. SA	Electrodine	40	31443/08	*****	*****	No pasa
18/08/04	E.D.E.A. SA	Vasile	25	4705	456.95	148.42	T2928
19/08/04	E.D.E.A. SA	Vasile	16	10067	440.97	92.5	T1689

19/08/04	E.D.E.A. SA	Faraday	10	3229.01	*****	*****	No Pasa
20/08/04	E.D.E.A. SA	Electrodine	40	31443/08	*****	*****	No Pasa.
20/08/04	E.D.E.A. SA	Miron	10	30148	258.73	78.75	T2962
20/08/04	E.D.E.A. SA	Faraday	10	3229.01	385.02	84.94	T3872
20/08/04	E.D.E.A. SA	Faraday	100	375.12	1528.59	556.54	T1995
20/08/04	E.D.E.A. SA	Vasile	40	10009	825.92	209.8	T4651
23/08/04	E.D.E.A. SA	Electrodine	40	31443	605.23	399.64	T4902
23/08/04	E.D.E.A. SA	Cegelec	100	4956	1329.6	458.05	T3147
23/08/04	E.D.E.A. SA	Vasile	16	14526	416.21	93.43	T0110
23/08/04	E.D.E.A. SA	Siam	16	12137	385.23	113	T3971
23/08/04	E.D.E.A. SA	Vasile	100	6552	1484.17	569.24	T2516
24/08/04	E.D.E.A. SA	T.T.E	10	4756	*****	*****	No Pasa
24/08/04	E.D.E.A. SA	Electromac	100	3048	*****	*****	No Pasa
24/08/04	E.D.E.A. SA	T.Czerweny	25	24095	485.41	165.63	T4825
24/08/04	E.D.E.A. SA	Electromac	100	3048	1601.52	563.62	T3247
24/08/04	San Manuel	T Czerweny	16	20672	357.99	114.79	
24/08/04	San Manuel	T.T.E.	5	18108	125.44	38.39	
26/08/04	Cretal	Mayo	5	11209	117.4	25.04	
26/08/04	Cretal	Miron	5	28423	128.59	35.96	
26/08/04	E.D.E.A. SA	Miron B.	160	495	1591.32	562.85	T2550
26/08/04	E.D.E.A. SA	Electrodine	160	31738	2199.17	739.63	T0004
27/08/04	E.D.E.A. SA	T.T.E.	25	34757	434.55	126.29	T4832
30/08/04	Torquinst	T.T.E.	5	28052	*****	*****	No Pasa
30/08/04	Torquinst	T.T.E.	5	28052	126.38	29.9	
30/08/04	E.D.E.A. SA.	Faraday	160	862.11	2100	530.89	T2534
13/08/04	E.D.E.A. SA	Faraday	200	6553.5	2369.93	343.48	CertEDEA
13/08/04	E.D.E.A. SA	Artrans	250	99111.69	2997.55	662.27	CertEDEA
13/08/04	E.D.E.A. SA	Siam	40	18011	728.93	268.92	CertEDEA
13/08/04	E.D.E.A. SA	Electrodine	160	3149/5	1731.17	719.89	CertEDEA
18/08/04	E.D.E.A. SA	T.T.E.	315	1987	2607.66	1199.78	CertEDEA
18/08/04	E.D.E.A. SA	Faraday	63	4918.15	1125.36	280.95	CertEDEA
18/08/04	E.D.E.A. SA	Miron	40	23665	624.5	165	CertEDEA
18/08/04	E.D.E.A. SA	Faraday	10	3229.01	385.02	84.94	CertEDEA
30/08/04	E.D.E.A. SA	Vasile	16	1067	440.97	92.5	CertEDEA
30/08/04	E.D.E.A. SA	Vasile	16	14526	416.21	93.43	CertEDEA
30/08/04	E.D.E.A. SA	Electromac	100	30048	1601.52	563.62	CertEDEA

- **Nota:** Según se aprecia en la planilla en la parte de observaciones se detalla con la leyenda **No pasa**, a aquellos transformadores que registraron falla en alguno de los ensayos realizados, con la sigla (T) + (un numero) + (C) + (otro numero), a los transformadores que superaron exitosamente todos los ensayos y pertenecen a E.D.E.A. S.A., y por último con la leyenda **Cert.EDEA**, a los que fueron inspeccionados por la empresa ya mencionada solicitante del servicio que brinda Copetraf Ltda.

De acuerdo al grafico obtenido mediante la mediciones de los transformadores ensayados en el mes, podemos observar que de 54 transformadores medidos, 29 se encontraban sus valores de perdidas en el hierro por sobre los valores exigidos por norma, y tan solo 3 se encontraban por sobre los valores de perdidas en el Cu.

Con los valores arriba obtenidos podemos ver que se ha acrecentado la cantidad de transformadores con perdidas en el hierro por encima de la norma esto se debe a diferentes factores, el principal es que si bien hay mas transformadores con perdidas en el hierro (son los que se encuentran en negrita en la tabla), los valores en su gran mayoría no se encuentran excesivamente por los valores de norma.

Con respecto a la cantidad de transformadores con altas perdidas en el hierro se le comunico al departamento de bobinado, que tuviera un relativo cuidado al armar nuevamente los transformadores que habían sido rebobinados, tomada esta precaución Copetraf. Ltda. le informo nuevamente a los distintos clientes, de los valores de perdidas en el hierro y donde una de las soluciones seria cambiar el núcleo por uno nuevo, con mejor calidad de chapas y mas nuevo, ya que la mayoría de los transformadores ensayados tienen mas de 20 o 30 años de fabricación y uso, por lo que se podría considerar que las chapas de los núcleos han cumplido su vida útil. Por otro lado si el transformador no ha sido rebobinado, no es posible que haya habido algún cambio en los valores de perdidas del transformador desde su ingreso a la empresa hasta su salida por lo que se puede concluir que el transformador ya posee alto valor de perdidas en el hierro desde su fabricación o desde su antigua reparación.

Realizada estas advertencias a los diferentes clientes, el problema de las perdidas en el hierro, en los transformadores que oportunamente colocaran en las líneas, pasa a ser un problema de ellos, ya que sino la reparación del transformador con el cambio de núcleo elevaría notablemente sus costo y no seria conveniente para ellos.

En lo que respecta a los excesos de pérdidas de potencia debido al cobre de los bobinados, este caso es menos frecuente y solo se dio en 3 transformadores de los 54 ensayados, y los mismos no habían sido rebobinados, por lo que se pudo concluir que era un problema de fábrica de los mismos.

Ensayos en Alta Tensión para Aisladores

Objetivo:

Esta parte del informe, me propongo poder elaborar un desarrollo informativo sobre los distintos ensayos de rutina que se le pueden realizar a los Aisladores en Alta Tensión, para garantizar su funcionamiento. Además se propone montar en Laboratorio de Mediciones Eléctricas un sector para poder realizar los mencionados ensayos y por último realizar un pequeño informe sobre los valores obtenidos de los diferentes Aisladores ensayados.

Introducción:

A continuación se describirán los distintos ensayos que se le deben realizar a los aisladores para garantizar su funcionamiento. A los ensayos que me referiré es a los ensayos donde se les debe aplicar Alta Tensión, para poder observar su comportamiento, en lo que respecta a sus valores nominales de tensión resistida y de tensión de contorno.

A continuación especificaremos algunos detalles técnicos a saber sobre aisladores, ya que considero de vital importancia conocer bien las características del elemento que se va a ensayar.

Condiciones generales:

Los conductores empleados en líneas aéreas, en la mayor parte de los casos, son desnudos; por lo tanto, se necesita aislarlos de los soportes por medio de aisladores, fabricados generalmente con porcelana o vidrio. La sujeción del aislador al poste se realiza por medio de herrajes. Pero además, un aislador debe tener las características mecánicas necesarias para soportar los esfuerzos a tracción a los que está sometido.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, las cualidades específicas que deben cumplir los aisladores son:

1.- Rigidez dieléctrica suficiente para que la tensión de perforación sea lo más elevada posible. Esta rigidez depende de la calidad del vidrio o porcelana y del grosor del aislador. La tensión de perforación es la tensión a la cual se ceba el arco a través de la masa del aislador.

2.- Disposición adecuada, de forma que la tensión de contorno presenta valores elevados y por consiguiente no se produzcan descargas de contorno entre los conductores y el apoyo a través de los aisladores. La tensión de contorno es la tensión a la que se ceba un arco a través del aire siguiendo la mínima distancia entre fase y tierra, es decir, el contorno del aislador. Esta distancia se llama línea de fuga.

3.- Resistencia mecánica adecuada para soportar los esfuerzos demandados por el conductor, por lo que la carga de rotura de un aislador debe ser cuanto menos igual a la del conductor que tenga que soportar.

4.- Resistencia a las variaciones de temperatura.

5.- Ausencia de envejecimiento.

Los aisladores son, de todos los elementos de la línea, aquellos en los que se pondrá el máximo cuidado, tanto en su elección, como en su control de recepción, colocación y vigilancia en explotación. En efecto, frágiles por naturaleza, se ven sometidos a esfuerzos combinados, mecánicos, eléctricos y térmicos, colaborando todos ellos a su destrucción. Todo nuevo tipo de aislador necesita ser confirmado por un uso muy prolongado.

Materiales empleados en los aisladores

Aisladores de porcelana:

Su estructura debe ser homogénea, para dificultar las adherencias de la humedad y polvo, la superficie exterior está recubierta por una capa de esmalte. Están fabricados con caolín y cuarzo de primera calidad. La temperatura de cocción en el horno es de 1400° C. En alta tensión, los aisladores son de dos, tres o más piezas unidas con yeso. Esto se debe a que solamente se consigue una cocción buena cuando su espesor no excede de 3 cm.

Aisladores de vidrio:

Están fabricados por una mezcla de arena silícea y de arena calcárea, fundida con una sal de sodio a una temperatura de 1300 °C, obteniéndose por moldeo. Su color es verde oscuro. El material es más barato que la porcelana, pero tienen un coeficiente de dilatación muy alto, que limita su aplicación en lugares con cambios grandes de temperatura; la resistencia al choque es menor que en la porcelana. Sin embargo, debido a que el coste es más reducido y su transparencia facilita el control visual, hacen que sustituyan en muchos casos a los de porcelana.

Aisladores de esteatita y resinas epoxi:

Se emplean cuando han de soportar grandes esfuerzos mecánicos, debido a que su resistencia mecánica es aproximadamente el doble que la de la porcelana, y sus propiedades aislantes también son superiores; sin embargo, el inconveniente que tienen es el de ser más caros.

Tipos de aisladores:

- **Aisladores fijos:**

Están unidos al soporte por un herraje fijo y no pueden, por consiguiente, cambiar normalmente de posición después de su montaje. Su forma general es la de una campana que lleva en su parte superior una garganta sobre la que se fija el conductor

por una ligadura (de hilo de cobre recocido para conductores de cobre o de hilo de aluminio para conductores a base de aluminio). El vástago está empotrado en su interior y queda debajo de la campana. Este vástago puede ser recto o en forma de cuello de cisne. Se pueden encontrar aisladores con el interior roscado para atornillarlo a la parte superior del vástago, disposición que facilita la sustitución de un aislador defectuoso, evitando desmontar el vástago.

El aislador fijo más simple es el de las líneas telefónicas, o el de las líneas de baja tensión (Modelo ARVI-12). Cuando la tensión es más alta, se acostumbra a prolongar la línea de fuga dando a la campana ondulaciones profundas e inclinadas hacia abajo; cuando el tamaño del aislador es grande o la campana es complicada, no puede fabricarse de una sola pieza, por lo que debe estar constituida por la unión de 2, 3 ó 4 campanas superpuestas, unidas por yeso o cemento (modelo ARVI-32).

Los mayores aisladores fijos corresponden a una tensión de servicio de 63 kV. Pueden ser de porcelana o vidrio.

- **Aisladores en cadena o suspendidos**

Están constituidos por un número variable de elementos según la tensión de servicio; estas cadenas son móviles alrededor de su punto de unión al soporte, y además, las articulaciones entre elementos deben tener bastante libertad para que los esfuerzos de flexión queden amortiguados; estas articulaciones suelen ser de rótula.

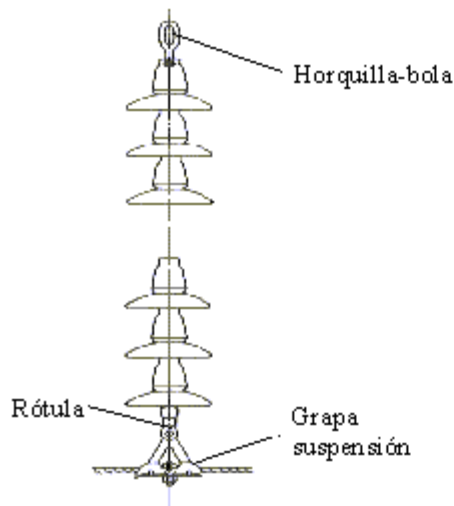
Este tipo de aislador es el más empleado en media y en alta tensión, ya que presenta las siguientes ventajas:

- 1.- Permite elevar la tensión de funcionamiento con sólo aumentar la longitud de la cadena, es decir, colocando más elementos.
- 2.- No se interrumpe el servicio por rotura de un aislador, ya que la cadena sigue sustentando al conductor.
- 3.- Presenta una gran economía en la reparación de las cadenas, pues solamente es necesario cambiar el elemento averiado.

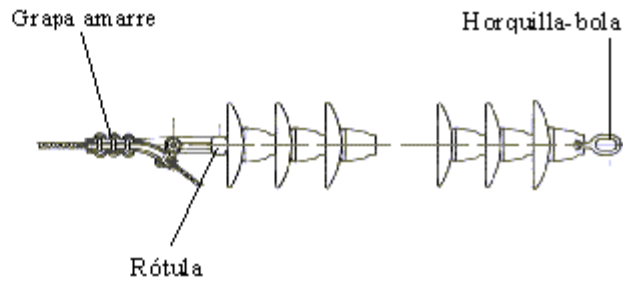
Existen diversos tipos de aisladores de cadena, que a continuación estudiamos:

- **Caperuza-vástago:** Este aislador se compone de una campana de porcelana o vidrio, en forma de disco y que lleva en su parte inferior algunas ondulaciones. En la parte superior de la campana está empotrada una caperuza de fundición o acero, y en su parte inferior en un hueco bastante reducido, lleva un vástago sellado al aislador. Vástago y caperuza se adaptan uno y otro por una articulación de rótula, formando de esta forma una cadena tan larga como se quiera. Se fabrican en porcelana o en vidrio templado. Existen numerosos modelos con diversas características eléctricas y mecánicas. A título de ejemplo se dan las especificaciones para un aislador de suspensión modelo 1.512 fabricados por VICASA.

La figura siguiente nos muestra la disposición de los aisladores en una cadena de suspensión o en una cadena de amarre.



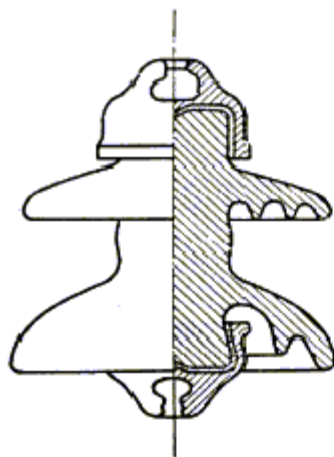
Aislador en cadena de suspensión



Aislador en cadena de amarre

- **Motor:** Este elemento está constituido por un núcleo cilíndrico de porcelana de diámetro comprendido entre 60 y 85 mm., y provisto de dos faldas anchas; en los dos extremos están empotrados dos caperuzas análogas a las de los aisladores caperuza-vástago. La unión de los aisladores Motor entre sí se hace con un pequeño vástago cilíndrico terminado en dos rótulas

La diferencia esencial entre el aislador Motor y el elemento caperuza-vástago reside en el hecho de que el primero es rigurosamente imperforable en servicio, mientras que el segundo puede, en ciertas circunstancias, perforarse antes de ser contorneado, especialmente por la acción simultánea de esfuerzos mecánicos y acciones eléctricas.



Aislador Motor



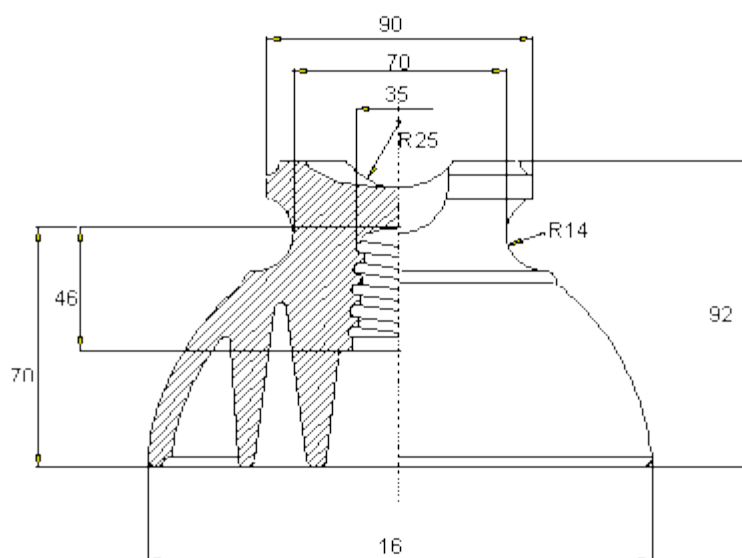
Aislador Langstab

- **Langstab:** Este modelo es una ampliación del aislador Motor y se denomina Langstab (larga línea de fuga). Está constituido por un largo cilindro de porcelana de 80 a 100 cm., con ondulaciones bastante profundas y terminado en dos caperuzas.

Aisladores especiales:

- **Antiniebla:** Su principal característica consiste en tener ondulaciones más profundas que permitan una mayor tensión de contorno.
- **De costa:** La campana exterior es más ancha y alta, de forma que protege completamente contra el rocío a las faldas interiores. Los depósitos de humedad (niebla, rocío, condensación de origen variable) lo mismo que el depósito de cuerpos conductores extraños (humos industriales) reducen considerablemente la tensión de contorno de los aisladores. Cuando se combinan las dos acciones, llegan a impedir la explotación de la red a su tensión nominal. Se impone un aumento del nivel de aislamiento, o la utilización de aisladores de un calibre superior al que sería estrictamente necesario en circunstancias normales. La protección más difícil de realizar es la de líneas en regiones industriales, pues los depósitos contaminantes se introducen en todas las canaladuras del aislador, donde son llevadas a veces por la misma humedad.

AISLADOR FIJO MODELO ARVI-12 (Vidrio)



Tensión mínima de contorno en seco 52 kV.

Tensión mínima de contorno bajo lluvia 34 kV.

Tensión mínima bajo lluvia a 50 Hz durante 1 minuto 32 kV.

Tensión mínima de perforación en aceite 80 kV.

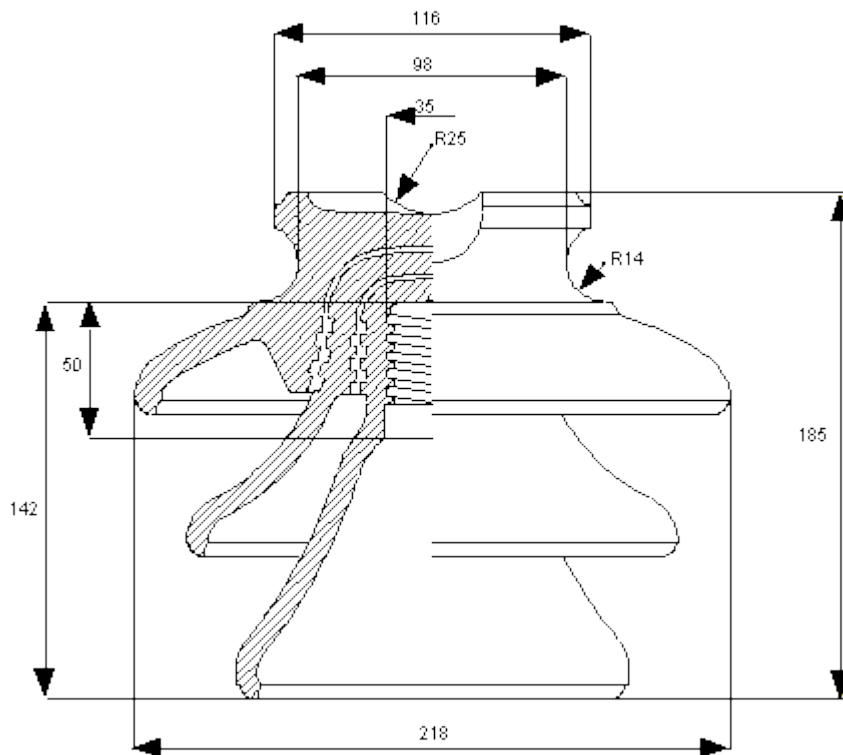
Tensión nominal normal de utilización 10 kV.

Longitud mínima de la línea de fuga 250 mm.

Carga mínima de rotura a la flexión 1.200 kg.

Peso neto aproximado 1,7 kg.

AISLADOR FIJO COMPUESTO MODELO ARVI-12 (Vidrio)



Tensión mínima de contorno en seco 92 kV.

Tensión mínima de contorno bajo lluvia 65 kV.

Tensión mínima bajo lluvia a 50 Hz durante 1 minuto 60 kV.

Tensión mínima de perforación en aceite 135 kV.

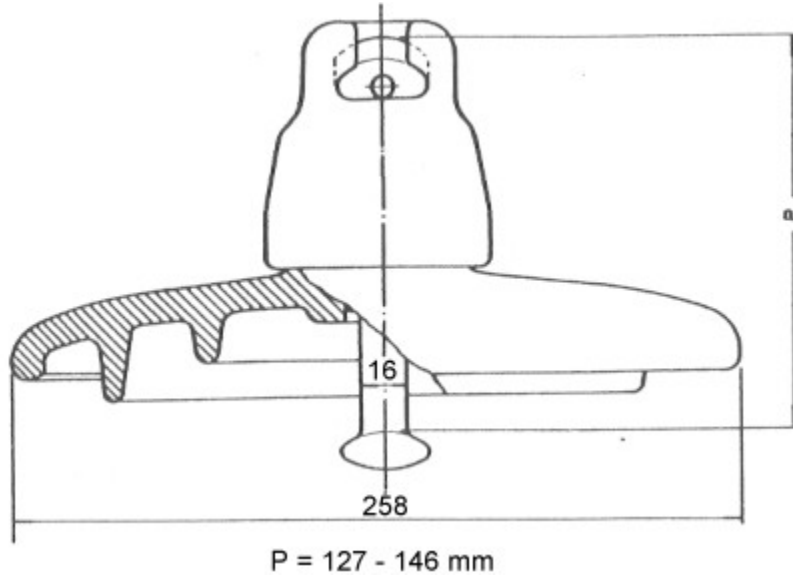
Tensión nominal normal de utilización 20 kV.

Longitud mínima de la línea de fuga 510 mm.

Carga mínima de rotura a la flexión 1.200 kg.

Peso neto aproximado 3,9 kg.

AISLADOR DE SUSPENSIÓN MODELO 1.512 (Vidrio templado)



Tensión de perforación en aceite 130 kV.

Longitud de la línea de fuga 291 mm.

Carga de rotura mecánica, mínima garantizada 12.000 kg.

Esfuerzo permanente normal 4.800 kg.

Peso neto aproximado 4,4 kg.

CARACTERÍSTICAS ELEMENTALES DE LAS CADENAS										
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vs	78	130	180	225	270	310	350	395	435	475
VI	45	80	115	150	185	215	250	290	325	360

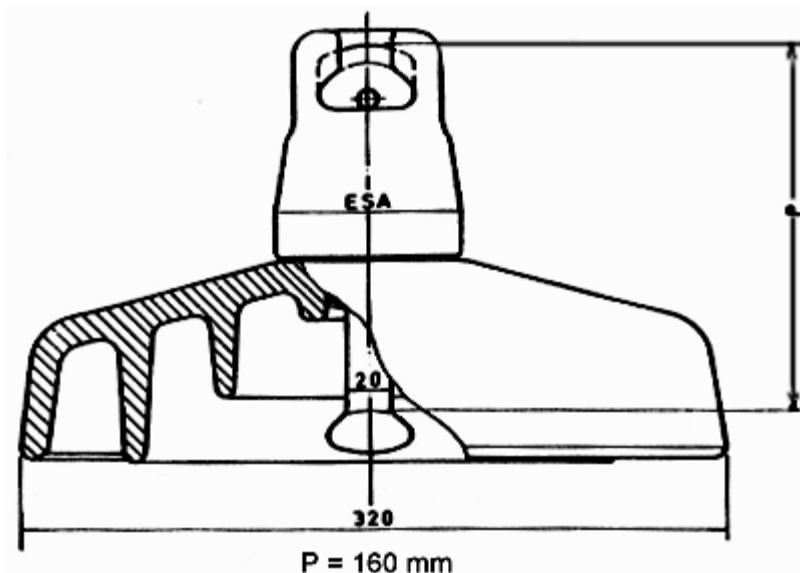
Donde:

N = Número de elementos por cadena.

Vs = Tensión de contorno en seco a frecuencia industrial en kV.

VI = Tensión de contorno bajo lluvia a frecuencia industrial en kV.

**AISLADOR DE SUSPENSIÓN MODELO 1.515-PPARA
ATMÓSFERAS CONTAMINADAS**



Tensión de perforación en aceite 130 kV.

Longitud de la línea de fuga 510 mm.

Carga de rotura mecánica, mínima garantizada 16.500 kg.

Esfuerzo permanente normal 6,600 kg.

Peso neto aproximado 8,3 kg.

CARACTERÍSTICAS ELEMENTALES DE LAS CADENAS										
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vs	100	170	235	305	370	425	490	540	595	650
VI	50	80	130	170	215	250	290	335	385	420

Donde: N = Número de elementos por cadena.

VS = Tensión de contorneo en seco a frecuencia industrial en kV.

VL = Tensión de contorneo bajo lluvia a frecuencia industrial en kV.

Ensayos de Aisladores:

Someter a los aisladores a una serie de ensayos nos permite comprobar si poseen las características mecánicas y eléctricas para las que han sido fabricados. Se analiza la calidad de la porcelana o del vidrio, la tensión de contorneo en seco o en lluvia, la tensión de perforación y la resistencia mecánica del aislador.

a) Ensayo de la calidad de la porcelana y del vidrio

Un ensayo elemental para darnos cuenta de la calidad de la porcelana y de su buena vitrificación consiste en romper el aislador y examinar las superficies de fractura, que deben ser brillantes y homogéneas y en ningún caso presentarán fisuras, oquedades o burbujas. Se comprueba también que el esmalte superficial esté exento de grietas, sea duro e inatacable por los agentes atmosféricos. También resulta interesante estudiar la porosidad de la porcelana y su variación con los cambios de temperatura.

Los aisladores de vidrio se analizan con luz ordinaria y polarizada, comprobando la ausencia de fisuras y de burbujas.

b) Ensayo de contorneo

En este ensayo se comprueba si la tensión de contorneo es realmente la especificada por el fabricante. Esta tensión es aquella en la que se produce un arco o descarga disruptiva por la superficie del aislamiento entre el soporte metálico y el conductor.

El ensayo se realiza sometiendo al aislador a una tensión cada vez más elevada entre la caperuza y el vástago, hasta que se produce el arco eléctrico; en ese momento estaremos ante la tensión de contorneo.

El ensayo se realiza también bajo lluvia artificial controlada con una inclinación de 45° sobre el aislador. La tensión de contorneo bajo lluvia es menor que en condiciones normales pero siempre debe ser superior a la tensión nominal de empleo del aislador.

Los aisladores se fabrican con el interior ondulado con el fin de aumentar la longitud que debe recorrer el arco eléctrico para que salte. Esta distancia se llama línea de fuga y es una característica fundamental en los aisladores.

c) Ensayo de perforación

La tensión de perforación es aquella en que se produce la rotura del aislador, ya que el arco eléctrico atraviesa el vidrio o la porcelana.

Con frecuencia industrial, la perforación del aislador no puede ser obtenida estando rodeado de aire, ya que saltaría el arco por la superficie y no por el interior. Por lo tanto se impide la formación del arco de contorno sumergiendo el aislador en aceite mineral, con lo cual se puede elevar la tensión de prueba hasta obtener la rotura o la perforación del aislador.

Como se puede apreciar esta es una simple y breve clasificación de los distintos ensayos que se le pueden realizar a los aisladores, de los ensayos arriba descritos como primera medida se montara en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf. Ltda. lo necesario para poder desarrollar el ensayo de Tensión de Contorneo en seco, ya que este nos permite saber en que estado se encuentra el aislador eléctricamente, siendo esta la propiedad mas importantes del aislador y se desarrollara también el ensayo de Tensión de Contorneo bajo lluvia. Con respecto a los otros ensayos en un futuro se analizará la posibilidad de desarrollar el ensayo de Tensión de Perforación, con respecto a los demás ensayos si bien son importantes se pueden considerar suplementarios para ensayos de rutina en aisladores.

Procedimiento de Ensayo de Aisladores para los Ensayos Eléctricos:

Requisitos generales para los ensayos de Alta Tensión:

- Los procedimientos de ensayo para tensiones de impulso atmosférico y para la tensión de frecuencia industrial deben estar conformes con la norma I.R.A.M 2280-1.
- Las tensiones de impulso atmosférico deben expresarse por sus valores de cresta estimados y las tensiones de frecuencia industrial deben expresarse como valores de cresta divididos por $\sqrt{2}$.
- Cuando las condiciones atmosféricas naturales en el momento del ensayo difieren de los valores normales, es necesario aplicar los factores de corrección.
- Los aisladores deben estar limpios y secos antes de comenzar los ensayos de alta tensión.
- Se deben tomar precauciones especiales para evitar la condensación sobre la superficie de los aisladores, especialmente cuando la humedad relativa es elevada. Por ejemplo, el aislador se debe mantener a la temperatura ambiente del lugar de ensayo durante un tiempo suficiente para alcanzar el equilibrio térmico antes de que comience el ensayo.
- Los intervalos de tiempo entre las aplicaciones consecutivas de la tensión deben ser suficientes para reducir los efectos de la aplicación precedente de la tensión durante los ensayos resistidos o de contorno.

Parámetros de la lluvia artificial para los ensayos bajo lluvia:

Se debe utilizar el procedimiento normal de ensayo bajo lluvia descrito en la norma I.R.A.M 2280-1. La lluvia artificial debe estar conforme con las exigencias de la I.R.A.M 2280-1.

Ensayos de Rutina (Norma I.R.A.M 2234-1)

Los ensayos de rutina están destinados a eliminar los aisladores defectuosos. Según lo establecido por la norma deja libertad para el fabricante o ensamblador de la cadena de aisladores la elección de los distintos ensayos de rutina a realizar. Como consideraciones generales se pueden enumerar:

Generalidades:

Todos los aisladores deben someterse a los siguientes ensayos:

1. Inspección visual
2. Ensayo mecánico de rutina.
3. Ensayo eléctrico de rutina.
4. Ensayo de rutina de choque térmico.

Nos dedicaremos a realizar y analizar los ensayos eléctricos de rutina, como así también se desarrollara el ensayo con tensión de frecuencia industrial bajo lluvia, que si bien la norma no lo considera dentro de los de rutina, considero que es necesario ensayar el aislador bajo esta forma climatologica ya que frecuentemente se sucederá este caso. Cabe mencionar que es de vital importancia conocer las características técnicas de los aisladores que se van a ensayar para poder determinar los valores de tensión a los que se los va a someter en los diferentes ensayos. Los ensayos según lo que describe la norma se detallan a continuación:

Ensayo Eléctrico de Rutina:

Los aisladores deben someterse a una tensión a frecuencia industrial. Para los aisladores de suspensión, la tensión se aplicará entre las partes metálicas.

La tensión de ensayo será suficiente como para provocar frecuentes contorneos (con una frecuencia de pocos segundos). La tensión que se aplicará será la tensión de contorneo en seco especificada por el fabricante para el tipo de aislador ensayado.

El tiempo de aplicación de la tensión de ensayo será durante tres a cinco minutos consecutivos. Todo aislador que se perfore durante este ensayo será eliminado.

Ensayo con Tensión de Frecuencia industrial bajo lluvia:

El circuito de ensayo debe satisfacer la exigencias de la norma I.R.A.M 2280-1.

Las características de la lluvia artificial deben satisfacer las exigencias de la norma I.R.A.M 2280-1.

La tensión de ensayo que debe aplicarse al aislador es la tensión resistida a frecuencia industrial bajo lluvia corregida eventualmente por las condiciones atmosféricas en el momento de realizar el ensayo.

La tensión se debe mantener en este valor durante un minuto.

Para determinar los criterios de aceptación se puede definir que un aislador se considera satisfecho si no se produce ningún contorneo o perforación.

Montaje del Laboratorio:

El laboratorio para ensayo de aisladores será un anexo del ya existente Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda.

Dentro del ya existente laboratorio se colocó una línea de alta tensión, con el objetivo de poder “tensionar” a los diferentes aisladores a ensayar, dicha línea como así también los aisladores fueron desmontados de unas líneas que se encontraban en el exterior del taller de Copetraf Ltda.. Para dicho desmontaje se tuvieron que realizar tareas de altura, teniendo en cuenta todas las medidas de seguridad correspondiente. El desmontaje de la línea se efectuó para poder reutilizar el material que se encontraba ahí, en desuso, por lo que se “bajaron”, cadenas de aisladores que fueron sometidas a ensayo, y la línea propiamente dicha. A continuación se puede apreciar distintas fotos (foto 2.1, foto 2.2) del trabajo de desarme de la línea en el exterior del taller de Copetraf Ltda.

Foto 2.1



Foto 2.2



Una vez obtenidos los materiales necesarios se realizo el montaje de la línea de Alta Tensión para los ensayos de los aisladores dentro del laboratorio de Mediciones, esta línea se colocó mediante una cadena de dos aisladores entre las columnas del laboratorio, según se puede apreciar en la siguiente foto (foto 2.3). Con el montaje de esta línea de alta Tensión no solo se obtiene el beneficio de poder ensayar un cantidad considerable de aisladores, sino que evita tener que utilizar cables desparramados por el piso para poder realizar el ensayo de Tensión Aplicada en Transformadores.

Foto
2.3



Ensayos realizados:

Ensayo Eléctrico de Rutina:

Para poder desarrollar este ensayo se confecciono el siguiente instructivo:

Instructivo para el Ensayo Eléctrico de Aisladores a Frecuencia Industrial en Seco

Para realizar la medición de Aisladores en Seco y a frecuencia industrial se debe seguir el instructivo que se detalla:

1. Los aisladores deben estar limpios y secos, es decir en condiciones de ensayo según lo establecido por la norma.
2. Se colocan el/los aisladores en la línea de arriba que será conectada a tierra, de las dos que se encuentran montadas en el laboratorio, sujetadolos con sus mismo perno o en su defecto con un material apropiado.
3. Se conecta la parte inferior del aislador a la línea inferior mediante un conductor apropiado (cable).
4. Se determina mediante la hoja de datos (Ver Anexo) del aislador la tensión de contorno en seco a frecuencia industrial que se debe aplicar.
5. Con el dato de la tensión de contorno se procede a la calibración del Explosor de esferas, recordando que la distancia de separación de las mismas se determinan mediante el valor de tensión que se va aplicar afectado por el valor de cresta ($\sqrt{2}$).
6. Se coloca a tierra la línea superior de sujeción de el/los aisladores.
7. Se determina el valor de tensión que se debe aplicar a través del Variac a los TV, recordando que la relación de transformación de los TV es de 1214.
8. Se aplica tensión mediante el Variac, marca Vtrans, donde el valor se observa en el voltímetro que se encuentra en el tablero de mediciones identificado como "voltímetro para tensión aplicada"
9. Una vez alcanzado el valor de tensión, se mantiene la misma durante un lapso de tiempo de tres a cinco minutos, donde se apreciara el sonido del contorno de el/ los aisladores.
10. En el caso que se produzca un "disparo" de la corriente, que se puede apreciar en el Amperímetro del tablero de medición indicado con la sigla "amperímetro de consumo general", se determina que el aislador no pasa el ensayo realizado. En caso

de no ocurrir el mencionado “disparo” de corriente el aislador es aceptado y se concluye que ha pasado con éxito el ensayo.

Nota: En el caso de ensayar varios aisladores se debe identificar el o los que provocan que se cierre el circuito y se establezca una corriente en el circuito.

11. Luego si el/los aisladores superaron el ensayo se vuelcan los datos del mismo al Protocolo correspondiente (Ver modelo en el Anexo).

Desarrollo del Ensayo:

Se siguieron los pasos establecidos en el instructivo para colocar los aisladores a ensayar en el laboratorio, lo que se puede apreciar en la Foto 2.4. Es importante destacar que no se presentaron inconvenientes importantes para poder desarrollar el ensayo, mas que nada en lo que respecta a fugas y a problemas de aislacion lo que si se pudo concluir es que al realizar el ensayo con todos los aisladores “colgados”, es beneficioso en tiempo si los aisladores se encuentran en optimo estado, pero en cambio si falla alguno, lo que se puede apreciar por el aumento de corriente que observamos en el amperímetro del tablero, debemos ir quitando de a uno del circuito hasta determinar cual o cuales son los que fallan lo que provocaría un desarrollo mas lento del ensayo.

Foto 2.4



Instructivo para el Ensayo Eléctrico de Aisladores a Frecuencia Industrial bajo lluvia:

Para realizar la medición de Aisladores a frecuencia industrial bajo lluvia se debe seguir el instructivo que se detalla:

1. Se coloca el aislador dentro de la cuba de ensayo bajo lluvia sujetándolo de la parte superior del mismo mediante el elemento adecuado que esta posee que no permite la conductividad eléctrica hacia la cuba.
2. Se coloca a Tierra el extremo inferior del aislador.
3. Se conecta el extremo superior del aislador a los TV.
4. Se calibra el rociador de agua para que las condiciones de lluvia sean las especificadas bajo norma.
5. Se coloca una bandeja debajo de la cuba para recoger el agua.
6. Se determina mediante la hoja de datos (Ver Anexo) del aislador la tensión de contorno a frecuencia industrial bajo lluvia, que se debe aplicar.
7. Con el dato de la tensión de contorno se procede a la calibración del Explosor de esferas, recordando que la distancia de separación de las mismas se determinan mediante el valor de tensión que se va aplicar afectado por el valor de cresta ($\sqrt{2}$).
8. Se determina el valor de tensión que se debe aplicar a través del Variac a los TV, recordando que la relación de transformación de los TV es de 1214.
9. Se comienza a aplicar la lluvia artificial mediante la aplicación de aire comprimido al tanque de agua que se encuentra junto con la cuba llevando la presión del aire a un valor aproximado de 1[Kg/cm²], para que se produzcan dentro de la cuba las condiciones de lluvia que especifica la norma.
10. Se aplica tensión mediante el Variac, marca Vatrans, donde el valor se observa en el voltímetro que se encuentra en el tablero de mediciones identificado como "voltímetro para tensión aplicada".
11. Una vez alcanzado el valor de tensión, se mantiene la misma durante un lapso de tiempo de un minuto, donde se apreciara el sonido del contorno del aislador.
12. En el caso que se produzca un "disparo" de la corriente, que se puede apreciar en el Amperímetro del tablero de medición indicado con la sigla "amperímetro de consumo general", se determina que el aislador no pasa el

ensayo realizado. En caso de no ocurrir el mencionado “disparo” de corriente el aislador es aceptado y se concluye que ha pasado con éxito el ensayo.

13. Luego se vuelcan los datos del ensayo en el protocolo correspondiente.

Desarrollo del Ensayo:

Para el desarrollo de este ensayo se llevo a cabo el instructivo arriba confeccionado. Es de destacar que hubo inconvenientes debido a varios factores, en primer lugar hubo inconvenientes con la simulación de lluvia dentro de la cuba ya que se trato de evitar de colocar cualquier elemento conductor dentro de la misma, debido a esto es que se realizo un tanque exterior a la cuba donde se inyecta aire a presión lo que hace que a través del rociador que se encuentra dentro de la cuba se produzca la lluvia requerida dentro de la misma. Por lo que se puede concluir que el primer problema que era como simular las condiciones de lluvia se soluciono inyectando aire a presión al tanque.

El segundo problema ocasionado fue como regular la salida de agua para que la simulación fuera acorde a lo establecido por la norma, esto se logro mediante la apertura del pico del rociador y el control a través de un manómetro de la presión del aire que se inyecta al tanque.

Una vez solucionados los problemas de lluvia, se solucionaron los problemas de aislacion y fugas debido a que el agua es un elemento conductor, para esto se coloco un aislador pequeño del tipo “pasacable”, lo que permite aislar la sujeción del aislador de la sujeción del mismo hacia la cuba. En la cuba también se colocaron aisladores para baja tensión del tipo de “transformadores” en las dos entradas de cables, tanto en el de alimentación como en el de tierra para que sea indistinto el lugar de alimentación. En los que respecta a los cables se utilizaron cables siliconados.

Cabe mencionar que se llevo a este “modelo final” en lo que respecta a la aislacion después de haber probado varias veces con distintas disposiciones y diferentes materiales. A continuación se pueden apreciar una serie de fotos del ensayo donde principalmente observamos en la Foto 2.5, la disposición de los aisladores en la cuba en la Foto 2.6 el ensayo propiamente dicho.

Foto 2.5



Foto 2.6



Es importante destacar que se adjunta a este trabajo un CD, que contiene pequeñas filmaciones de los ensayos realizados donde se podrán apreciar los contorneos de los aisladores como así también el arco que se produciría entre las esferas de los Explosores en caso que la tensión que se aplique sea mayor a al la que se indica como de contorneo en la hoja de los datos característicos del aislador a analizar.

Aisladores ensayados durante el mes de Agosto:

Durante el mes de Agosto y mediante el desarrollo arriba descripto se comenzaron a ensayar aisladores en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda., a continuación se puede apreciar un desarrollo estadístico de los aisladores ensayados, donde cabe mencionar que durante este mes no se pudo concluir con los ensayos bajo lluvia de la totalidad de ellos por razones de tiempo, los resultados son los que se detallan a continuación:

<u>Fecha</u>	<u>Cliente</u>	<u>Marc a</u>	<u>Tipo</u>	<u>Resultado en Seco</u>	<u>Resultado en Lluvia</u>	<u>Observa c.</u>
05/08/04	Copetraf Ltda.	Ansco	523R	Satisfactorio	No se realizo	
05/08/04	Copetraf Ltda.	Ansco	523R	Satisfactorio	No se realizo	

10/08/04	Copetraf Ltda.	Ansco	523R	Satisfactorio	No se realizo	
10/08/04	Copetraf Ltda.	Fapa	ALS 254	Insatisfactorio	No corresponde	1
12/08/04	Copetraf Ltda.	Fapa	ALS 255	Satisfactorio	Satisfactorio	
12/08/04	Copetraf Ltda.	Fapa	ALS 256	Satisfactorio	No se realizo	
19/08/04	Copetraf Ltda.	Fapa	ALS 257	Satisfactorio	No se realizo	
19/08/04	Copetraf Ltda.	Fapa	ALS 258	Satisfactorio	No se realizo	
19/08/04	Copetraf Ltda.	Fapa	ALS 259	Satisfactorio	No se realizo	
27/08/04	Copetraf Ltda.	Fapa	ALS 260	Satisfactorio	No se realizo	
27/08/04	Copetraf Ltda.	Fapa	ALS 261	Satisfactorio	No se realizo	

1. Se determina que se encuentra perforada la aislacion interna del aislador ya que no se puede determinar visualmente un camino de fuga de corriente exterior sobre las campanas del aislador, por lo tanto no corresponde realizar el ensayo bajo lluvia.

Se determino una corriente de fuga de aproximadamente 70 [A].

Los resultados individuales de cada aislador se aprecian en el protocolo que se encuentra en el anexo.



Trabajo Final

INFORME PASANTIA **“MES DE SEPTIEMBRE”** **EN COPETRAF LTDA.**

Autor: La Frossia, Alfonso Agustín.-

Matricula: 8581.-

Carrera: Ingeniería Eléctrica.-

Informe Pasantia Mes de Septiembre

Objetivos:

En este tercer mes de pasantia en la empresa Copetraf Ltda., se plantearon los siguientes objetivos a cumplir:

- Continuar desarrollando el análisis de las perdidas en el Cobre y en el Hierro del parque de transformadores ensayados a lo largo del mes para poder efectuar un análisis estadístico y determinar dentro de las posibilidades que marcas son las que frecuentemente se encuentran por sobre los valores de norma.
- Realizar un informe sobre el montaje en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda., de un sector para realizar ensayos de Aislacion en Alta Tensión de Pértigas. Además de realizar el montaje se realizarán los ensayos correspondientes de acuerdo a las normas IEC que los rigen.
- Realizar una presentación de los datos obtenidos mediante las mediciones en forma de Protocolo de la pértiga ensayada bajo un formato de fácil lectura.
- Realizar un análisis estadístico de las pértigas ensayadas durante el mes bajo un formato que permita su continuidad durante los meses siguientes.
- Continuar con el desarrollo de las mediciones de aislacion en Alta Tensión de aisladores de acuerdo a los requerimientos de Copetraf Ltda. y continuar con el formato de análisis estadístico de los mismos, como así en la mejora continua del ensayo mediante los elementos utilizados en el mismo para disminuir las posibilidades de fugas, pérdidas, etc.

Introducción:

Debido a los objetivos arriba mencionados en este informe se podrá observar un análisis estadístico de las pérdidas tanto en el hierro como el cobre de los transformadores ensayados durante el mes como así también se podrá observar la cantidad de estos y la cantidad de los que fallaran en los diferentes ensayos correspondiente.

Se podrá observar también la continuidad de los ensayos en aisladores donde se completaron los ensayos bajo lluvia de los que no se habían podido realizar durante el mes anterior y poder así completar el protocolo correspondiente.

Se desarrolla un informe detallado sobre el montaje en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf. Ltda. de un sector de mediciones de aislacion en Alta Tensión para pértigas donde se desarrollaran los ensayos tanto en seco como bajo lluvia. Y se desarrollara también una breve descripción técnica de que son y para que se usan las pértigas. Con los resultados de los ensayos se realizara un Protocolo que permita conocer los datos más significativos de la pértiga y se realizara a medida que aumente el número de pértigas ensayadas un análisis estadístico comparativo de los valores obtenidos.

Transformadores ensayados durante el mes de Septiembre:

En el mes de Septiembre se ensayaron los siguientes transformadores en el laboratorio de Mediciones de Copetraf Ltda., los resultados de los diferentes ensayos como de las mediciones de pérdidas realizadas se pueden observar a continuación:

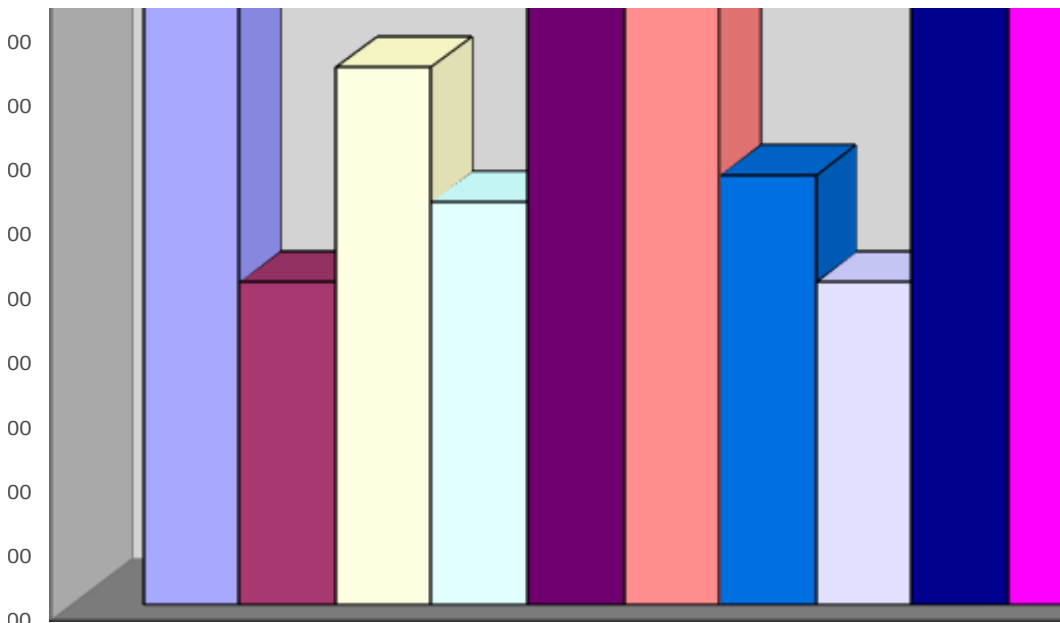
<u>Fecha</u>	<u>Cliente</u>	<u>Marca</u>	<u>Poten- cia</u>	<u>Nº Fab.</u>	<u>Perdi- das Fe</u>	<u>Perdi- das Cu</u>	<u>Obser.</u>
01/09/04	E.D.E.A. S.A	Miras	160	3106	461,92	1729,9 5	
01/09/04	E.D.E.A. S.A	Vasile	250	4029	*****	*****	No Pasa
02/09/04	E.D.E.A. S.A	Faraday	160	862,03	624.8	3480.5	T1657
02/09/04	E.D.E.A. S.A	Mecon	16	1729	152.4	512.30	T3531
03/09/04	E.D.E.A. S.A	Vasile	63	4167	117,44	364,37	T0965
03/09/04	Copetraf	Electrodine	100	31458	*****	*****	No Pasa
03/09/04	E.D.E.A. S.A	Otem	10	135	104,04	238,81	T0480
03/09/04	San Manuel	Miron	25	41568	220,69	597,51	
03/09/04	T. Lauquen	Miron	10	1914,8	47,49	258,8	
03/09/04	E.D.E.A. S.A	Faraday	16	4883,3	106,15	324,52	
03/09/04	E.D.E.A. S.A	Weasthinghouse	100	15746	444,42	1548,8	T3212
08/09/04	E.D.E.A. S.A	Askold	200	203	934,08	2023,1	
08/09/04	E.D.E.A. S.A	Miron	315	10651	912,42	4906,3	T1531
08/09/04	Mar del sur	T. Czerweni	40	530277	126,55	740,87	
08/09/04	B. Juarez	Otem	10	323	87,36	245,64	T2565
09/09/04	E.D.E.A. S.A	Electrodine	3	3937	15,44	81,18	3122
09/09/04	E.D.E.A. S.A	Electrodine	16	7434,1	132,56	185,91	2428
09/09/04	E.D.E.A. S.A	Faraday	315	87917	751,49	2310,2	
10/09/04	E.D.E.A. S.A	Siam	10	12147	98,66	247,86	431
10/09/04	E.D.E.A. S.A	Miron	315	18552	850,95	3492,8	T0321
14/09/04	E.D.E.A. S.A	T.T.E.	10	4756	68,89	233,72	T0432
14/09/04	T.LAUQUEN	Mecom	5	1118	38,85	141,44	T4052
14/09/04	E.D.E.A. S.A	Electrodine	63	31498	374,15	973,06	T2926
14/09/04	E.D.E.A. S.A	Faraday	16	4087,1	106,13	313,13	
15/09/04	T.LAUQUEN	Miron	10	15686	106,88	186,61	T0950
16/09/04	E.D.E.A. S.A	Mirón Boselli	160	11568	509,23	3361,1	
16/09/04	E.D.E.A. S.A.	Mirón	200	10613	664,18	3906,4	T4719
16/09/04	E.D.E.A. S.A	Electrodine	100	31414	505,21	1291,4	T3007

16/09/04	E.D.E.A. S.A	Siam	10	8244	91,56	262,62	T2538
20/09/04	E.D.E.A. S.A	Cegelec	200	9296	554,41	2245,1	T2732
20/09/04	E.D.E.A. S.A	Faraday	315	484701	874,11	3720,2	T2365
20/09/04	E.D.E.A. S.A	Faraday	25	408813	199,28	441,64	T1151
20/09/04	E.D.E.A. S.A	Miron	160	23807	570,69	2132,3	T3193
21/09/04	E.D.E.A. S.A	Siam	16	13673	*****	*****	No Pasa
23/09/04	E.D.E.A. S.A	Siam	25	862	231,33	592,63	
23/09/04	E.D.E.A. S.A	Let	10	1774	63,18	293,29	
24/09/04	E.D.E.A. S.A	Cegelec	160	13160	499,19	1641,1	T1291
27/09/04	E.D.E.A. S.A	T.T.E.	200	200/15	730,78	1728,8	T1824
27/09/04	E.D.E.A. S.A	A.E.G.	5000	3806	*****	*****	No Pasa
28/09/04	OTAMENDI	Transformar	25	921	199,77	1124,5	T4819
28/09/04	V. GESELL	Sitran	10	1960	71,34	244,44	
29/09/04	CRETAL	Siam	10	603002	61,14	82,07	T2591
29/09/04	EDEA	Siam	16	13712	120,15	431,72	
30/09/04	EDEA	T.T.E.	25	40964	126,24	557,11	
30/09/04	EDEA	Electrodine	200	30680	728,95	1568,3	
30/09/04	CRETAL	Miron	16	32883	88,87	427,06	T4822
30/09/04	MERCADO	T.Czerweni	800	440222	1076,1	13041	
30/09/04	E.D.E.A. S.A	T.T.E.	315	1976	979,27	2676,0	T4421

- **Nota:** Según se aprecia en la planilla en la parte de observaciones se detalla con la leyenda **No pasa**, a aquellos transformadores que registraron falla en alguno de los ensayos realizados, con la sigla (T) + (un numero) + (C) + (otro numero), a los transformadores que superaron exitosamente todos los ensayos y pertenecen a E.D.E.A. S.A.

A continuación podremos apreciar un análisis de los valores de pérdidas de potencia de los distintos transformadores medidos a lo largo del mes, al igual que el realizado el mes anterior con el fin de poder comparar los mismos análisis a lo largo del transcurso de los meses. El desarrollo correspondiente a este mes es el siguiente:

Al analizar los valores de perdidas de potencia en los transformadores ensayados se pudo observar que de 48 transformadores ensayados, 25 poseían exceso en los valores de perdidas en el Hierro y 7 poseían exceso en los valores de perdidas en el Cobre, si comparamos estos valores con los del mes anterior podemos observar que el “parque” de transformadores ensayados a lo largo del mes arroja valores bastante mas negativos que el mes anterior. Debido a esto es que se le comunico nuevamente al Depto. De Bobinado sobre las precauciones que debían tener para el armado de los núcleos en los transformadores que habían sido rebobinados, pero el encargado del Depto., manifestó que ellos habían tenido las precauciones del caso, y que se sospechaba que el problema de exceso de perdidas en el hierro se debía a diseños constructivos de ciertas marcas, debido a esto se me solicito hacer un estudio comparativo entre las marcas de los transformadores que poseían exceso en los valores de las perdidas en el Hierro, de características similares al realizado para comparar los transformadores a lo largo del mes. El mismo se detalla a continuación:



Del desarrollo arriba efectuado podemos obtener algunas conclusiones, en un principio se debe aclarar que las marcas tomadas y los valores porcentuales no son totalmente representativas del parque de transformadores que habitualmente se reparan en Copetraf Ltda., pero igualmente como para iniciar un pequeño análisis sobre las marcas que poseen mayores valores de perdidas en el Fe, se puede considerar aceptable, igualmente esto seria el principio de un análisis a efectuar en los meses siguiente. Cabe mencionar que se han representado las cantidades de transformadores con exceso de perdidas en el Fe, en forma porcentual con respecto a la cantidad de transformadores medidos en el mes, del grafico se desprende que las marcas, Askold, Mirón Boselli, Otem, Transformar y Westinghouse todas las maquinas medidas en este mes han estado excedidas en los valores de perdidas en el Fe, lo que provoca ha realizar en los meses siguientes un análisis cada vez mas

exhaustivo de estas marcas en los meses siguientes en lo que respecta a este tema, con el fin de analizar los diseños propios de los transformadores de las marcas mencionadas.

Aisladores ensayados durante el mes de Septiembre:

Con el objetivo de darle la continuidad requerida por la administración de Copetraf Ltda., se continuó con el desarrollo de los ensayos en aisladores según lo expresado en el informe anterior. Es importante destacar que se continuó con los ensayos sobre los aisladores que faltaban en el mes anterior, es decir los ensayos bajo lluvia, debemos recordar que uno de los once aisladores solicitados a Copetraf Ltda. Para ensayar había fallado en el primer ensayo, es decir el ensayo en seco y por lo tanto no corresponde el ensayo siguiente, el ensayo bajo lluvia, los resultados se detallan a continuación en la siguiente tabla:

Fecha	Cliente	Marca	Tipo	Resultado en Seco	Resultado en Lluvia	Observa c.
03/09/04	Copetraf Ltda.	Anscó	523R	Satisfactorio	Satisfactorio	
03/09/04	Copetraf Ltda.	Anscó	523R	Satisfactorio	Satisfactorio	
08/09/04	Copetraf Ltda.	Anscó	523R	Satisfactorio	Satisfactorio	
09/09/04	Copetraf Ltda.	Fapa	ALS 254	Insatisfactorio	No corresponde	1
13/09/04	Copetraf Ltda.	Fapa	ALS 255	Satisfactorio	Satisfactorio	
16/09/04	Copetraf Ltda.	Fapa	ALS 256	Satisfactorio	Satisfactorio	
21/09/04	Copetraf Ltda.	Fapa	ALS 257	Satisfactorio	Satisfactorio	
21/09/04	Copetraf Ltda.	Fapa	ALS 258	Satisfactorio	Satisfactorio	
23/09/04	Copetraf Ltda.	Fapa	ALS 259	Satisfactorio	Satisfactorio	
23/09/04	Copetraf Ltda.	Fapa	ALS 260	Satisfactorio	Satisfactorio	
29/09/04	Copetraf Ltda.	Fapa	ALS 261	Satisfactorio	Satisfactorio	

Los resultados definitivos del grupo de aisladores propuestos para ser ensayados se pueden apreciar en el anexo.

Ensayos en Alta Tensión para Pértigas:

Objetivo:

En esta parte del desarrollo de la pasantia se propone realizar un desarrollo informativo sobre los distintos tipos de pértigas existentes y sobre sus aplicaciones de uso. Además con el objetivo de informar a sus clientes y poder brindar un nuevo servicio se solicita desarrollar un informe sobre los distintos tipos de ensayos en Alta Tensión que se le deberían realizar a las pértigas. Debido a lo solicitado por el Consejo de Administración de la Copetraf Ltda., se plantea como objetivo desarrollar un sector en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas donde se puedan desarrollar básicamente dos tipos de ensayos para pértigas uno en condiciones ambientales “normales” (ensayo en seco) y otro para condiciones climáticas desfavorables (ensayo bajo lluvia), además se debe confeccionar un instructivo para realizar las mediciones correspondientes como así también un protocolo tipo que será entregado al cliente con el resultado de los ensayos realizados a las pértigas que son de su pertenencia.

Introducción:

En esta parte del informe se podrá observar una breve descripción de los elementos utilizados para maniobras en líneas, llamados pértigas, podremos observar distintos tipos y distintas utilidades de estas. Por otra parte se podrá observar el desarrollo del montaje dentro del Laboratorio de Mediciones Eléctricas de un sector para el ensayo de las pértigas y una breve descripción de la construcción de los elementos necesarios para los ensayos antes mencionados. Por último se realizara un instructivo explicando detalladamente los pasos a seguir para realizar los ensayos y se mostrara el formato del protocolo que se entregara al cliente con los resultados obtenidos.

Consideraciones generales sobre pértigas:

Usos:

Se utilizan para realizar tareas tales como, apertura de seccionadores, instalación de equipos de puesta a tierra, verificación de existencia de tensión acoplándole detectores, tijeras de corte, perfiladores, etc.

No son aptas para permanecer bajo tensión durante períodos prolongados.

La longitud total de la pértiga quedará definida en función de la aislación requerida y del alcance físico. Se define como longitud efectiva a la distancia comprendida entre el anillo límite y la parte metálica más próxima del puntero.

Durante la operación la mano jamás deberá ubicarse encima del anillo.

Longitudes recomendadas en función del nivel de tensión:

Tensión de línea [kV.]	Longitud efectiva [m.]
13,2	1,0
33	1,5
66	2,0
132	2,5

En función de sus características de utilización las podemos clasificar en:

➤ **Pértigas acoplables:**

Características constructivas y material de fabricación:

■ **Tubo:** Resina reforzada con fibra de vidrio con núcleo de espuma de poliuretano de alta densidad.

■ **Acoples:** Aleación de aluminio y plomo.

■ **Cabezales:** **Hexagonal: aleación de aluminio y/o material sintético. Trinquete y universal: Aleación de aluminio y/o**

material sintético.

■ **Empuñaduras:** **Caucho SBR con carga vegetal,**
no conductivo.

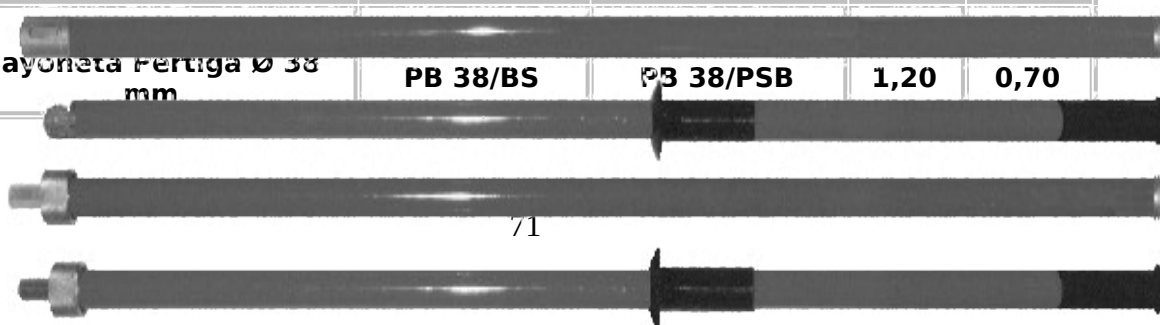
■ **Guardamanos:** Caucho SBR con carga vegetal, no conductivo.

A continuación podemos apreciar ejemplos de un proveedor de pértigas, como se constituyen y de que forma se puede realizar los acoples.

Se proveen en uno o varios tramos, se vinculan entre sí a través de un perno hexagonal de 21 [mm.] entre caras y una tuerca con rosca métrica DIN 103-P6 serie normal. Si bien se pueden proveer de cualquier longitud, las normales son: 0,7 [m], 1 [m], 1,5 [m], 2 [m], 2,5 [m], y 3 [m].

Los cabezales deberán ser acordes a los que poseen los accesorios a utilizar.

Tipo de cabezal	Modelo Tramos Base	Modelo Tramos Prolongación	Peso por metro [kg.]	Peso por metro extra [kg.]
Hexagonal Pértiga Ø 38 mm	PH 38/BS	PH 38/PS	1,20	0,70
Universal Pértiga Ø 32 mm	PU 32/BS	-	0,85	0,50
Universal Pértiga Ø 38 mm	PU 38/BS	PH 38/PSU	1,20	0,70
Trinquete Pértiga Ø 38 mm	PTQ 38/BS	PH 38/PSTQ	1,20	0,70
Bayoneta Pértiga Ø 38 mm	PB 38/BS	PB 38/PSB	1,20	0,70

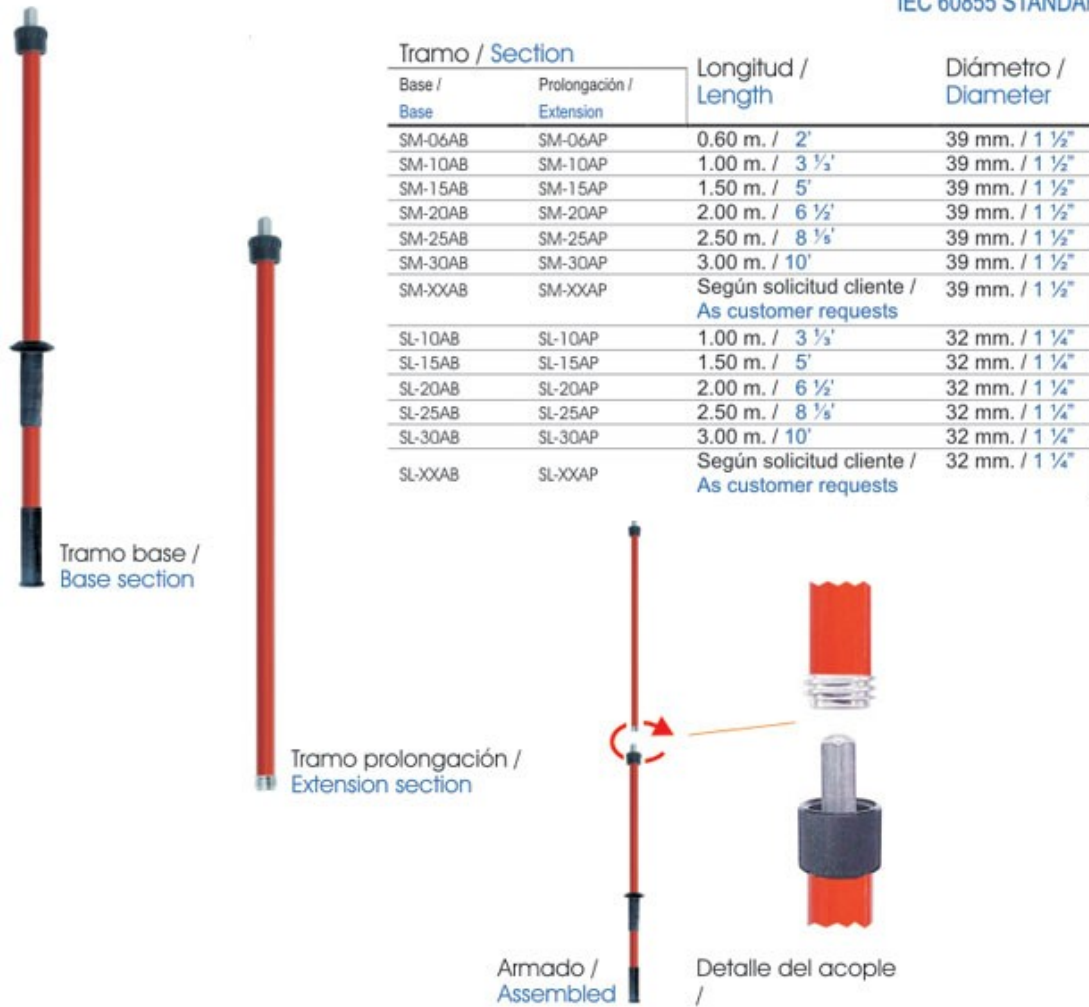


Ejemplo:

Si desea una pértiga de 4,5 m. en tres tramos de 1,5 m. con puntero hexagonal; utilizando el cuadro:


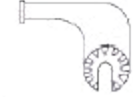
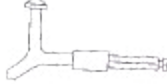



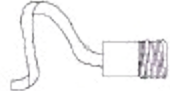

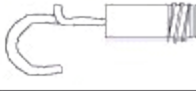
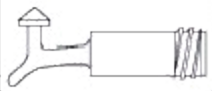
Descripción	Modelo	Longitud
• Tramo Base	PH 38/15/BS	1,5 [m.]
• Tramo prolongación intermedio	PH 38/15/PSI	1,5 [m.]
• Tramo superior	PH 38/15/PSH	1,5 [m.]
Adicionales: Adaptador hexagonal, cruz de maniobra, funda y paño siliconado		

Ahora se podrá apreciar otros tipos de pértigas acoplables con otros tipos de datos que se han podido obtener a través de la investigación, también en la figura se puede apreciar valores característicos dados por este fabricante para realizar el pedido y como se puede apreciar en el informe se pueden obtener mediante el acople de los diferentes tramos pértigas desde 0.6 [m] a 3 [m] de longitud aproximadamente de acuerdo a las necesidades.





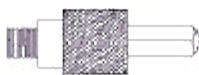


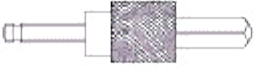
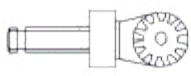


Por último en lo que respecta a las pértigas acoplables podemos apreciar en la siguiente figura distintos tipos de acoples, accesorios y adaptadores, cabe mencionar que aparte de estos que se aprecian en la figura pueden existir otros para distintos tipos de usos especiales. A continuación se aprecia la figura:

ACCESORIOS PARA PÉRTIGAS

Denominación	Modelo	Apto para aplicarse a pértiga con cabezal	Esquema
Cruz de maniobra roscada	GR	roscado 1/2 BSP	
Cruz de maniobra universal	GU	Universal	
Cruz de maniobra a trinquete	GT	Trinquete	
Hoja de corte giratorio	HCGU	Universal	
Gancho giratorio	GGU	Universal	
Gancho en espiral	GEU	Universal	
Gancho en espiral	GER	Roscado 1/2 BSP	
Espejo de aumento	EAU	Universal	
Cruz de maniobra hexagonal	CMH	Hexagonal	
Gancho hexagonal plástico	GHP	Hexagonal	

ADAPTADORES PARA PÉRTIGAS

Pértiga con cabezal tipo	Esquema	Accesorio cabeza
Hexagonal		Roscado
Hexagonal		Unive
Hexagonal		Bayon
Hexagonal		Trinqu
Roscado 1/2 BSP		Hexag
Roscado 1/2 BSP		Bayon
Roscado 1/2 BSP		Unive
Trinquete		Hexag
Trinquete		Unive

➤ ■ Pértigas telescópicas

Este tipo de pértigas son utilizables cuando no se requieren longitudes muy largas ni para trabajos de elevados niveles de tensión, tienen como principal ventaja frente a las acoplables que son de muy fácil manejo y se pueden transportar en vehículos pequeños, generalmente se puede utilizar para el recambio de fusibles aéreos de Baja Tensión, para detectar la presencia de Tensión a través de la colocación de un detector en su extremo. A continuación se puede ver algunas descripciones técnicas de este tipo de pértigas.

	Longitud extendida / Extended length	Longitud replegada / Folded length	Tramos / Sections
TL-150-2	1.50 m. / 5'	0.90 m. / 3'	2
TL-200-2	2.00 m. / 6 1/2'	1.15 m. / 3 3/4'	2
TL-300-2	3.00 m. / 10'	1.65 m. / 5 1/2'	2
TL-400-3	4.00 m. / 13'	1.50 m. / 5'	3
TL-450-3	4.50 m. / 15'	1.65 m. / 5 1/2'	3
TL-480-3	4.80 m. / 16'	1.75 m. / 5 3/4'	3
TL-480-4	4.80 m. / 16'	1.45 m. / 4 3/4'	4
TL-540-3	5.40 m. / 18'	2.00 m. / 6 1/2'	3
TL-600-3	6.00 m. / 20'	2.10 m. / 7'	3
TL-600-5	6.00 m. / 20'	1.46 m. / 4 3/4'	5
TL-750-6	7.50 m. / 25'	1.50 m. / 5'	6
TL-900-7	9.00 m. / 30'	1.56 m. / 5'	7
TL-1050-8	10.50 m. / 35'	1.60 m. / 5 1/4'	8

H: Hexagonal / Hexagonal T: Trinquete / Ratchet U: Universal / Universal

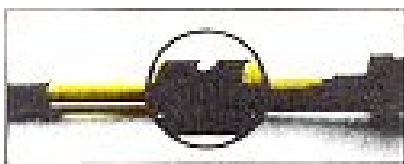
* Agregar a todos los modelos de pértigas, la letra del tipo de acople /
* Add to all models of hot sticks, the letter of splice type

NORMA IEC 60855
IEC 60855 STANDARD

Detalle de acople / Detail of

Extendida / Extended

Otra forma de denominar a las pértigas telescópicas es la de pértigas tipo “**escopeta**” a continuación se puede apreciar algunas especificaciones técnicas mas de este tipo de pértigas, las cuales indican que los modelos telescopios pueden extenderse para igualar todas las longitudes. Generalmente con dos pértigas Escopeta telescópica se tendrá a mano todas las longitudes de uso más común. Desde 5´ (1.52m) (longitud retraída) hasta 17-1/2 (5.33 mts) (longitud extendida), en la imagen siguiente se podrá ver el ensamble que le da origen a su nombre de telescópica y en la otra imagen se puede apreciar a este tipo de pértigas en forma extendida.



Detalle de Pértiga Telescópica.



Pértiga Telescópica extendida.

➤ •Pértigas de gancho retráctil:

Según se podrá apreciar en las siguientes especificaciones técnicas este tipo de pértigas es muy utilizado para las diferentes maniobras a realizar en líneas aéreas.



Usos:

Están destinadas a la instalación y remoción de dispositivos que posean un ojal, pudiéndose emplear también para guiar y desplazar piezas.

Características:

Se construyen en un solo tramo de longitudes variables en función del alcance físico y tensión de servicio.

La apertura y cierre del gancho se realiza a través de una varilla maciza de material sintético reforzado con fibra de vidrio.

El gancho, la cremallera y los gatillos se construyen en latón, y la corredera en aluminio.

Especificaciones:

Estas pértigas están diseñadas para una tensión de servicio de hasta 33 [kV./50 Hz], cumpliendo con los requerimientos de la especificación ESI Std 26-1, como así también con la norma 19 EDF, tanto para los requisitos mecánicos como dieléctricos. A continuación se aprecia una síntesis de los distintos modelos de este tipo de pértigas, y se especifica también su longitud, el diámetro del tubo y también su peso aproximado este es un dato a tener muy en cuenta al analizar una compra de pértigas debido a que tienen que ser de fácil movilidad ya que el operario debe poder operar sin dificultades desde una escalera o desde un hidroelevador.

Modelo	Longitud [m.]	Tubo diámetro [mm.]	Peso aprox. [kg.]
PGE 32/15	1.5	32	1.75
PGE 32/18	1.8	32	1.85

PGE 32/20	2.0	32	2.00
PGE 32/25	2.5	32	2.25

Dentro de este tipo de pértigas hay distintos modelos y distintas formas de clasificarlos a estos. A continuación vemos un modelo de pértigas aislantes para maniobra de seccionadores, estos son aislantes en tubo de fibra vidrio (vitroresina) para la maniobra de seccionadores. Longitud estándar, con tope posamanos, gancho de maniobra metálico, record rápido de unión de los diferentes elementos. Estas se aprecian en la siguiente figura.



Como ya se ha mencionado hay distintos tipos y formatos de un mismo estilo de pértigas pero por sobre todas las cosa hay que destacar que la principal función de la pértigas de tipo gancho retráctil, es la de tomar ojales con seguridad y en trabajos con tensión. A continuación se aprecian algunas especificaciones técnicas más de este tipo de pértigas.

	Longitud / Length	Diámetro / Diameter
GRE-150	1.50 m. / 5'	32 mm. / 1 ¼"
GRE-180	1.80 m. / 6'	32 mm. / 1 ¼"
GRE-240	2.40 m. / 8'	32 mm. / 1 ¼"
GRE-300	3.00 m. / 10'	32 mm. / 1 ¼"
GRE-XXX	Según solicitud de cliente / As customer requests	32 mm. / 1 ¼"


NORMA IEC 60855
IEC 60855 STANDARD



* También disponibles en otras longitudes, en la sección herramientas para trabajos con tensión /

- ■Pértigas de usos especiales:

Pertigas aislantes para equipo de puesta a tierra:

Estas son pértigas aislantes, en tubo de fibra de vidrio (vitroresina) para la colocación de las pinzas de contacto del equipo de puesta a tierra. Posen una longitud estándar y se le pueden acoplar tope posamanos, poseen terminación para diferentes modelos de cabeza según pinzas a utilizar y permitir la posibilidad de una unión rápida.

Se utiliza tanto para modelos a utilizar en ausencia de lluvia o con presencia de este factor climático, se encuentran fabricadas con tubo conforme según la Norma Internacional **CEI IEC 855**.



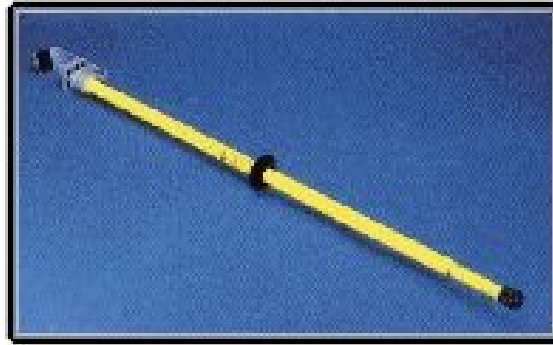
Pértigas aislantes con acoples para usos especiales

Estas son pertigas aislantes de salvamento, las cuales se pueden utiliza para cortar ramas con sus accesorios, para la limpieza de centros y aisladores con el accesorio del cepillo.



Pértiga tipo EF 30:

Estas son pértigas extractora de fusibles de MT con aislamiento de 30 [KV]. La pinza de cierre esta realizada en vitroresina con un dispositivo de cierre que permite y garantiza el perfecto agarre del cartucho, impidiendo que se pueda soltar, haciendo que este modelo de pértigas sea de uso fundamental en las maniobras en este nivel de tensión.



Bastón de descarga:



Usos:

Se utiliza para provocar la descarga electrostática de conductores. Cuando se trabaje en líneas subterráneas de media tensión, aún después de haber cortado el servicio, pueden quedar cargas residuales debido al efecto capacitivo. Si bien debido a la escasa energía disponible es poco probable que alguien se electrocute, no tiene sentido someterse a riesgos innecesarios.

Características técnicas:

El bastón de descarga consta de una punta de latón adosada a una pértiga aislante de 38 [mm], de diámetro y 1,5 [m] de longitud, cabe mencionar que las dimensiones son aproximadas ya que pueden variar de acuerdo a la marca. De la punta se deriva un cable de cobre extraflexible envainado en PVC cristal de 6 [mm²] y 3 [m] de longitud, el otro extremo del cable se conecta a una mordaza que se vinculará a la tierra del sistema. A continuación se aprecian algunas especificaciones técnicas de este tipo de pértiga.

Modelo	Longitud [m.]	Tubo diámetro [mm.]	Peso aprox. [kg.]
BD-15	1,5	38	2
BD-18	1,8	38	2,3

Pértigas con suplemento para lluvia:

Este tipo de pértigas según se aprecia en las especificaciones técnicas a continuación, son de uso prácticamente obligatorio en caso de tener que realizar maniobras bajo lluvia, estas pértigas poseen deflectores “cortagotas” que hacen que el trabajo se pueda realizar en forma segura pese a la condición climática desfavorable. Estos suplementos se colocan en el último tramo de pértiga. Se proveen en estuches de PVC rígidos, para asegurar su conservación.



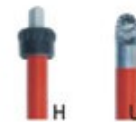
El uso ocasional de estos suplementos (sólo en días de lluvia) y la conservación en estuches rígidos, asegura el estado óptimo de aislación de los mismos.

The occasional use of these auxiliaries (only on rainy days) and the conservation in rigid cases, ensures the optimal state of their insulation.



	Tensión de trabajo / Working voltage	Cantidad de deflectores / Quantity of skirts
AC.LM15	Hasta 15 kV. / Up to 15 kV.	4
AC.LM36	Hasta 36 kV. / Up to 36 kV.	8

* Agregar la letra del tipo de acople /
* Add the letter of splice type



Pértigas de Largo Alcance:

Esta es otra forma de denominar las pértigas que se utilizan para maniobras en líneas de Alta Tensión, la denominación largo alcance se refiere fundamentalmente a propiciar una longitud acorde al nivel de Tensión en el cual se va a realizar la maniobra. En este modelo cabe mencionar que la cabeza es resistente y diseñada para descarga tipo corona. A continuación se puede apreciar este tipo de pértigas.



Pértiga cortadora de cable:

Se utilizan par cortas ASCR y conductores de alambre suave. Se pueden utilizar para líneas aéreas o subterráneas. Las aconsejadas para líneas subterráneas ofrecen las siguientes bondades:

1. Opera en un ancho de 5", elimina la necesidad de usar cuchillas convencionales
2. Poseen largo alcance y son de operación remota
3. Poseen cabezas cortadoras intercambiables
4. Se puede operar en cualquier posición
5. Son construidas de fibra de vidrio aislada, lo que las hace seguras y muy durables.

Por otra parte las Aéreas ofrecen las siguientes características:

1. Permiten hacer cortes exactos
2. Se puede trabajar desde un poste o canastilla
3. Son fáciles de manejar debido a su ligereza.

A continuación se aprecian estos tipos de pértigas.



Herramienta de compresión de brazo largo:

Este tipo de pértigas tienen como principal función el “apreté” de conectores y mangas. A continuación se puede apreciar una pértiga de este tipo.



Ensayos dieléctricos para pértigas:
(Norma IEC 60855)

Ensayos Dieléctricos:

Estos ensayos se realizan para verificar la capacidad de resistencia de los productos:

- Comportamiento dieléctrico antes de la exposición a la humedad
- Comportamiento dieléctrico después de la exposición a la humedad.

1. Ensayos dieléctricos antes y después de la exposición a l humedad:

a) Condiciones generales de ensayo:

Antes de cada ensayo dieléctrico cada pértiga debe limpiarse con trifluortricloroetano y luego dejar secarse al aire durante 15 minutos.

Estos ensayos se hacen sobre una porción de 300 [mm], como mínimo de pértiga, de manera que se evite el uso de pértiga menos de 100[mm] del extremo.

El acondicionamiento para los ensayos bajo lluvia es realizado de acuerdo a la Norma IRAM 2280-1 (Técnicas de Ensayo con Alta Tensión), el cual se desarrollara mas adelante.

Las condiciones de ambiente en el lugar de ensayo, deben responder a las condiciones atmosféricas que describe la Norma IRAM 2280-1, es decir con una temperatura de entre 18 y 28 grados centígrados.

El equipo de medición debe estar no menos de 2 metros de la zona de Alta Tensión.

Las conexiones y las protecciones deben estar perfectamente blindadas y puestas a tierra. Las pértigas se montaran sobre un soporte aislado.

Se aplica una tensión eficaz de 100 [KV], a frecuencia industrial entre electrodos de acuerdo a la Norma IRAM 2280-1.

Mientras dura el ensayo, no debe haber signo de descargas, contorneos o perforación de la pértiga ensayada.

a.1) Ensayo de pértigas en seco:

Las pértigas deben estar por lo menos 24 horas en la atmósfera ambiente del área del ensayo. Luego se les aplica una tensión alterna de 100 [KV] (valor eficaz), a frecuencia industrial, durante 1 minuto, como se menciona en las condiciones generales de los ensayos no debe haber signos de descargas, contorneos o perforación de la pértiga.

a.2) Ensayo de pértigas bajo lluvia:

Condiciones generales del ensayo:

Antes del ensayo, las pértigas deben limpiarse con trifluorotricloroetano y secarlas al aire durante 15 minutos.

Los ensayos se realizan sobre la longitud de una pértiga de 1.20 [mts], evitando utilizar el material de los últimos 100 [mm], del extremo.

Los electrodos se hacen enrollando a la pértiga con tres o cuatro vueltas de hilo de aluminio de 3 o 4 [mm], separados entre si 1 [m], es decir sobre los extremos.

La pértiga a ensayar debe tener un inclinación de 45° para estar en la posición correcta para el ensayo.

Una tensión de 100[KV] eficaces a frecuencia industrial deberá ser aplicada entre los electrodos, durante 1 minuto, según lo especificado por la Norma IRAM 2280-1 (Técnicas de Ensayo con Alta Tensión).

Condiciones de Lluvia:

Estas condiciones estarán de acuerdo con la Norma IRAM 2280-1 (Técnicas de Ensayo con Alta Tensión). De la cual las definiciones a respetar serian:

- Tasa de precipitación promedio: 1.0 mm/min. a 1.5 mm/min.
- Resistividad del agua a 20 °C: $100 \pm 15 \Omega$

Contrariamente a la norma anterior que regia este tipo de ensayo se ha concluido que la pértiga **NO** debe ser remojada antes de la aplicación de la Tensión, y deberá ser rociada y tensionada (aplicar tensión) al mismo tiempo.

Resultados del ensayo:

La pértiga deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- No debe haber saltos, ni chispas, ni perforaciones.
- No debe existir ningún signo visible de arrastre ni erosión sobre la superficie.
- No debe existir ningún incremento perceptible en la temperatura.

Ensayos bajo lluvia (Técnicas de Ensayo con Alta Tensión): **Norma IRAM 2280-1**

A continuación se transcriben los principales párrafos de esta norma en lo que respecta a los ensayos bajo lluvia ya que esta norma se encuentra involucrada dentro de los ensayos a realizar.

Condiciones generales:

El procedimiento de ensayo preferido descrito a continuación, está destinado a simular los efectos de la lluvia natural sobre las aislaciones externas y corresponde a una revisión de métodos de ensayos. Se recomienda la utilización de este procedimiento para los ensayos con cualquier tipo de tensiones de ensayo y para todos los aparatos, pero también se permite la utilización de cualquiera de los métodos que sean requeridos y especificados por el Comité de Estudio de Normas respectivo.

Procedimiento normalizado bajo lluvia:

El objeto en ensayo deberá ser rociado con agua de resistividad y temperatura establecidas (ver tabla 1), que caiga sobre el en forma de gotitas (evitando formación de niebla o de neblina) dirigidas de modo que las componentes vertical y horizontal de la precipitación sean de intensidades aproximadamente iguales. Estas intensidades se miden por medio de un recipiente compuesto por dos compartimientos cada uno de los cuales tiene una abertura cuya superficie es de 100 cm² a 750 cm². Una de las aberturas es horizontal y la otra vertical, debiendo orientarse esta última de forma que enfrente a la precipitación.

La posición del objeto en ensayo con relación a las componentes vertical y horizontal de la lluvia deberá ser especificada por el Comité de Estudio de Normas respectivo.

En general, la reproducibilidad de los resultados de los ensayos bajo lluvia es menor que la de otros ensayos de descarga o de resistencia a la alta tensión. Para minimizar la dispersión se deberán tomar las siguientes precauciones:

- El recipiente debe ubicarse cerca del objeto en ensayo, pero evitando que recoja gotas o salpicaduras provenientes del objeto. Durante el periodo de medición debe desplazarse lentamente el recipiente en un área lo suficientemente grande como para promediar, pero no enmascarar, la precipitación no uniforme de los rociadores individuales. Esta zona de medición tendrá un ancho igual al del objeto en ensayo y una altura máxima de 1 [m].
- Para objetos de ensayo de alturas comprendidas entre 1 [m] y 3[m], las mediciones individuales se realizarán en la cima, en el centro y en la base del objeto en ensayo. Cada zona de medición cubrirá solamente un tercio de la altura del objeto en ensayo.

El equipo rociador se ajustará para producir, dentro de las tolerancias especificadas, las características de precipitación sobre el objeto en ensayo que se dan en la tabla 1.

Cabe señalar que si se excede la presión adecuada del agua, el chorro de agua puede dividirse prematuramente, produciendo un rociado insatisfactorio del objeto en ensayo.

La temperatura y la resistividad del agua se medirán sobre una muestra tomada inmediatamente antes de que el agua alcance al objeto en ensayo. Estas mediciones también se pueden realizar en otras ubicaciones previendo una verificación que asegure que no ocurren cambios significativos entre esta medición y aquella obtenida cuando el agua alcance el objeto en ensayo.

Previamente a la aplicación de tensión se rocía al objeto en ensayo durante un tiempo mínimo de 15 [min.] bajo las condiciones especificadas anteriormente, y dichas condiciones se deberán mantener dentro de las tolerancias especificadas a lo largo del curso del ensayo, que deberá desarrollarse sin interrumpir el rociado. El tiempo de rociado previo no incluirá el lapso necesario para efectuar los ajustes iniciales de la lluvia. Se puede realizar igualmente un primer rociado previo con agua corriente no acondicionada durante 15 [min.], seguido, sin interrupción del rociado, por una segunda aplicación previa de por lo menos 2 [min.], antes de que comience el ensayo, usando para ello agua con todas las condiciones correctas de precipitación, las que serán verificadas antes de comenzar el ensayo.

Salvo que el Comité de Estudio de Normas respectivo indique lo contrario, las modalidades para los ensayos bajo lluvia serán las mismas que las especificadas para los correspondientes ensayos en seco. Salvo especificación contraria, la duración de ensayo para los ensayos con tensión alterna será de 60 [seg.]. En general, para los ensayos de tensión alterna o continua resistida bajo lluvia, se puede admitir que se produzca un contorneo, a condición que en la repetición del ensayo no se produzca ningún contorneo adicional.

Tabla 1.- Características de la precipitación para el procedimiento normalizado

Promedio de la intensidad de precipitación de todas las mediciones.		
Componente vertical	Unidad	1,0 a 2,0
	mm /min.	
Componente Horizontal	Unidad	1,0 a 2,0
	mm /min.	
Valores limite para cada medición individual y para cada componente	Unidad	Promedio \pm 0,5
	mm / min.	
Temperatura del agua	Unidad	Temperatura ambiente \pm 15
	$^{\circ}$ C	
Resistividad del agua	Unidad	100 \pm 15
	Ω m	

Condiciones establecidas por Copetraf Ltda. para el desarrollo de los ensayos

De acuerdo a las condiciones establecidas por las distintas normas arriba presentadas, el Consejo de Administración de Copetraf Ltda., decidió hacer algunas modificaciones a los requisitos presentados en la norma debido a que considera, utilizar los ensayos para pértigas para ofrecer un servicio a sus clientes donde se pueda determinar si el estado de la pértiga en uso es óptimo o no. Por lo tanto las especificaciones realizadas por Copetraf Ltda., son:

1. Se realizaran dos ensayos, uno en seco y otro bajo lluvia.
2. Para el ensayo en seco se aceptara todo lo especificado por la Norma IEC 60885
3. En lo que respecta al ensayo bajo lluvia se acepta todo lo especificado por las Normas IEC 60885 y por la Norma IRAM 2280, donde no se tendrá en cuenta las especificaciones requeridas para las condiciones de resistividad del agua debido a que no se cuenta con instrumental como para medirla y además no es considerado como un parámetro que pueda llegar a ser fundamental para el desarrollo del ensayo.

Desarrollo de los Ensayos

Montaje del Laboratorio:

El laboratorio para ensayo de pértigas será un anexo dentro del ya existente Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda.

Cabe mencionar que para anexar este nuevo “cuerpo” al Laboratorio se construyo en Copetraf Ltda., el correspondiente “soporte” para las pértigas para poder desarrollar el ensayo en seco, dicho “soporte” fue construido con aisladores del tipo perno rígido, colocados sobre una madera que permite que la pértiga se encuentre sobre los aisladores a aproximadamente 40 [cm.] del suelo. Según se puede apreciar en la siguiente foto:



Luego para las mediciones se utilizara el equipamiento utilizado para realizar el ensayo de Tensión Aplicada en los ensayos para transformadores, es decir este equipamiento incluye, ambos TV para poder elevar la tensión hasta 100[KV], el explosor de esferas como elemento de calibración del nivel de Tensión y de protección, con esferas de 100 [mm] de diámetro, voltímetro para tensión aplicada del tablero principal, amperímetro de consumo general, y RMA de protección que son los mismos que los utilizados para el ensayo de Tensión Aplicada para transformadores con la salvedad que se debe graduar la protección a la máxima corriente es decir a 1.2 veces.

En lo que respecta al ensayo bajo lluvia el montaje se hizo en la cuba para ensayo bajo lluvia utilizada para los aisladores según se pudo apreciar en el informe correspondiente a aisladores, donde cabe mencionar que hubo que realizarle a la cuba unos orificios sobre los costados para poder introducir la pértiga a 45° según lo solicitado por la Norma correspondiente, además hubo que “aumentar” la aislacion de la cuba a Tierra a través de los conductores y de los aisladores, la mejora de la aislacion se hizo a través de “cartuchos” de pertinax.

Para simular las condiciones de lluvia de acuerdo a lo especificado por la Norma se aplica presión al tanque de agua correspondiente a la cuba, se llegara a una presión de aproximadamente 1 [Kg. /cm²], para poder llegar a obtener los niveles de lluvia necesarios. Para realizar las mediciones se emplean los mismos instrumentos y

elementos de protección que se utilizan para el ensayo en seco, ya mencionados con anterioridad.



Primeros Ensayos de Regulación:

Debido a que este tipo de ensayos no se habían realizado nunca en el Laboratorio de Copetraf Ltda., antes de incluirlo a estos ensayos dentro de los ensayos de rutina del Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda., y poder brindárselo como un nuevo servicio a sus clientes, con este objetivo se hicieron una serie de ensayos con diferentes resultados, y donde se fueron “puliendo” distintos problemas que ocurrían al “tensionar” la pértiga. Uno de los principales problemas que se presentaron fueron de aislacion entre los conductores con la cuba donde esta se encuentra puesta a Tierra, y el conductor que es por donde se inyecta Tensión, esto origino un salto de chispas de los aisladores a cuba y una vez que se soluciono esto se observaron también saltos de chispas del electrodo de la pértiga a la cuba, lo que se soluciono armando nuevamente los electrodos confeccionándolos de mejor manera.

Cuando se solucionaron todos estos pequeños inconvenientes se procedió a la confección de los instructivos para la realización de estos ensayos.

Por ultimo cabe mencionar en esta sección que todos los elementos necesarios para los montajes fueron totalmente provistos por Copetraf Ltda., haciendo especial hincapié sobre la utilización de material de rezago que se poseía en la empresa.

Instructivo para el Ensayo Eléctrico de Pértigas a Frecuencia Industrial en Seco

Para realizar la medición de Pértigas en Seco y a frecuencia industrial se debe seguir el instructivo que se detalla:

1. La pértiga a ensayar se debe limpiar con un paño húmedo en trifluorotricloroetano, evitando el deposito de pelusas sobre la zona de la pértiga que se tensionará.
2. La pértiga estará por lo menos 24 horas en la atmósfera ambiente del área de ensayo, la cual se mantendrá bajo las condiciones de la Norma IRAM 2280-1
3. Se coloca la pértiga sobre los aisladores correspondiente al soporte en seco. Cabe mencionar que previo a esto se debió haber limpiado los aisladores del soporte con líquido dieléctrico.
4. Se confeccionan los electrodos dando 3 o 4 vueltas de alambre de aluminio en los extremos de la pértiga a ensayar los cuales en sus extremos poseen conductores que serán conectados a los TV y a Tierra.
5. Se conectan eficazmente los electrodos de un extremo a los TV, y el otro a Tierra. Cabe mencionar que en paralelo con esta conexión se encuentra intercalado el explosor de esfera, como ocurre en el caso del ensayo de Tensión Aplicada en los transformadores.
6. Con el dato de la tensión que debemos aplicarle a la pértiga, 100 [KV], procedemos a la calibración del Explosor de esferas, recordando que la distancia de separación de las mismas se determinan mediante el valor de tensión que se va aplicar afectado por el valor de cresta ($\sqrt{2}$).
7. Se determina el valor de tensión que se debe aplicar a través del Variac a los TV, recordando que la relación de transformación de los TV es de 1214.
8. Se aplica tensión mediante el Variac, marca Vatrans, donde el valor se observa en el voltímetro que se encuentra en el tablero de mediciones identificado como "voltímetro para tensión aplicada"
9. Una vez alcanzado el valor de tensión, se mantiene la misma durante un lapso de tiempo de un minuto
10. En el caso que se produzca un "disparo" de la corriente, que se puede apreciar en el Amperímetro del tablero de medición indicado con la sigla "amperímetro de consumo general", se determina que la pértiga no supera el ensayo realizado. En caso de no ocurrir el mencionado "disparo" de corriente la pértiga es aceptada y se considera que se encuentra en estado optimo y puede ser ensayada en condiciones atmosféricas adversas, es decir bajo lluvia.
11. Se baja el nivel de tensión aplicada, mediante el variac y se desactiva el Tablero principal de maniobra.
12. Luego si la pértiga supero el ensayo se vuelcan los datos del mismo al Protocolo correspondiente (Ver modelo en el Anexo).

Desarrollo del Ensayo:

Para desarrollar este ensayo se siguen los pasos arriba mencionado en el instructivo, cabe mencionar que se debe tener especial atención sobre las aislaciones de los aisladores y de la madera soporte ya que allí se pueden originar saltos de tensión como así también en los electrodos. En las primeras mediciones se observaron saltos de chispas las cuales fueron solucionadas. También se fue aplicando la tensión en forma progresiva hasta llegar al valor deseado con el variac de a pequeños saltos para observar a que tensión se efectuaban las chispas.



Instructivo para el Ensayo Eléctrico de Pértigas a Frecuencia Industrial bajo lluvia

Para realizar la medición de Pértigas en Bajo lluvia y a frecuencia industrial se debe seguir el instructivo que se detalla:

1. La pértiga a ensayar se debe limpiar con un paño húmedo en trifluorotricloroetano, evitando el depósito de pelusas sobre la zona de la pértiga que se tensionará y dejar secar durante un lapso de 15 minutos.
2. El ensayo se realizará sobre una porción de la pértiga de 1.20 [m] de largo evitando usar los últimos 100[mm] de los extremos.
3. Se coloca la pértiga dentro de la cuba correspondiente a los ensayos bajo lluvia. Cabe mencionar que previo a esto se debió haber limpiado la cuba para evitar descargas debido a la suciedad que pudiera haber dentro de ella.
4. Se confeccionan los electrodos dando 3 o 4 vueltas de alambre de aluminio en los extremos de la pértiga a ensayar los cuales en sus extremos poseen conductores que serán conectados a los TV y a Tierra.
5. Se conectan eficazmente los electrodos de un extremo a los TV, y el otro a Tierra. Cabe mencionar que en paralelo con esta conexión se encuentra intercalado el explosor de esfera, como ocurre en el caso del ensayo de Tensión Aplicada en los transformadores.
6. Con el dato de la tensión que debemos aplicarle a la pértiga, 100 [KV], procedemos a la calibración del Explosor de esferas, recordando que la distancia de separación de las mismas se determinan mediante el valor de tensión que se va aplicar afectado por el valor de cresta ($\sqrt{2}$).

7. Se determina el valor de tensión que se debe aplicar a través del Variac a los TV, recordando que la relación de transformación de los TV es de 1214.
8. Se comienza a aplicar la lluvia artificial mediante la aplicación de aire comprimido al tanque de agua que se encuentra junto con la cuba llevando la presión del aire a un valor aproximado de $1[\text{Kg}/\text{cm}^2]$, para que se produzcan dentro de la cuba las condiciones de lluvia que especifica la norma.
9. Se aplica tensión mediante el Variac, marca Vatrans, donde el valor se observa en el voltímetro que se encuentra en el tablero de mediciones identificado como “voltímetro para tensión aplicada”.
10. Una vez alcanzado el valor de tensión, se mantiene la misma durante un lapso de tiempo de un minuto.
11. En el caso que se produzca un “disparo” de la corriente, que se puede apreciar en el Amperímetro del tablero de medición indicado con la sigla “amperímetro de consumo general”, se determina que la pértiga no supera el ensayo realizado. En caso de no ocurrir el mencionado “disparo” de corriente la pértiga es aceptada y se considera que se encuentra en estado óptimo ya que ha superado el ensayo en “seco y el ensayo en condiciones atmosféricas adversas, es decir bajo lluvia.
12. Se baja el nivel de tensión aplicada, mediante el variac y se desactiva el Tablero principal de maniobra.
13. Luego si la pértiga supero el ensayo se vuelcan los datos del mismo al protocolo correspondiente (Ver modelo en el Anexo).

Desarrollo del Ensayo:

Para desarrollar este ensayo se debe cumplimentar el instructivo arriba descripto. Al igual que lo ocurrido en el ensayo bajo lluvia correspondiente a los aisladores, se produjeron “fugas” o “saltos” de tensión los cuales se vieron reflejados en mayor medida debido a que el nivel de tensión aplicado es mayor en el caso de los aisladores que en el de las pértigas, 100 [KV]. Los problemas ocasionados se solucionaron mejorando la aislacion de la cuba en lo que respecta a su puesta a Tierra, colocando pertinax entre el conductor correspondiente y el aislador “pasacuba”.

Además de este problema básicamente no hubo mayores inconvenientes ya que el “nivel” de lluvia, que podría haber sido un inconveniente no fue tal ya que se pudo mantener el nivel requerido por la norma IRAM 2280-1, debido a que se contaba con la experiencia del ensayo de aisladores en este tema. Se puede apreciar la disposición de la pértiga durante el ensayo en las siguientes fotos, donde se aprecia la pértiga durante el ensayo y se puede observa el deposito de agua sobre ella.



Es importante destacar que se adjunta a este trabajo un CD, que contiene pequeñas filmaciones de los ensayos realizados.

Pértigas ensayados durante el mes de Septiembre:

Durante el mes de Septiembre y mediante el desarrollo arriba descrito se comenzaron a ensayar pértigas en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda., a continuación se puede apreciar un resumen de la pértiga ensayada. Lo que intentara ser de aquí en adelante un pequeño desarrollo estadístico, a medida que aumente la cantidad de pértigas a ensayar y de acuerdo a la aceptación que tenga este “nuevo” servicio de mediciones que brindará Copetraf Ltda., en sus clientes. El resumen de los resultados se aprecia a continuación:

<u>Fecha</u>	<u>Cliente</u>	<u>Marca</u>	<u>Tipo</u>	<u>Resultado o en Seco</u>	<u>Resultado en Lluvia</u>	<u>Observa c.</u>
17/09/04	Copetraf Ltda.	Liat	-----	Satisfactorio	Satisfactorio	

El resultado correspondiente al ensayo de la pértiga se aprecia en el protocolo que se encuentra en el anexo.



Trabajo Final

INFORME PASANTIA **“MES DE OCTUBRE”** **EN COPETRAF LTDA.**

Autor: La Frossia, Alfonso Agustín.-
Matricula: 8581
Carrera: Ingeniería Eléctrica.-

Informe Pasantia Mes de Octubre

Objetivos:

En este cuarto mes de pasantia en la empresa Copetraf Ltda., se plantearon los siguientes objetivos a cumplir:

- Continuar desarrollando el análisis de las perdidas en el Cobre y en el Hierro del parque de transformadores ensayados a lo largo del mes para poder efectuar un análisis estadístico, mas minucioso sobre esto parámetros, ya que este mes se propone aparte de continuar con el análisis desarrollado en los otros meses, agregarle un análisis de acuerdo a los valores de potencias que mas se repiten en su exceso de perdidas.
- Continuar con el desarrollo de las mediciones de aislacion en Alta Tensión de aisladores de acuerdo a los requerimientos de Copetraf Ltda. y continuar con el formato de análisis estadístico de los mismos. Proponer este nuevo ensayo a diferentes clientes de la empresa para poder prestarle este nuevo servicio y continuar con su difusión.
- Continuar con el desarrollo de las mediciones de aislacion en Alta Tensión de pértigas de acuerdo a los requerimientos de Copetraf Ltda. y continuar con el formato de análisis estadístico de los mismos, como así en la mejora continua del ensayo. También se propone una difusión de este tipo nuevo ensayo que brinda la empresa Copetraf Ltda., entre sus clientes como para poder a largo plazo establecer este tipo de ensayo como un ensayo más de “forma” y útil para sus clientes.
- Confeccionar un pequeño desarrollo teórico e informativo sobre los distintos grupos de conexión de transformadores. Además se requiere que este desarrollo sea de fácil entendimiento ya que será en un futuro entregado como material de capacitación para los empleados, sobre todo para el personal que desarrolla tareas en el Departamento de Bobinado en la empresa Copetraf Ltda.
- Debido al desarrollo realizado sobre los grupos de conexión de transformadores, se propone realizar una experiencia práctica sobre el estudio del comportamiento de los armónicos en el grupo de conexión DY 11, debido a que es el grupo de conexión que mas se repite entre los transformadores reparados.

Estos dos últimos objetivos surgen debido a ciertos inconvenientes que se han presentado en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas al utilizar el analizador de redes AVO, para la medición de pérdidas eléctricas en transformadores.

Introducción:

En el siguiente informe de Pasantia se podrá observar un análisis más profundo que en los meses anteriores sobre las pérdidas en el Hierro y en el Cobre, ya que se adicionará al informe habitual un análisis sobre los niveles de potencia que más se repiten en el exceso de perdidas. Este análisis se realiza para poder tener una idea mas acabada de que transformadores son los que poseen exceso de perdidas para poder individualizarlos antes de su reparación.

En lo que respecta a los ensayos de Aisladores y de Pértigas en Alta Tensión, se desarrollará un pequeño informe con todos los detalles de los ensayos para poder difundirlo entre los clientes de Copetraf Ltda., por diferentes medios es decir vía web, en forma telefónica, etc.; para poder en un futuro proceder a brindarles esos servicios de acuerdo a sus necesidades.

Se observará un desarrollo teórico sobre los grupos de conexión de transformadores trifásicos, donde se pondrá especial énfasis en el grupo de conexión DY11, y el comportamiento de los armónicos en su interior, el cual será de fácil comprensión para que sea en un futuro un material de consulta para los distintos empleados de Copetraf Ltda., sobre todo para los integrantes del Departamento de Bobinados, que son quienes tienen un mayor contacto con estos inconvenientes.

También se podrá apreciar un informe sobre una experiencia desarrollada en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas sobre el comportamiento de los armónicos en transformadores de grupo de conexión DY11, con la visualización de los mismos mediante un osciloscopio.

Por último se realizara un pequeño análisis sobre el inconveniente en la medición de potencia de pérdidas eléctricas en transformadores monofasicos, mediante el analizador de redes A.V.O utilizado en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas.

Transformadores ensayados durante el mes de Octubre:

En el mes de Octubre se ensayaron los siguientes transformadores en el Laboratorio de Mediciones de Copetraf Ltda., los resultados de los diferentes ensayos como de las mediciones de pérdidas realizadas se pueden observar a continuación:

Fecha	Cliente	Marca	Pote n-cia	Nº Fab.	Perdi- das Fe	Perdi- das Cu	Obser.
06/10/04	E.D.E.A. S.A	Faraday	40	5188	218,07	245,48	T4911
06/10/04	E.D.E.A. S.A	Siam	25	13788	*****	*****	No Pasa
06/10/04	E.D.E.A. S.A	Siam	25	13788	159,69	179,51	T4824
06/10/04	E.D.E.A. S.A	Electrodinie	200	31501/9	802,16	2200,5	T2563
06/10/04	E.D.E.A. S.A	T.T.E.	63	6321	261,11	1007,5	T3623
06/10/04	Villa Gesell	Miron	10	10168	80,95	216,68	
07/10/04	E.D.E.A. S.A	Transformar	10	239	*****	*****	No Pasa
07/10/04	E.D.E.A. S.A	Faraday	16	33771.2	106,15	324,52	T3989
07/10/04	E.D.E.A. S.A	Electromac	200	30748	500,28	2982,6	T1833
08/10/04	Otamendi	Vasile	200	1796	503,33	4557,5	
08/10/04	E.D.E.A.S.A.	Siam	10	13655	*****	*****	No Pasa
12/10/04	E.D.E.A. S.A	Transformar	10	239	*****	*****	No Pasa
12/10/04	E.D.E.A. S.A	Siam	10	13655	*****	*****	No Pasa
12/10/04	Cretal	Selton	10	2535	52,85	264,71	
12/10/04	E.D.E.A. S.A	Siam	10	13655	98,66	247,86	T3957
12/10/04	E.D.E.A. S.A	Transformar	10	239	118,32	236,78	T2410
13/10/04	Otamendi	Faraday	75	3074.01	314,03	1361,7	
13/10/04	B. Juárez	Mecom	10	1732	80,89	187,2	

14/10/04	E.D.E.A. S.A	Omaha	20	66/148	*****	*****	No Pasa
14/10/04	E.D.E.A. S.A	Mecom	10	2553	*****	*****	No Pasa
14/10/04	E.D.E.A. S.A	Electrodinie	63	31498/7	400,24	968,25	T2296
14/10/04	E.D.E.A. S.A	Miron	250	23844	629,33	3048,4	T2764
15/10/04	E.D.E.A. S.A	Cegelec	100	5880	432,29	1757,8	T1644
18/10/04	E.D.E.A. S.A	T.T.E.	63	13600	*****	*****	No Pasa
19/10/04	E.D.E.A. S.A	Vasile	25	6544	*****	*****	No Pasa
19/10/04	E.D.E.A. S.A	Vasile	40	9059	*****	*****	No Pasa
19/10/04	E.D.E.A. S.A	Electrodinie	100	31458	440,01	1264,0	T1154
19/10/04	Benito Juárez	Omaha	20	661148	118,82	418,94	
19/10/04	Benito Juárez	Mecom	10	2553	55,18	476,13	
20/10/04	E.D.E.A. S.A.	T.T.E.	630	29434	1247,2	6503,6	T2486
20/10/04	E.D.E.A. S.A.	Electrodinie	250	30915/9	826,13	2447,9	T3352
20/10/04	E.D.E.A. S.A.	Vasile	40	9059	*****	*****	No Pasa
20/10/04	E.D.E.A. S.A.	T.T.E.	25	6544	*****	*****	No Pasa
21/10/04	E.D.E.A. S.A.	T.T.E.	63	6315	286	827,67	T1975
21/10/04	E.D.E.A. S.A.	Mayo	25	5229	143,53	475,33	T4827
21/10/04	E.D.E.A. S.A.	Faraday	160	4996.07	514,09	2134,0	T2534
21/10/04	E.D.E.A. S.A.	Vasile	25	6544	145,09	538,41	T3057
21/10/04	E.D.E.A. S.A.	Electrodinie	250	30915/9	826,13	2447,9	T3352
21/10/04	E.D.E.A. S.A.	Trafoapar	63	251754	182,27	913,03	T4204
22/10/04	E.D.E.A. S.A.	Electrodinie	100	28093	337,28	1762,9	T2299
22/10/04	Otamendi	Transformar	5	515	35,25	117,77	
22/10/04	Cretal	Siam	5	WTR01	37,8	161,87	
22/10/04	Villa Gesell	Faraday	25	418324	151,51	473,8	
25/10/04	E.D.E.A. S.A.	Siam	25	17086	*****	*****	No Pasa
25/10/04	E.D.E.A. S.A.	Faraday	25	573.11	448,18	1203,6	T1981
25/10/04	E.D.E.A. S.A	Electrodinie	160	31493/13	639,3	1808,3	T2557
25/10/04	Otamendi	Miron Boselli	100	624	329,38	1224,8	
25/10/04	E.D.E.A. S.A.	Miron	315	10678	864,87	5535,1	T3436
25/10/04	E.D.E.A. S.A	Siam	25	17096	231,33	592,63	T1054
26/10/04	Otamendi	Faraday	5	3273/7	34,81	132,92	
26/10/04	E.D.E.A. S.A	Faraday	160	862/15	522,09	1269,8	T2536

26/10/04	Villa Gesell	Miron	25	33674	162,8	682,71	
26/10/04	Particular	Sitran	100	3694	505,21	1291,4	
27/10/04	E.D.E.A. S.A.	Faraday	100	4720.16	422,1	1537,9	T3600
28/10/04	E.D.E.A. S.A	Siam	25	1111.03	141,13	449,2	
28/10/04	E.D.E.A. S.A.	Electrodinie	63	30676/19	374,84	517,62	T3532
28/10/04	E.D.E.A. S.A.	T. Czerweni	400	60957	777,49	4699,0	T1715
28/10/04	E.D.E.A. S.A.	Faraday	25	4664.38	176,85	512,66	T4833
28/10/04	Particular	Fohama	100	E1379	576,26	1916,2	
29/10/04	E.D.E.A. S.A.	T.T.E.	63	13600	286	827,67	T0712
29/10/04	Cretal	Selton	10	2539	87,25	233,13	
29/10/04	San Manuel	Siam	5	652.0.00.	35,08	140,9	
29/10/04	Otamendi	Transformar	75	692	297,57	1503,7	
29/10/04	E.D.E.A. S.A.	Miron	80	11147	143,53	475,33	T1985
01/11/04	E.D.E.A. S.A.	Faraday	80	4509.18	284,16	1453,8	T1986
01/11/04	E.D.E.A. S.A.	Siam	40	13743	208,74	731,77	T4908

- **Nota:** Según se aprecia en la planilla en la parte de observaciones se detalla con la leyenda **No pasa**, a aquellos transformadores que registraron falla en alguno de los ensayos realizados, con la sigla (T) + (un numero) + (C) + (otro numero), a los transformadores que superaron exitosamente todos los ensayos y pertenecen a E.D.E.A. S.A.

De acuerdo a lo establecido en los objetivos, se desarrollo el informe mensual sobre los valores de perdidas de potencia en los transformadores ensayados durante el mes. El desarrollo es similar al de los meses anteriores con el objetivo de poder realizar un análisis entre un mes y otro. El desarrollo del análisis de perdidas se puede observar en el siguiente grafico explicativo.

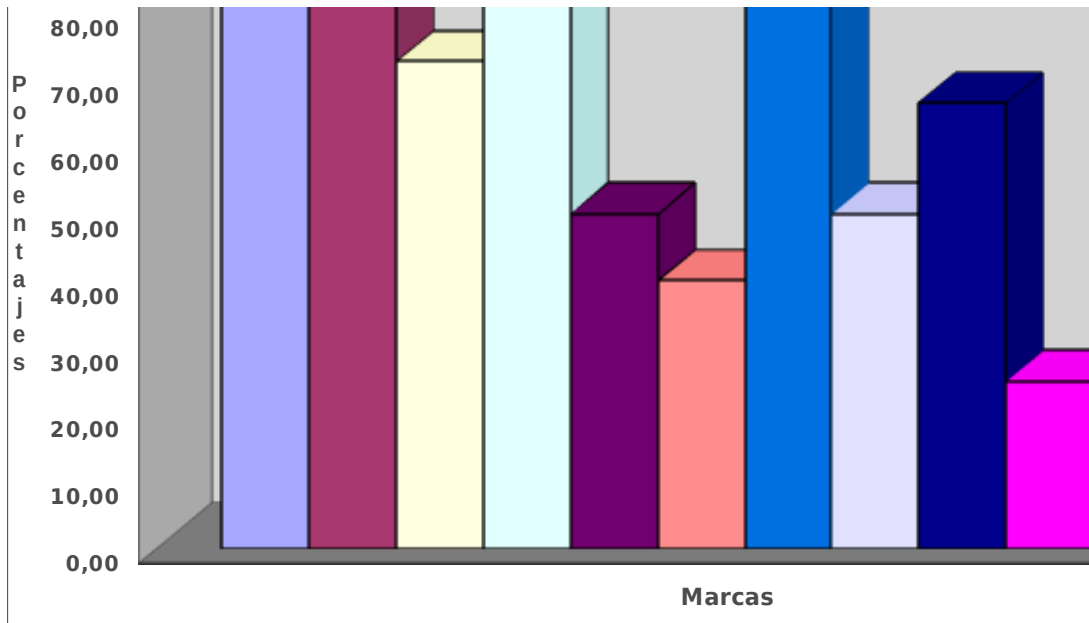
Según lo que se aprecia en el grafico de un parque de transformadores de 53, ensayados en el mes (no se consideran para la estadística los transformadores que no pasaron los ensayos correspondientes), 30 resultaron con un valor excesivo de perdidas en el Fe lo que indica un porcentaje mayor al 50%, según se aprecia en el grafico del 57%, debido a esto se decidió poner énfasis nuevamente en el armado de los núcleos en el caso de los transformadores que han sido rebobinados. Una vez conversado esto con los integrantes del Departamento de Bobinados, quienes manifestaron que para ellos no se debía a una problema de rearmado de los núcleos sino que en la mayoría de los casos el diseño de los transformadores no era bueno y que debido a eso era que sus valores de perdidas en el Fe eran tan importantes. Debido a esto se decidió hacer un análisis un poco más exhaustivo para poder atacar el problema mas detalladamente, el análisis se verá mas adelante.

En lo que respecta a las perdidas en el Cu el porcentaje no es tan representativo como en el Fe, por lo que no seria de alarmarse ya que vale la pena recordar que se están reparando transformadores relativamente viejos donde puede haber sufrido un envejecimiento importante el cobre, debido a su uso, ya que no todo los transformadores se rebobinan a nuevo sino solamente los que lo requieren y debido a la avería que hayan sufrido, entonces por ejemplo dentro de un transformador que fue rebobinado solo una rama “conviven” dos “tipos” de cobre por llamarlos de alguna manera uno nuevo y otro viejo, pero en la medición de las perdidas se ve la “actuación” de ambos entonces podemos concluir que estos motivos son los que provocan un aumento de perdidas de potencia en el transformador.

En general haciendo un comparación con los valores de perdidas obtenidos del parque de transformadores del mes anterior tenemos un porcentaje mayor de perdidas en el Fe que en el mes anterior pero en cambio para los porcentajes de perdidas en el cobre el valor bajó apenas significativamente, estos valores permiten hacer una proyección sobre los distintos comportamientos de los transformadores en lo que respecta a las perdidas dentro del parque de transformadores que ha sido ensayado mes a mes.

Como el porcentaje de transformadores con exceso de perdidas en el Fe es bastante significativo, es que se decidió continuar con el análisis del mes anterior en lo que respecta al exceso de perdidas según las distintas marcas, el objetivo de este análisis es

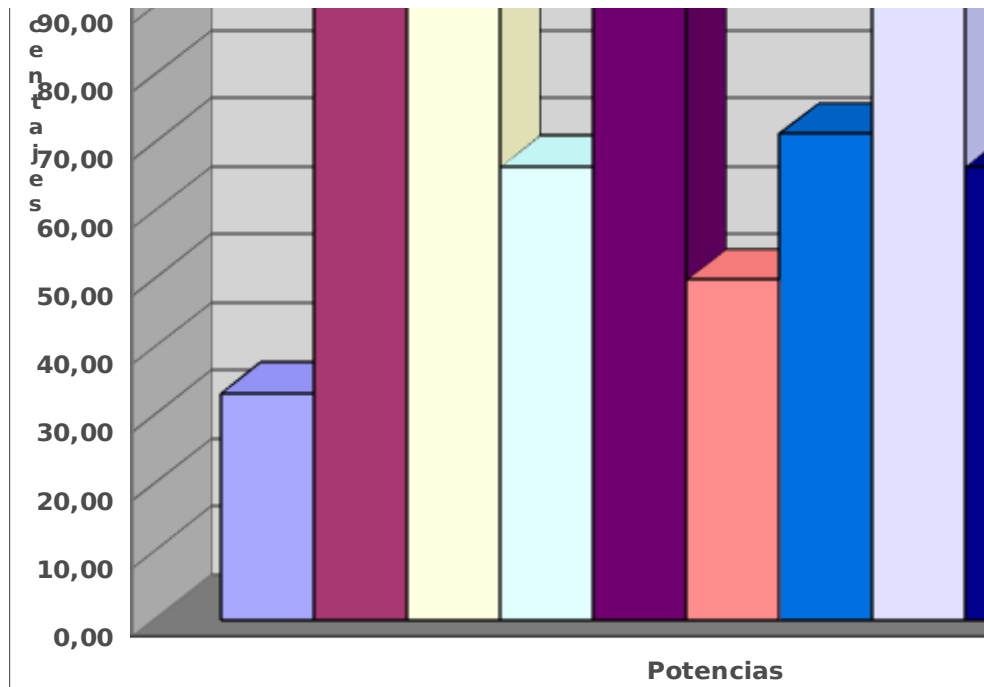
ir de a poco identificando cuales son los transformadores que poseen altos valores de perdidas en Fe debido a su diseño para poder anticipar de antemano a los ensayos que tal o cual transformador poseerá alto valores de perdidas. El análisis se aprecia continuación a través del siguiente grafico estadístico.



Como se puede apreciar en el grafico, el análisis estadístico que se realizo fue de acuerdo a la cantidad total de transformadores de una marca y se calculo el porcentaje correspondiente a los que se excedían en los valores de perdidas en el hierro. Si bien de este análisis se pueden extraer algunas conclusiones y realizar una comparación con el del mes anterior, sirve para tener en principio un diagnostico relativo ya que depende mucho del parque total de transformadores ensayados durante el mes y de las distintas marcas mas ensayadas durante ese periodo de tiempo.

No obstante haciendo un pequeño análisis se puede observar que hay tres marcas Cegelec, Fohama y Omaha que poseen un nivel del 100%, estas marcas comparativamente con el mes anterior, no poseían valores ya que no fueron ensayados transformadores de estas marcas en el mencionado parque de transformadores ensayados, esto demuestra la aleatoriedad del análisis lo que lo hace mas dificultoso. Sin embargo mirando detenidamente marcas que hayan sido ensayadas en ambos meses como Electrodinie por ejemplo en el mes anterior poseía un 50% mientras que ahora tiene un porcentaje del 90 %, analizando otra marca Faraday en el mes anterior poseía un porcentaje del 85% y ahora un porcentaje del 75 %, de esta simple comparación podríamos concluir que la marca Faraday se mantuvo en sus valores a lo largo de los dos meses mientras que los transformadores Electrodinie aumentaron su porcentaje. Pero mas allá de un análisis tan cuantitativo se pretende realizar uno mas cualitativo, es decir permite definir que ciertas marcas poseen siempre porcentajes altos o sino significa un alerta para aquellas marcas que poseen un 100%, y como primer paso se puede ir “sospechando” a priori, antes de realizar el ensayo.

Con este mismo objetivo es que se decidió continuar el análisis en lo que respecta a las pérdidas según las distintas potencias nominales de los transformadores ensayados. El análisis estadístico correspondiente se puede apreciar a continuación.



Cabe mencionar que cualquier análisis que se haga de este gráfico conserva las mismas condiciones de aleatoriedad que se presentaban en el análisis anterior según las marcas, en lo que respecta al parque de transformadores ensayados durante el mes y su relación con la cantidad que se encuentran por sobre el nivel de pérdidas en el Fe, según lo establecido por Norma. Sin embargo analizando el gráfico se puede observar que hay cinco niveles de potencia nominal con un porcentaje del 100% siendo estos, 16[KVA], 20[KVA], 40[KVA], 160 [KVA] y 315[KVA]. De estos valores y observando la tabla con los transformadores medidos durante el mes se puede observar que por ejemplo para el nivel de potencia nominal de 315[KVA], solo se midió un transformador por lo que al estar este pasado en el valor de pérdidas en el Fe, representa un 100 %, debido a esto es que este dato que se obtiene del gráfico habría que considerarlo a medias, no así los niveles de potencia mas bajo como de los de 16[KVA] o 20 [KVA] que según la experiencia adquirida en lo que respecta a este tipo de mediciones el mayor exceso en los valores de pérdidas en el Fe generalmente ocurre en transformadores de estos niveles de potencia nominal.

Si bien hasta ahora las conclusiones que se pueden obtener de estos análisis son relativas a medida que se evolucione en estos, se podrá obtener una información más “rica” que nos permita en cierto punto llegar a cumplir con el objetivo impuesto al comienzo de la pasantía que es poder determinar antes de realizar cualquier medición en forma aproximada cuales son los transformadores que poseen exceso de pérdidas de potencia debido al Hierro de su núcleo.

Aisladores y Pertigas ensayados durante el mes de Octubre:

Según lo expresado por el consejo de administración de Copetraf Ltda., durante este mes en este aspecto se propuso realizar un pequeño desarrollo “publicitario” por llamarlo de alguna manera que permita una mayor difusión de estos ensayos entre los clientes.

El principal objetivo de este desarrollo fue informativo para los clientes de Copetraf Ltda., como para que se interioricen de los ensayos que beneficios les traerían aparejados a ellos al hacerlo y a los integrantes de su staff de trabajo.

Por otra parte se les explico que estos ensayos eran de “campo” y de rutina es decir que le facilitarían a ellos la decisión sobre que hacer con las pértigas y las cadenas de aisladores ya usadas.

Este pequeño desarrollo fue entregado en mano y se colocará en poco tiempo en la página web de Copetraf Ltda., (www.copetraf@copetel.com.ar), a los distintos representantes técnicos de las cooperativas que forman parte de la cartera de los clientes de Copetraf Ltda., como así también a las empresas E.D.E.A. S.A., EDELAP S.A., EDEN S.A., y EDES S.A.

El pequeño desarrollo informativo sobre los ensayos se puede apreciar en el anexo.

Grupos de Conexión de Transformadores.

Desarrollo Teorico.

Introducción:

Casi toda la energía eléctrica se genera en generadores trifásicos y se transmite por líneas de transmisión trifásicas. Como a menudo es necesario elevar y reducir la tensión varias veces entre los generadores y las cargas, en los sistemas trifásicos se utilizan muchísimos transformadores. Las transformaciones pueden realizarse mediante bancos de transformadores monofasicos adecuadamente conectados, o mediante transformadores trifásicos en lo que se enlazan entre si los circuitos magnético de las tres fases.

Aun cuando casi toda la transmisión de potencia eléctrica se realiza por medio de sistemas trifásicos, aproximadamente la mitad de la energía se utiliza eventualmente en forma de potencia monofasica para fines domésticos o de poca potencia.

Las cargas monofasicas se alimentan desde los secundarios de baja tensión de transformadores de distribución cuyos primarios se conectan al sistema trifásico de transmisión distribuyéndose las cargas monofasicas entre las fases del sistema trifásico de manera que resulte una carga trifásica aproximadamente equilibrada.

Muchas de las características importantes de las diversas conexiones se pueden deducir fácilmente de un análisis en el cual los transformadores se suponen ideales.

Para ser empleados en circuitos trifásicos, los transformadores pueden conectarse según diversas disposiciones, unas simétricas y otras asimétricas. Si la conexión es simétrica, cada fase del primario es igual que las otras dos, y lo mismo ocurre con las fases del secundario. Por ejemplo, si se conectan tres transformadores iguales son sus primarios en triangulo o en estrella y también en triangulo o en estrella sus secundarios, la disposición es simétrica. Existen cuatro de dichas conexiones simétricas de transformadores de dos devanados, cuales son:

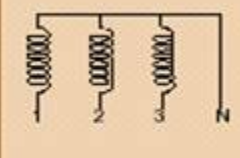
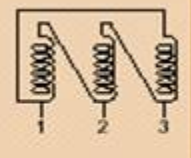
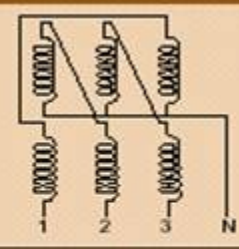



1. Triangulo – triangulo.
2. Estrella - estrella.
3. Triangulo – estrella.
4. Estrella – triangulo.

Un ejemplo importante de disposición asimétrica es la conexión “V” o triangulo abierto, que emplea solo dos transformadores.

En los sistemas polifásicos, se entiende por conexión las forma de enlazar entre si, los arrollamientos de las distintas fases. En los transformadores trifásicos, los arrollamientos pueden estar montados en una conexión abierta (III), conexión en triángulo (D), conexión en estrella (Y) y conexión zigzag (Z).

Grupo de conexión de transformadores.

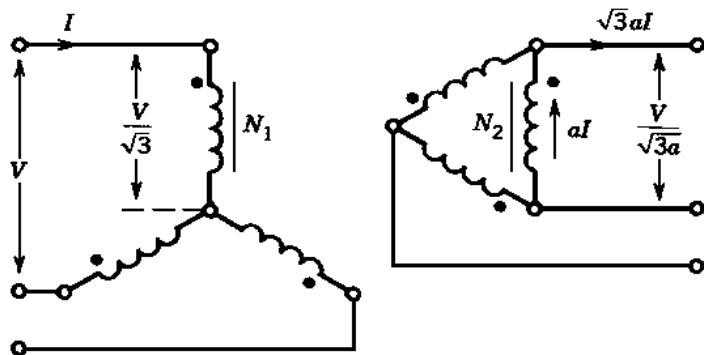
Las conexiones triángulo y estrella son, el [empleo](#) general y la conexión Zig-Zag se emplea generalmente para baja tensión. El tipo abierto (III) tiene aplicación en el caso de transformadores suplementarios o adicionales. A continuación apreciaremos la simbología correspondiente a los distintos tipos de conexiones arriba mencionados.

Conexión (o montaje)	Estrella	Triángulo	Zigzag
Esquema			
Simbolo			
Letra	Y o y	D o d	Z o z
Observaciones	Sencillo, robusto y adecuado a las tensiones muy altas	Más adecuado para corrientes fuertes	Utilizado en los secundarios de algunos transformadores de distribución. Mayor número de conexiones.

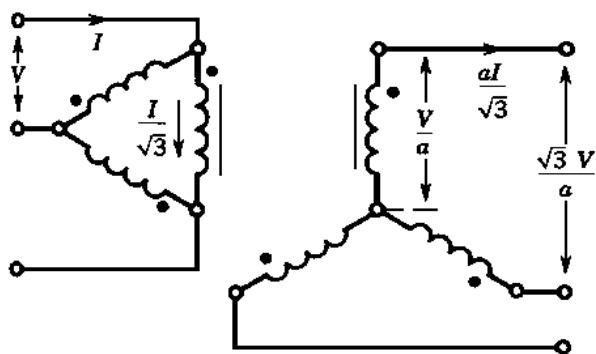
La conexión de los devanados trifásicos se designa con las letras Y, D y Z para los devanados de alta tensión e y, d, z para los de baja tensión. Si el punto neutro de los devanados en estrella o en zigzag es accesible para su conexión, las designaciones se convierten en YN o ZN e yn o zn.

En lo que respecta a los distintos tipos de conexiones trifásicas arriba mencionado se puede tener una idea mas completa con el siguiente esquema donde se pueden apreciar los bobinados primarios, los secundarios y sus conexiones. También se pueden observar los bornes homólogos para que los sentidos de arrollamientos de los bobinados sean aditivos como se requiere para el óptimo funcionamiento del transformador. Se aprecia también en el grafico los valores de Tensión entre bornes, como así también los valores de Corriente en cada una de las ramas afectados por el valor de relación de transformación, según corresponda.

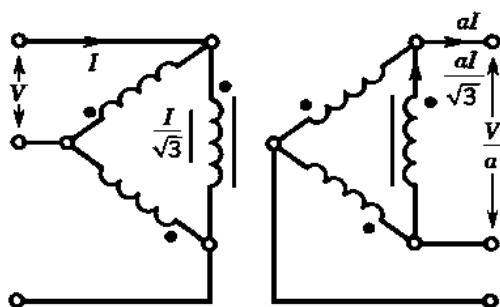
Estos esquemas corresponden a los conexionados de transformadores de disposición simétrica.



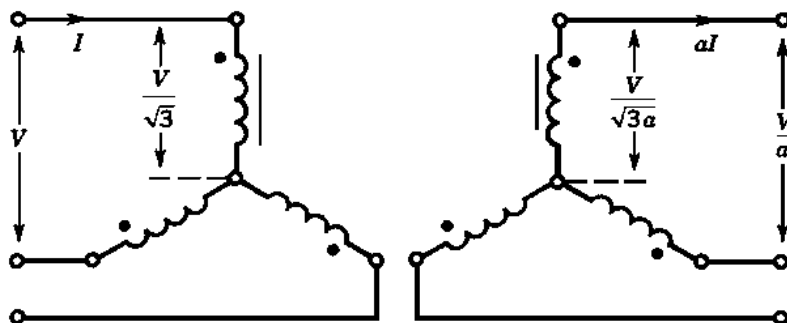
a) Conexión estrella-triángulo (Y- Δ).



b) Conexión triángulo-estrella (Δ -Y).



c) Conexión delta-delta (Δ - Δ).

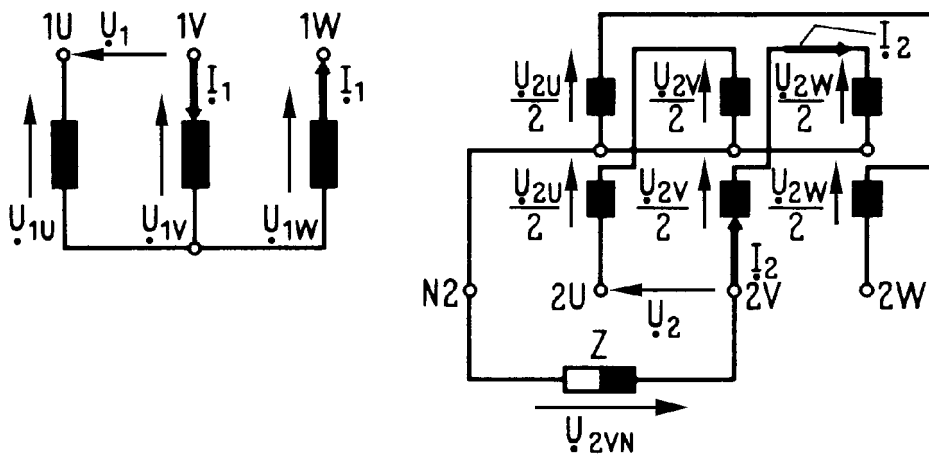


d) Conexión estrella-estrella (Y-Y).

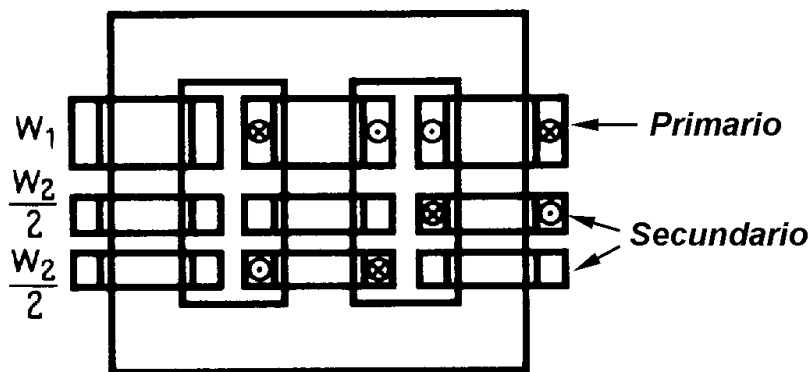
Conexiones de transformadores trifásicos.

Cabe mencionar que la conexión en Zig-Zag, si bien representa a un grupo de conexiones de transformadores, no es el más utilizado habitualmente, en este tipo de conexionado se puede observar que cada fase va montada por la mitad sobre 2 columnas y estas mitades se montan en oposición, siguiendo un orden de permutación circular de núcleos. La tensión correspondiente a cada fase resulta de la composición de dos tensiones, desfasadas 60° entre sí.

El transformador Zig-Zag.



En el grafico se observa las disposiciones esquemáticas de los arrollamientos con los valores de tensión en cada uno de los extremos de las ramas, los bornes homólogos de acuerdo a la inyección de corriente en cada uno de los devanados. Se aprecia también como se encuentra dividido en dos cada una de las ramas correspondientes al secundario.

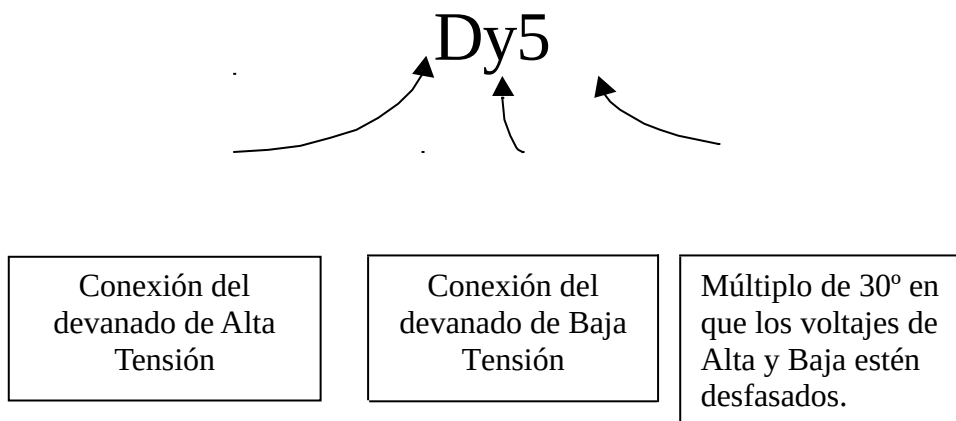


En el esquema se puede apreciar la disposición de los devanados, donde se ve que están partidos, esta es otra vista, sería una vista superior de una disposición esquemática de un transformador con conexión Zig-Zag.

Las conexiones utilizadas en la práctica están normalizadas en **grupos** de conexión.

El grupo de conexión caracteriza las conexiones de los arrollamientos (alta y baja tensión) y la fase de las tensiones correspondientes a dichos arrollamientos.

Cada grupo se identifica con una cifra que multiplicada por 30° da como resultado el desfase δ , en retraso, que existe entre las tensiones del mismo genero (simples o compuestas), del secundario, respecto al primario del transformador en cuestión. La designación de los diversos tipos de conexiones, se hace tomando letras mayúsculas (D, Y, Z) para el lado de alta tensión, y letras minúsculas (d, y, z) para el lado de baja tensión.



Una idea mas completa del surgimiento de la denominación de los distintos grupos de conexión se puede obtener del siguiente diagrama fasorial de donde se obtiene el subíndice numérico de la denominación, el cual como se describe arriba es un múltiplo de 30° que es el defasaje existente entre los voltajes de Alta y Baja Tensión, para normalizar el índice numérico mencionado, se dispone el diagrama fasorial en forma de las agujas del reloj, lo que se aprecia en el grafico a continuación.

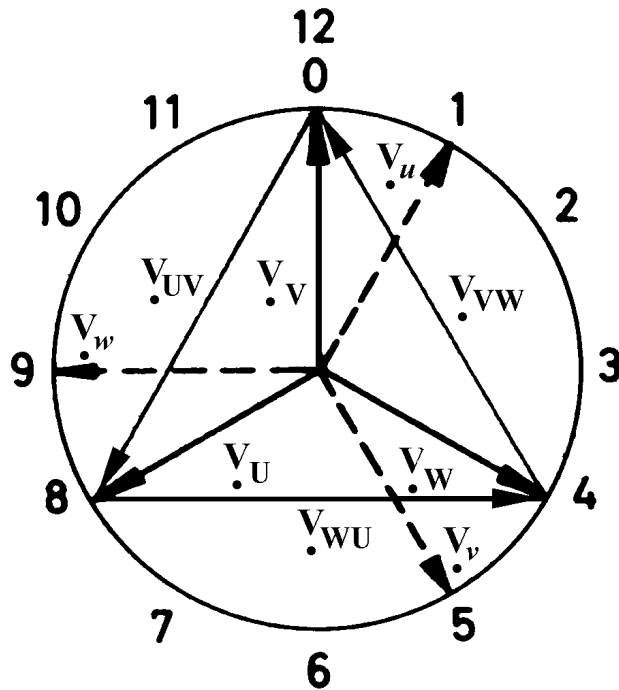


Diagrama fasorial para la definición del grupo de conexión

De acuerdo a todo lo mencionado anteriormente existen distintos tipos de grupos de conexiones de acuerdo a las conexiones propiamente dichas, y a los defasajes entre las tensiones de los lados de Alta y Baja Tensión respectivamente.

Cabe mencionar que los diferentes grupos permiten adoptar de acuerdo a las cargas a conectar, lo más conveniente debido a las disposiciones de las líneas a conectar al transformador tanto sean de Alta o de Baja Tensión. A continuación se aprecian en detalle los diferentes grupos con su Cifra Característica, Grupo de conexión, Diagrama Fasorial y Esquema de conexiones.

Grupos de conexión más usuales.

1	2	3		4	
Cifra Característica	Grupos de conexión	Diagrama fasorial		Esquema de conexiones	
		Alta tensión	Baja tensión	Devanado de alta	Devanado de baja
0	D d 0				
	Y y 0				
	D z 0				
5	D y 5				
	Y d 5				
	Y z 5				
6	D d 6				
	Y y 6				
	D z 6				
11	D y 11				
	Y d 11				
	Y z 11				

Para elegir el grupo de conexión más apropiado en cada caso particular, una de las condiciones más importantes que debe tenerse en cuenta es la determinación previa de si el arrollamiento de baja tensión ha de trabajar con carga desequilibrada y corriente en el neutro (esto último solo resulta posible en las conexiones y ó z). Desde el punto de vista del [equilibrio](#) magnético y atendiendo, por lo tanto, a la disposición y a las pérdidas adicionales, sino existe neutro en el lado de alta, la carga desequilibrada solamente será admisible dentro de ciertos [límites](#).

La carga, referida a la nominal, tolerable en el conductor neutro de un sistema trifásico no debe pasar de los siguientes valores:

➤ Conexión Yy, sin devanado terciario:

1. Transformadores acorazados, transformadores de cinco columnas y bancos de 3 transformadores monofásicos: 0%

2. Transformadores de tres columnas:

2.1 Sin bobina de puesta a tierra en el lado de alta:10%

2.1 Con bobina de puesta a tierra en el lado de alta:30%

➤ Conexiones Yy, con devanado terciario: 100%

➤ Conexiones Dy: 100%

➤ Conexiones Yz: 100%

Con pequeñas potencias y altas tensiones nominales, resulta inadecuada la conexión en triángulo para el lado de alta tensión, por razones constructivas.

Cuando se prevé que el conductor neutro del lado de baja tensión, ha de tener carga, se adoptará preferentemente la conexión Yz.

De acuerdo a lo solicitado por el Consejo de Administración de Copetraf Ltda., sobre un desarrollo teórico sobre los distintos grupos de conexiones de los transformadores explicando que son y como se identifican, se continua con el mismo realizando un enfoque mas pronunciado hacia los transformadores cuyas conexiones son Estrella y triangulo, ya que son los mas utilizados habitualmente en la practica y dentro de este tipo de conexiones los del grupo DY 11 ya que aproximadamente un 90% de los transformadores que ingresan a la empresa para ser reparados, pertenecen a este grupo, por lo tanto se considera importante poner especial énfasis en este tipo de transformadores.

Comparación de las conexiones Estrella y Triangulo:

Las conexiones estrella y triangulo tienen, en muchos aspectos, propiedades de correlación, es decir; las relaciones de tensión en una son análogos a las relaciones de intensidad en la otra. Es interesante comparar las conexiones estrella y triangulo desde este punto de vista, ya que dicha comparación pone de manifiesto algunas de las ventajas relativas de cada conexión.

La conexión en estrella es algo parecida a un circuito serie, mientras que la conexión, triangulo tiene características semejantes a las de circuitos paralelo. Cada una de las fases de una conexión estrella esta conectada en serie con una de las líneas, mientras que cada fase de una conexión triangulo esta conectada entre un par de líneas; así, las corrientes en las fases de la estrella son iguales a las corrientes de las líneas correspondientes, y las tensiones en las fases de un triangulo son iguales a las tensiones entre línea y línea correspondientes. En la conexión estrella, entre cada par de

terminales de línea hay dos devanados en serie, mientras que en la conexión triángulo entre cada par de terminales de línea hay dos ramas en paralelo. Así cada tensión entre línea y línea de una conexión en estrella es la combinación serie de dos tensiones de fase de la estrella, y cada corriente de línea en una conexión en triángulo es la combinación paralelo de dos corrientes de fase del triángulo; de donde las relaciones de tensión en un circuito estrella son análogas a las relaciones de corriente en un circuito triángulo.

Si están equilibradas las tensiones y **son despreciables los armónicos** el valor eficaz de las tensiones respecto al neutro en la estrella es igual al producto de $1/\sqrt{3}$ por el valor eficaz de las tensiones entre línea y línea. Por tanto, la conexión en estrella será particularmente adecuada para devanados de alta tensión, en los que el aislamiento es el problema principal, ya que para una tensión de línea determinada, las tensiones de fase de la estrella solo serían iguales al producto de $1/\sqrt{3}$ por las tensiones en el triángulo. Además, en la conexión en estrella las tensiones entre las bobinas y el núcleo pueden reducirse poniendo a tierra el punto neutro. Por otra parte, la conexión en triángulo lleva frecuentemente consigo un diseño menos caro cuando las corrientes son intensas, puesto que para condiciones de equilibrio y corrientes de línea de intensidad especificada, la intensidad eficaz de las corrientes en el triángulo es igual al producto de $1/\sqrt{3}$ por la intensidad eficaz de las corrientes en la estrella.

Cuando se conectan de igual manera los devanados primario y secundario, el banco en conjunto tiene las características distintivas de la conexión en estrella o en triángulo. Así pues, las conexiones estrella-estrella o triángulo-triángulo tienen características que contrastan. En la conexión estrella-estrella con neutros aislados, las tensiones entre línea y neutro están determinadas por las admitancias de excitación de las unidades, mientras que en la conexión triángulo-triángulo las corrientes del triángulo están determinadas por las impedancias equivalentes. Luego, si son desiguales las impedancias de excitación, los transformadores de una conexión estrella-estrella con neutros aislados estarán sometidos a tensiones desiguales, como ocurre en un circuito serie cuyas impedancias componentes sean desiguales; pero si son desiguales las impedancias equivalentes, las corrientes que circulan por los transformadores conectados en triángulo-triángulo serán desiguales, como sucede en el caso de circuitos derivados cuyas ramas tengan impedancias desiguales.

Debido a su sensibilidad al desequilibrio de tensiones y a los fenómenos nocivos de los armónicos rara vez se utiliza la conexión estrella-estrella sin conexión de los neutros, o sin otro medio de igualación de las tensiones respecto al neutro y eliminación de los armónicos.

En la conexión triángulo-triángulo, el que las corrientes de los transformadores dependan de las impedancias equivalentes puede ser una ventaja o un inconveniente, según las circunstancias. Por ejemplo, si los tres transformadores de un banco triángulo-triángulo tienen igual potencia nominal, convendrá que se repartan la carga por igual y si la carga está equilibrada deberán tener, por tanto, impedancias equivalentes iguales. En estas circunstancias, la sensibilidad de la conexión triángulo-triángulo a las desigualdades de las impedancias equivalentes es un inconveniente. En cambio, en un banco triángulo-triángulo pueden emplearse con relativo éxito transformadores de potencias nominales diferentes (pero de iguales tensiones nominales), puesto que el transformador mayor suele tener la menor impedancia equivalente, y por tanto conducirá automáticamente la corriente más intensa. Aun cuando este montaje asimétrico presenta el inconveniente de que la potencia aparente nominal del banco trifásico es algo inferior a la suma de las potencias nominales de las unidades

componentes, ello no influye para que existan ciertas circunstancias en las cuales esta capacidad de la conexión triángulo-triángulo de funcionar satisfactoriamente con unidades de potencias nominales diferente constituya una clara ventaja.

Conexiones Triángulo-Estrella y Estrella-Triángulo:

A menudo conviene conectar en estrella los devanados de un lado del transformador; por ejemplo, cuando la tensión del circuito es elevada, o cuando se precise una conexión simétrica de neutro para poner a tierra o alimentar cargas monofásicas. Las conexiones triángulo-estrella o estrella-triángulo suelen ser adecuadas para estas aplicaciones por no tener las características, frecuentemente nocivas de la conexión estrella-estrella.

Debido a lo elevado de la tensión del circuito, la conexión triángulo-estrella es la usual para transformadores de potencia elevadores del extremo emisor de una línea de transmisión de alta tensión, y por la misma razón, los transformadores reductores del extremo receptor suelen estar conectados en estrella-triángulo. El neutro de la estrella de devanados de alta tensión suele ponerse a tierra a fin de asegurar una distribución equilibrada de tensiones entre las líneas y tierra y reducir las tensiones existentes entre las bobinas de los transformadores y los núcleos. A veces, la conexión a tierra se realiza a través de una impedancia conveniente cuyo fin es limitar la intensidad de la corriente resultante de un cortocircuito entre línea y tierra.

La conexión triángulo-estrella se emplea frecuentemente en transformadores reductores, cuando se desea una conexión de baja tensión al neutro. Por ejemplo, los transformadores reductores instalados en subcentrales que alimentan redes de distribución de tensión intermedia para primarios, se conectan frecuentemente en triángulo-estrella. Estas redes suelen ser sistemas trifásicos de cuatro hilos con el hilo neutro puesto a tierra solidamente, siendo de pocos miles de Volt la tensión con respecto al neutro.

La conexión estrella-triángulo puede emplearse para transformadores reductores de distribución que alimenten cargas monofásicas y trifásicas, cuando no se precise un neutro en la carga trifásica del lado de baja tensión.

Los inconvenientes del sistema conectado en triángulo son su falta de simetría respecto a corrientes y tensiones. Así, las cargas monofásicas del sistema conectado en triángulo dan origen a corrientes desequilibradas, mientras que en el sistema conectado en estrella las corrientes están aproximadamente equilibradas si se distribuyen adecuadamente las cargas entre las fases. Además la conexión a tierra del sistema conectado en triángulo es asimétrica.

Cabe mencionar que las tensiones de línea de primario y secundario presentan un desfase que puede ser de 30° en adelanto o en retraso, según sean las polaridades relativas de las conexiones de primario y secundario. Esta condición contrasta con la de un banco triángulo-triángulo o estrella-estrella, en donde las tensiones de línea de los primarios y secundarios correspondientes están casi en concordancia de fase cuando se realizan las conexiones de primario y secundario con las mismas polaridades relativas. A consecuencia de esta diferencia de fase, nunca deberá ponerse en paralelo un banco triángulo-estrella o estrella-triángulo con uno triángulo-triángulo o estrella-estrella en ambos lados de primario y secundario.

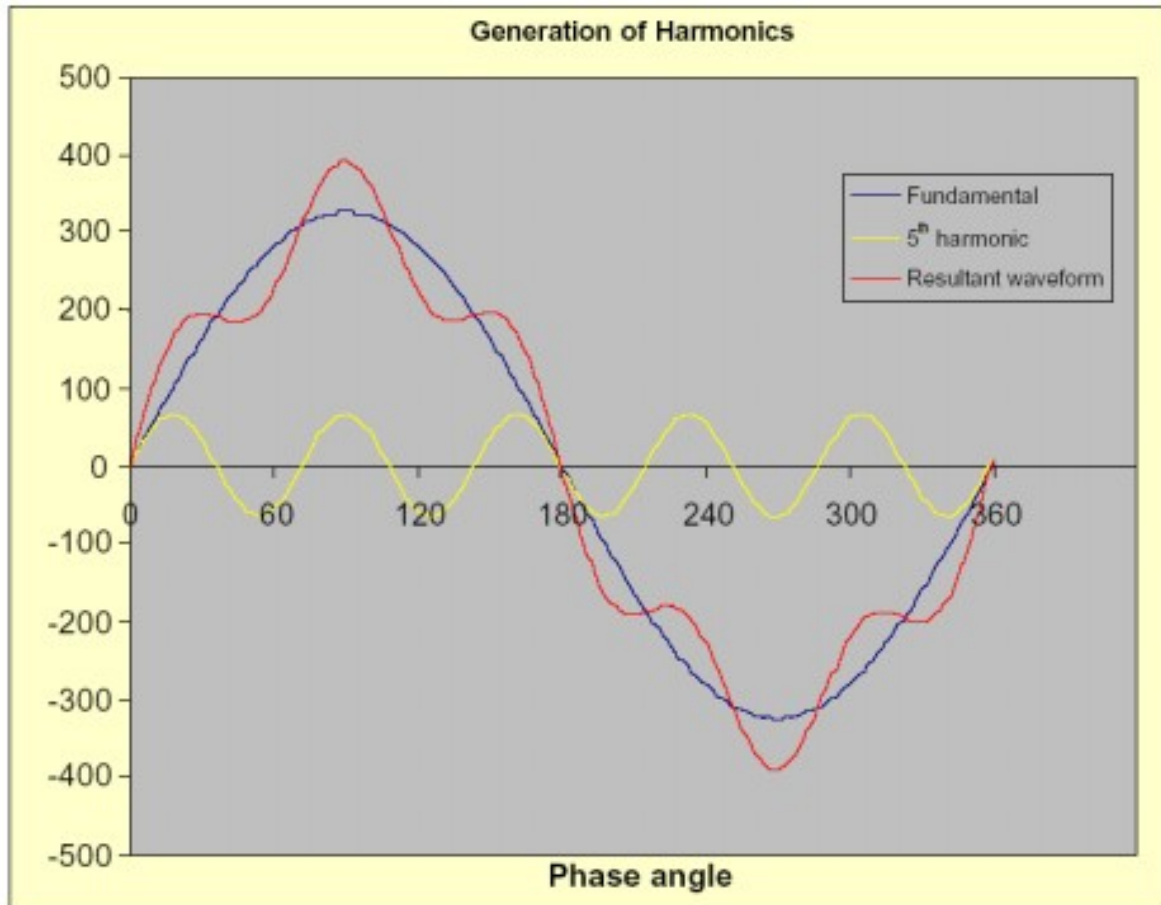
En el lado conectado en estrella, las corrientes de los transformadores son iguales a las corrientes de la línea correspondientes. Cuando las corrientes de la estrella están equilibradas y varían sinusoidalmente con el tiempo, su suma vectorial es nula, y por lo

tanto, no circula corriente alguna por la conexión a tierra del neutro, que solo sirve para mantener el neutro al potencial de tierra. Si se desprecian las corrientes de excitación, las corrientes de primario y secundario crean fuerzas magnetomotrices iguales y opuestas, y por lo tanto, las corrientes del triangulo están en fase con las corrientes de la estrella correspondientes directamente opuestas.

Cuando los tres transformadores tienen la misma razón de números de espiras y están equilibradas las tensiones de línea del triangulo, las tensiones respecto al neutro de la estrella deberán también estar muy aproximadamente equilibradas cuando sean pequeñas las caídas de tensión en las impedancias de fuga. Esta situación contrasta con el comportamiento de un banco estrella-estrella en el cual las tensiones respecto al neutro dependen de las características de excitación de las unidades cuando están aislados los neutros. Además, si en el lado de la estrella están equilibradas las corrientes de línea, las corrientes del triangulo deberán estar muy aproximadamente equilibradas y cualquier desequilibrio entre las corrientes del triangulo se deberá solamente a diferencias entre las relativamente débiles corrientes de excitación. Esta condición contrasta con el comportamiento de un banco triangulo-triangulo cuyas corrientes dependen de las impedancias equivalentes de las unidades.

Así, para tensiones de línea equilibradas y corrientes de líneas equilibradas, la conexión en triangulo equilibra las tensiones respecto a neutro de la estrella, mientras que la conexión en estrella equilibra las corrientes del triangulo. Esta acción equilibrante constituye a veces una ventaja de las conexiones triangulo-estrella y estrella-triangulo, puesto que a tres transformadores de tensiones o intensidades nominales iguales tomarán automáticamente partes iguales de una carga trifásica equilibrada, aun cuando sean diferentes sus impedancias equivalentes y sus características de excitación.

Fenómeno de armónicos en los circuitos trifásicos.



Introducción

La tensión en bornes de un alternador eléctrico aislado, naturalmente tiene una forma senoidal pura, y también lo es la respuesta de la onda de corriente cuando se trabaja con elementos de carga perfectamente lineales en las que la característica tensión-corriente es una línea recta.

Por el contrario, la presencia de cargas no lineales da origen a una respuesta periódica que se aparta de la forma senoidal pura.

El estudio de estas ondas no senoidales se encara utilizando el análisis de Fourier, que

permite su descomposición en una suma de ondas senoidales puras de distintas frecuencias, de manera tal que cada componente senoidal se puede tratar separadamente con los métodos desarrollados para ondas senoidales puras.

Las frecuencias de las diferentes ondas componentes resultan múltiplos enteros de la frecuencia de la fundamental, y las ondas correspondientes se conocen como armónicas superiores. En el caso particular de ondas de período T simétricas con respecto al eje de abscisas ($f(x) = -f(x + T/2)$), no existen armónicas cuya frecuencia resulte un múltiplo par de la fundamental.

Además, por lo indicado anteriormente, a estas ondas no senoidales se las conoce también como poliarmónicas y la acción distorsiva de los elementos no lineales da origen a la denominada distorsión armónica.

En principio, la forma de onda de la tensión en barras de un sistema de potencia importante puede suponerse como puramente sinusoidal y de frecuencia constante (50 Hz en la Argentina). Esta frecuencia se denomina usualmente "frecuencia de red" o "frecuencia fundamental".

Sin embargo, los niveles de distorsión armónica presentes en las redes de distribución eléctrica han aumentado en los últimos años, siendo un problema habitual en las plantas industriales modernas.

En el pasado, la fuente más importante de generación de corrientes y tensiones poliarmónicas (también llamadas no sinusoidales o simplemente armónicas) era la rectificación con diodos de vapor de mercurio y el principal inconveniente que originaba era la interferencia telefónica.

Con la demanda siempre creciente de la industria y el comercio, junto con el gran desarrollo de la electrónica de potencia, se produjo un aumento en el uso de equipos de conversión estática a tiristores, arrancadores y variadores de velocidad para motores de corriente alterna y de corriente continua, rectificadores, atenuadores electrónicos de iluminación, fuentes conmutadas, sistemas de alimentación ininterrumpida, etcétera; además del incremento en la utilización de lámparas de descarga en gases, circuitos ferresonantes, reactores con núcleo saturable, hornos de arco, bancos de capacitores en paralelo para la corrección del factor de potencia y diversos equipos de características no lineales, que han producido un aumento del nivel de armónicas presentes en las redes.

Un efecto importante de la presencia de armónicas es la reducción del factor de potencia total de la instalación. Por ejemplo, en el caso de la rectificación de potencia controlada por tiristores, retrasar la conmutación en un ángulo determinado equivale a desplazar en dicho ángulo todas las ondas de corriente de las distintas ramas rectificadoras, o sea, introducir una diferencia de fase entre las ondas de corriente y tensión en cada una de las ramas, produciéndose ondas en "Zig Zag" con gran generación de armónicas.

Por lo tanto, desde la red se ve que la carga toma una corriente retrasada de su tensión, o lo que es lo mismo, posee un factor de potencia inductivo, exactamente igual que en el caso de introducir una inductancia "verdadera" en serie con la carga. De esta manera, se reduce la potencia activa transvasada y se conserva constante la potencia aparente, reduciéndose así el factor de potencia.

Asimismo hay que considerar que las componentes armónicas de frecuencias altas dan lugar a **mayores pérdidas por histéresis y por corrientes parásitas en los circuitos magnéticos**; y un mayor efecto pelicular en los conductores eléctricos. Además, en las máquinas rotativas originan campos giratorios de secuencia inversa (por ejemplo la 5ª armónica).

Las armónicas pueden ocasionar una perturbación inaceptable sobre la red de

distribución de energía eléctrica, y **causar el recalentamiento** de motores, cables y **transformadores**, el disparo de los interruptores automáticos, el sobrecalentamiento (y posible explosión) de capacitores, y también el mal funcionamiento de distintos equipos como computadoras, sistemas de comunicaciones, máquinas de control numérico y equipos de control, protección y medición en general.

Esto último se agrava por el hecho que los equipos modernos se diseñan con tolerancias mucho mas estrechas, a fin de reducir costos. El resultado es que los equipos son menos capaces de tolerar armónicas.

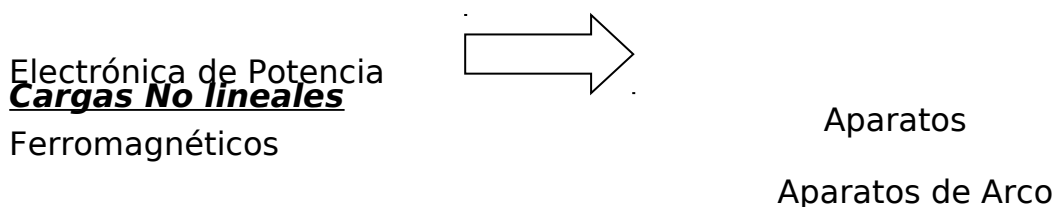
Otro aspecto a tener en cuenta en presencia de armónicas, es que los instrumentos de medición y los sensores de las protecciones deben estar diseñados para considerar valores eficaces verdaderos (True RMS).

Cabe señalar que en los sistemas trifásicos, las tensiones compuestas de línea que se obtienen por diferencia de las tensiones de fase, no contienen armónicas de orden múltiplo de 3.

Además, al aplicar tensiones poliarmónicas trifásicas a una carga simétrica en estrella con neutro, en éste circularán las armónicas de orden múltiplo de 3, pudiendo dar lugar a corrientes excesivas que generan calentamiento. Como se desprende de lo anterior, en presencia de armónicas debe prestarse especial atención al dimensionamiento del conductor neutro, pudiendo llegar a ser necesario utilizar el doble de la sección que se requiere en los conductores de fase.

Origen de los Armónicos

El origen de los armónicos según lo que se expresa en la introducción se debe al comportamiento de distintas cargas dentro la red eléctrica, según se describe en el siguiente esquema:



Efectos de los Armónicos:

Estos armónicos que se originan por las diferentes cargas arriba mencionadas, sobre las cuales se pondrá especial énfasis en los aparatos ferromagnéticos por ser los transformadores elementos de este tipo, y las mencionadas cargas producen los efectos que se enumeran a continuación:

- Disparo de interruptores y fusibles
- Sobrecarga de transformadores
- Sobrecarga de capacitores
- Pérdidas en equipos de distribución

- Excesiva corriente en el conductor de Neutro
- Mal funcionamiento de controles electrónicos y computadoras
- Errores de medición en sistemas de medición

Se analizará mas en detalle los aparatos ferromagnéticos, en este caso los transformadores de acuerdo a la perturbación que ocasionara en la red debido a originar armónicos nocivos para la misma.

Aparatos ferromagnéticos

Los transformadores son los elementos más importantes en esta categoría. Los transformadores generan armónicas como resultado de características magnetizantes no lineales. El nivel de armónicas aumenta sustancialmente cuando la tensión aplicada aumenta por sobre los valores nominales del transformador. Originando una sobrecarga del transformador, lo que se desarrolla en forma mas detallada a continuación.

Sobrecarga de Transformadores

Los transformadores son diseñados para entregar energía a la frecuencia de red (50/60Hz). Las pérdidas en el hierro están compuestas por las pérdidas de la corriente circulante (que aumenta con el cuadrado de la frecuencia) y las pérdidas de histéresis (que aumentan linealmente con la frecuencia). Con frecuencias mayores a las pérdidas aumentan, causando un calentamiento adicional al transformador. Además de la sobrecarga de transformadores los armónicos tienen distintos efectos sobre los transformadores ya propiamente dichos.

En los transformadores monofasicos suelen despreciarse los armónicos de la corriente de excitación a causa de su pequeñez. En muchos problemas en los que intervienen bancos trifásicos de transformadores pueden, también, despreciarse donde las corrientes de excitación se representan por ondas sinusoidales. Sin embargo, la peculiaridades de los fenómenos de armónicos en sistemas trifásicos pueden, en algunas ocasiones, ejercer efectos importantes sobre las características del sistema, particularmente en el comportamiento de los bancos estrella-estrella de transformadores monofasicos. Además, a pesar de su tamaño relativamente pequeño, los armónicos de la corriente de excitación en un banco trifásico de transformadores pueden, en ciertas condiciones, inducir en los circuitos de comunicaciones próximos tensiones que interfieran seriamente con el funcionamiento adecuado de dichos circuitos. Los técnicos encargados de sistemas de potencia y de circuitos de comunicaciones deberán estar preparados para impedir situaciones de este tipo.

Debido a todo lo mencionado hasta aquí se enfocara el problema más acotadamente llevándolo hacia el grupo de conexión más utilizado en la practica, las conexiones triangulo-estrella o el ya mencionado grupo de conexión DY11.

Conexiones triangulo-estrella y triangulo-triangulo

Los terceros armónicos de las corrientes de excitación de los primarios conectados en triangulo originan caídas de tensión de la frecuencia del tercer armónico en la impedancia de fuga de cada transformador. Como la tensión sinusoidal aplicada es igual

a la caída de tensión debida a la impedancia de fuga del primario más la fuerza contraelectromotriz generada por el flujo mutuo, esta fuerza electromotriz debe contener un tercer armónico igual y opuesto al tercer armónico de la caída de tensión en la impedancia de fuga y, en consecuencia, el flujo mutuo debe ajustarse por si mismo de manera que genere esta pequeña tensión del tercer armónico, la cual suele ser solamente de un 0.1% de la tensión nominal. Por tanto, en los secundarios se generará también una pequeña fuerza electromotriz de la frecuencia del tercer armónico. Como las formas de onda de las fuerzas electromotrices generadas en los tres transformadores iguales son iguales pero desfasadas un tercio de periodo, los terceros armónicos de las fuerzas electromotrices de los secundarios de los tres transformadores serán iguales y desfasados tres tercios de periodo del tercer armónico, y por tanto están en concordancia de fase.

Si se conectan los secundarios en estrella con el neutro aislado, los terceros armónicos de la corriente de excitación necesarios para permitir que las variaciones casi sinusoidales de los flujos mutuos queden confinadas a los primarios en triangulo y las caídas de tensión en la impedancia de fuga de los primarios, aparecen como pequeñas componentes de las tensiones de los secundarios respecto al neutro pero, estos terceros armónicos no se hallan presentes en las tensiones entre línea y línea.

Sin embargo, si se conectan en triangulo los secundarios, los terceros armónicos de las tres tensiones de secundario estarán en fase en el mismo sentido a lo largo del triangulo y por tanto producen una débil corriente de la frecuencia del tercer armónico en el triangulo de secundarios. Así pues, los terceros armónicos de las corrientes de excitación se encuentran tanto en los primarios como en los secundarios en triangulo, y las fuerzas magnetomotrices de la frecuencia del tercer armónico necesarias para permitir las variaciones casi sinusoidales de los flujos mutuos las crean los efectos combinados de estas corrientes de excitación de los primarios y de los secundarios.

Puede demostrarse que las intensidades de los terceros armónicos de las corrientes de excitación en los triángulos de primarios y de secundarios son inversamente proporcionales a las impedancias de fuga de primario y secundario a la frecuencia del tercer armónico, estando referidas a un mismo lado las intensidades y las impedancias.

Continuando con el desarrollo teórico sobre la presencia de armónicos en transformadores, un punto a tener muy en cuenta es el del factor “K”, donde la capacidad nominal de los transformadores se ve reducida por lo que se originan sobrecalentamientos indeseables.

Dicha reducción de potencia se origina mediante la influencia que ejercen cargas alinéales en las distintas redes de distribución, estas cargas alinéales como ya se mencionara con anterioridad son por ejemplo equipos electrónicos tales como computadoras personales, equipos informáticos, etc. Se analizará este factor “K” en detalle a continuación.

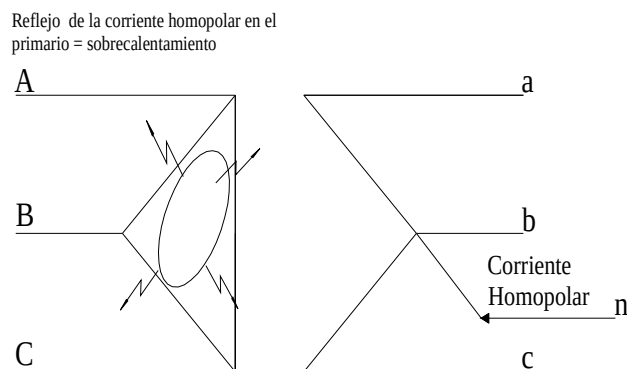
Factor “K” en los Transformadores

➤ Introducción.

Las redes de distribución y los equipos eléctricos de potencia se diseñan tradicionalmente, bajo la hipótesis de carga lineal. En este tipo de cargas, las formas de onda de la tensión y las corrientes son ambas sinusoidales. Sin embargo, cada vez son

mas habituales las cargas eléctricas, las fuentes de alimentación con rectificadores (comunes en equipos informáticos), ciertos tipos de alumbrado fluorescente, etc. Todos ellos se caracterizan por absorber la corriente en cortos impulsos de tiempo en vez de hacerlo suavemente en forma sinusoidal. Estos impulsos originan armónicos de corriente, es decir, corriente senoidales con frecuencias que son múltiplos enteros de los 50[Hz] nominales. Las instalaciones y equipos eléctricos tradicionales no están preparados para soportar estas corrientes de elevada frecuencia. La situación se empeora cuando se tiene en cuenta que las armónicas de corriente provocan la distorsión de la tensión a través de la impedancia de la red eléctrica de distribución.

Los transformadores de distribución de baja tensión, habitualmente empleados en las distintas zonas comerciales y residenciales de una ciudad (13200[V]/380[V]/231[V]), son especialmente sensibles a las armónicas de corriente que acceden a través del neutro del secundario y se reflejan en el devanado en triangulo del primario, provocando fuerte sobrecalentamientos y averías, aquí se aprecia un grafico explicativo.



Reflejo de las corrientes homopolares del neutro del secundario en el devanado del primario en un transformador triangulo-estrella.

➤ **Desclasificación de transformadores**

El transformador de distribución es un ejemplo de equipo diseñado para trabajar a 50[Hz]. Su potencia nominal y el calor que disipa en régimen de plena carga se calculan bajo la hipótesis de cargas lineales que no generan armónicas. Si el transformador tiene que proporcionar una corriente que contiene armónicas se sobrecalentará, aumentando la posibilidad de una avería en el mismo.

Para evitar este sobrecalentamiento en los transformadores, se ha desarrollado un procedimiento que define la máxima capacidad de un transformador convencional que deba proporcionar corrientes armónicas. Este procedimiento esta basado en el hecho de que el valor de pico (I_p) de una corriente sinusoidal es $\sqrt{2}$ veces superior a su valor eficaz (I_{rms}). En el momento en que la señal presenta un cierto contenido de armónicas, esta relación deja de cumplirse. Se trata, por lo tanto, de medir el valor de pico y el valor eficaz de las corrientes en cada fase del secundario del transformador, calcular sus promedios (I_p e I_{rms}), respectivamente y establecer la relación:

$$D = \frac{\sqrt{2} \cdot \bar{I}_{rms}}{I_p}$$

Donde: D = Factor de Desclasificación.

Así por ejemplo, si D es 0.83 se debe reducir (desclasificar) la potencia nominal del transformador al 83% para evitar sobrecalentamientos por el efecto de las armónicas que generan sus cargas.

Este método es, en definitiva, un procedimiento de protección de transformadores instalados que no han sido diseñados para el tipo de cargas lineales que soportan. En cualquier caso, es una solución aproximada al problema, pues no tiene en cuenta cada armónica en particular, sino una medida arbitraria de la presencia de todas ellas.

Sin embargo, la tendencia más coherente consistirá en anticiparse a la situación, cuando ello sea posible, incorporando en la red de transformadores de distribución específicamente diseñados para soportar cargas lineales con las consiguientes armónicas. Son los transformadores tarados en el factor “K”.

➤ **El factor “K” en los transformadores de distribución.**

Cada vez hay una mayor base instalada de cargas no lineales en las redes de distribución eléctrica, y los problemas que estas producen están suscitando la aparición de normativas internacionales que limitan la corriente armónica que puede generar un equipo eléctrico a unos valores no perjudiciales para el resto de la red.

Así, el Comité Europeo de la Normalización Electrotécnica CENELEC, ha publicado el documento “Determinación de la potencia nominal de un transformador con corrientes no sinusoidales”. En dicho documento se establece que en las redes de distribución la Distorsión Armónica Total (TDH) (Total Harmonic Distorsion) no deberá exceder el 5 % y el Factor de Distorsion de Armónicas Pares no deberá exceder el 1 %.

El valor de TDH se define como:

$$TDH(\%) = \sqrt{\left[\sum_{n=1}^{n=N} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2 \right]} \cdot 100$$

Donde:

I_1 es la componente fundamental de la corriente (de frecuencia 50 [Hz])

I_n es la armónica n-ésima de la corriente (de frecuencia 50*n [Hz])

N es la máxima armónica a considerar.

En redes de distribución con TDH > 5% se deberá tener en cuenta el sobrecalentamiento de los transformadores por encima de los valores nominales especificados en sus placas características (calculados para teóricas corriente sinusoidales con el mismo valor eficaz que la corriente real distorsionada).

En estos casos, el documento de CENLEC define para los transformadores su potencia nominal equivalente, esto es, la potencia equivalente a una corriente sinusoidal que causa las mismas pérdidas en el transformador que aquellas sinusoidales o distorsionadas.

Esta potencia nominal es igual a la potencia nominal del transformador, especificada en su placa de características, dividida por el factor “K” de la carga que alimenta. Así, por ejemplo un transformador convencional de 100 [KVA] que se emplea en una instalación con un factor $K = 1.2$, deberá ser desclasificado a una potencia nominal equivalente de 80 [KVA] si se quiere evitar el sobrecalentamiento en el mismo.

Análogamente, se fabrican transformadores especialmente diseñados para cargas no lineales que especifican un factor K en su placa de características. La potencia nominal de estos transformadores, cuando trabajan en entornos lineales, (sin distorsión armónica), es el producto de su potencia nominal por el factor K .

El factor K de un transformador se puede determinar a partir de la siguiente expresión:

$$K = \sqrt{\left[1 + \frac{e}{1+e} \left(\frac{I_1}{I} \right)^2 \sum_{n=2}^N \left(n^q \left(\frac{I_n}{I_1} \right) \right)^2 \right]}$$

Donde:

n: orden de la armónica.

I: intensidad eficaz de la corriente. (Incluyendo la distorsión).

I₁: componente fundamental de la corriente (primera armónica).

N: máxima armónica a considerar.

q: constante que depende del tipo de arrollamiento del transformador (circular o rectangular) y de la frecuencia de la red. En muchos casos su valor se aproxima a 1.7.

e: cociente entre la pérdida debida a la componente fundamental de la corriente (I_1) y la pérdida que se produciría con una corriente continua de aquel valor, I_1 ambas medidas a la misma temperatura de referencia. Este valor lo proporciona el fabricante del transformador y suele ser próximo a 0.3.

Por último en este desarrollo teórico sobre armónico se observará un pequeño resumen sobre los fenómenos debido a ellos.

Resumen de los fenómenos debidos a los armónicos:

Los puntos más importantes sobre los fenómenos que ocurren en las redes eléctricas debidos a los armónicos en circuitos trifásicos equilibrados pueden resumirse de la siguiente manera:

Los terceros armónicos de corrientes y tensiones en los circuitos trifásicos equilibrados son iguales y están en concordancia de fase. (Es decir, son cantidades de secuencia cero.)

El orden de fases de los quintos armónicos es opuesto al de los armónicos fundamentales. (Es decir, son cantidades de secuencia negativa)

Por estar en concordancia de fase, los terceros armónicos de las corrientes no pueden circular por las líneas de un sistema trifásico equilibrado, a menos que se les proporcione un camino de retorno a través de una conexión neutra. No obstante, por los

circuitos conectados en triangulo pueden circular corrientes de la frecuencia del tercer armónico que no estén presentes en las líneas conectadas en triangulo.

Debido a que sus efectos inductivos son aditivos directamente, las corrientes de la frecuencia del tercer armónico (u otras de secuencia cero) que circulen por las líneas de un sistema trifásico pueden originar una interferencia inductiva importante en los circuitos de comunicaciones paralelos a las líneas de potencia.

Por deber ser nula la suma instantánea de las tensiones entre línea y línea de un sistema trifásico (tomadas en orden cíclico), en las tensiones entre línea y línea de un sistema trifásico equilibrado no podrán existir terceros armónicos, ya que estarían en concordancia de fase y por lo tanto su suma no sería nula. En cambio, pueden existir terceros armónicos en las tensiones de la estrella respecto al neutro, sin que estén presentes en las tensiones entre línea y línea.

Las características magnéticas del hierro exigen que para que el flujo varíe sinusoidalmente, la corriente de excitación de un transformador contenga un tercer armónico cuya intensidad es normalmente de un 40% de la del armónico fundamental de la corriente de excitación.

Las aplicaciones de estos principios generales a las conexiones trifásicas de transformadores monofasicos conducen a las siguientes conclusiones:

Si las tensiones de los transformadores deben variar sinusoidalmente, deberá permitirse la circulación de los terceros armónicos de las corrientes, o por los devanados conectados en triangulo o a través de una conexión neutra.

Aun cuando las características de la conexión estrella-estrella con hilo neutro sean satisfactorias en lo que concierne al comportamiento del banco, la necesidad de un cuarto hilo es conveniente y la presencia de terceros armónicos de las corrientes de excitación en las líneas trifásicas pueden ocasionar interferencia inductiva perjudicial.

Si se suprimen los terceros armónicos de las corrientes de excitación, como ocurre en la conexión estrella-estrella con neutros aislados, las tensiones de los neutros pueden desequilibrarse y contener terceros armónicos relativamente intensos. En determinadas condiciones, estos terceros armónicos de las tensiones respecto al neutro pueden aumentar mucho a causa de los fenómenos de resonancia. Por ello, la conexión estrella-estrella de transformadores monofasicos deberá utilizarse con precaución.

Experiencias de Laboratorio:

Experiencia N°1:

Objetivo:

En esta primera experiencia se propuso observar a través de un osciloscopio el comportamiento del conexionado de un par de transformadores rurales trifásicos del grupo de conexión DY11, en lo que respecta al pasaje de armónicos de la red hacia la salida del dispositivo.

Desarrollo de la Experiencia:

Se dispone en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda., el siguiente dispositivo, dos transformadores trifásicos rurales, de los cuales los datos característicos de los mismos se aprecian a continuación, un osciloscopio como para poder observar las formas de onda que se obtienen tanto en la salida como en la entrada. En la siguiente foto se puede observar el dispositivo propiamente dicho.



Datos característicos de los transformadores utilizados:

Transformador N°1:

Marca: Sitran

Potencia: 10[KVA]

N° de Fábrica: 1959

I primario: 0.43 [A]

I secundario: 14.4 [A]

Ucc %: 4.1 %

Transformador N° 2:

Marca: Tadeo Czerweny

Potencia: 25 [KVA]

N° de Fábrica: 14944

I primario: 1.1 [A]

I secundario: 38.1 [A]

Ucc %: 4.37%

Datos del osciloscopio utilizado:

Marca: Iwatsu

Modelo: SS – 5212

Posee dos canales con las siguientes exactitudes:

Posición vertical: +-3%, escala x 1.
+-5%, escala x 10.

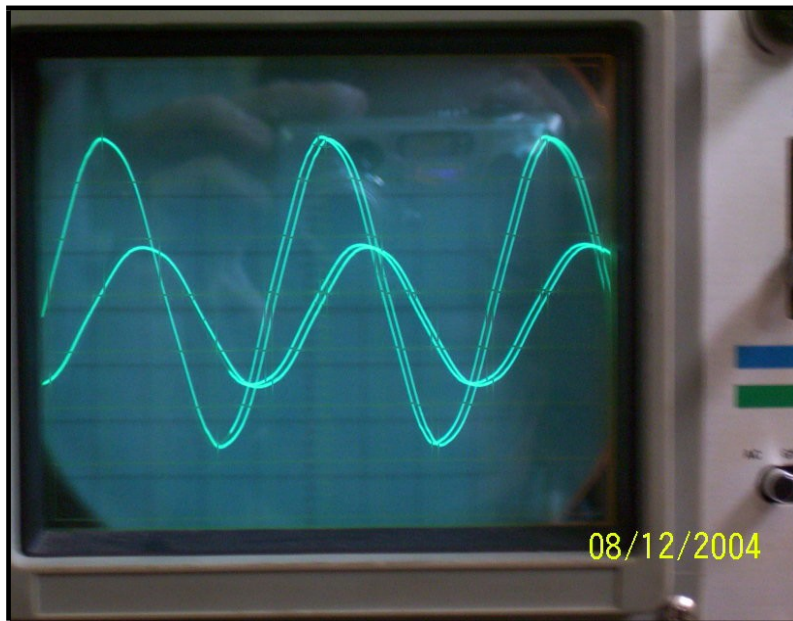
Posición horizontal: +-3%, de la Amplitud, al centro.

Una vez configurado el sistema y el conexionado correspondiente de los transformadores, es decir, se conecto la “línea” provenientes de la red al lado de baja Tensión del Transformador N° 1, es decir se tomo alimentación de la red proveniente del exterior con todas las deformaciones de tensión que esta puede tener, se conecto el transformador N°1 al transformador N°2 mediante unos puentes confeccionados con

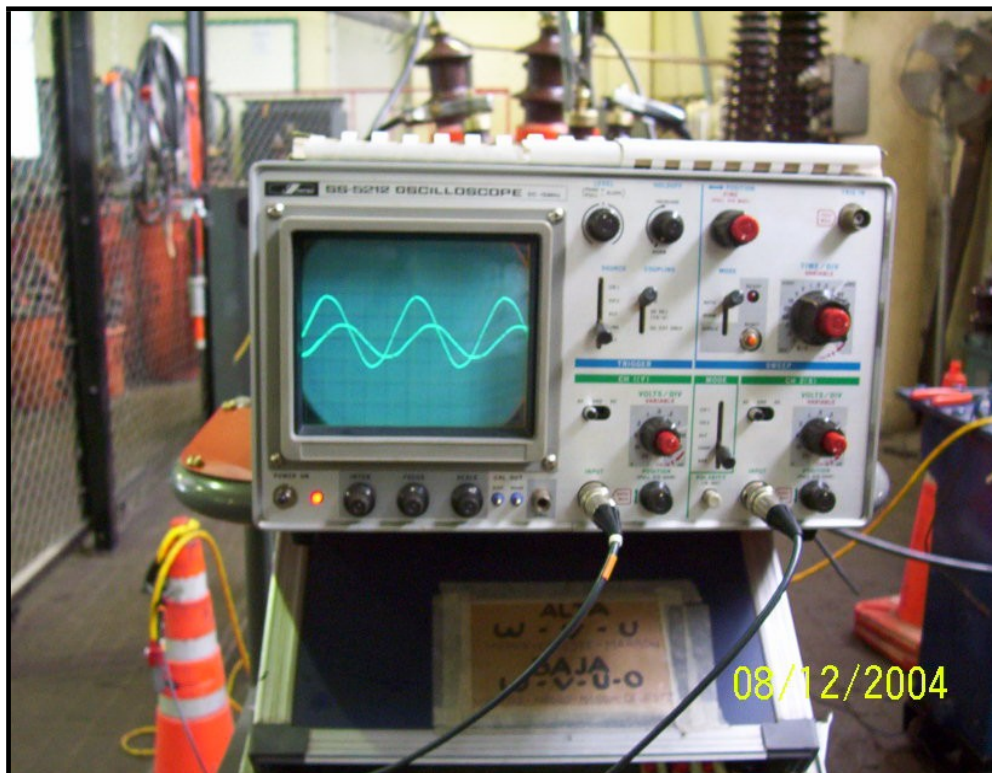
cables de cobre de 25 [mm²] de sección, por los bornes del lado de Alta Tensión de ambos.

Por lo que con esta configuración se puede obtener Tensión de salida del lado de Baja Tensión del transformador N° 2, que será la que se analizará a través del osciloscopio.

Como primera parte de la experiencia se conecto el osciloscopio a la red, y se pudo observar que como era de esperar la tensión de la red poseía una pequeña deformación debido a armónicos posiblemente terceros que se propagaban a la onda de corriente según se aprecia en la foto siguiente:

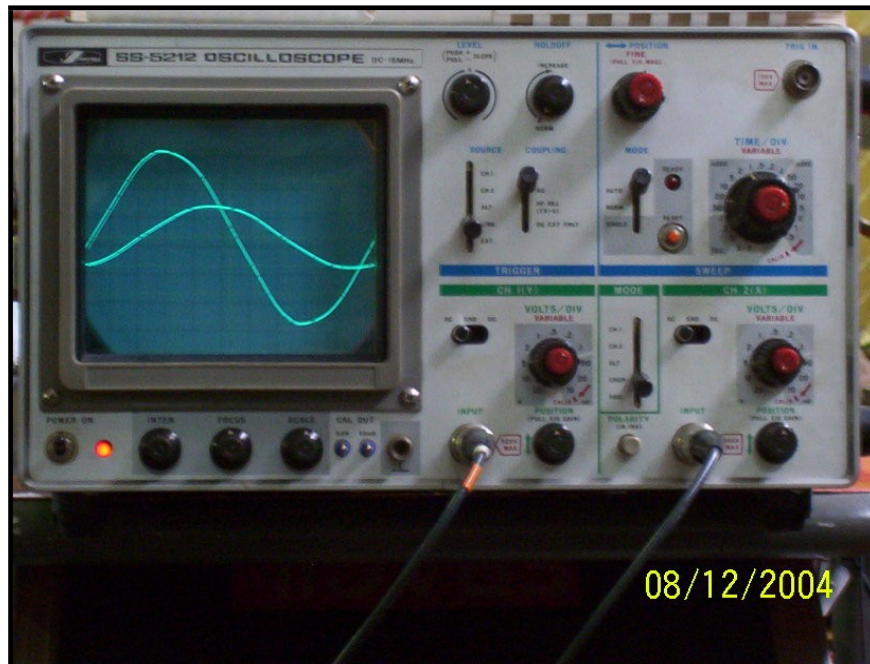


Una vez observadas las ondas de ingreso al sistema se procedió a la conexión del osciloscopio a la “salida” del sistema, es decir en el lado de Baja Tensión del transformador N° 2 , donde se pudo observar que esa onda de tensión que ingresaba al sistema **deformada**, y que por ende, producía una deformación en la onda de corriente que se propagaba, en la salida ya no era de la misma “forma” que en el ingreso sino que se encontraba filtrada, es decir se obtenía una forma de onda muy próxima a la sinusoidal buscada. Esto se puede apreciar en la siguiente foto.



Como se puede observar en la foto, si bien se obtuvo una onda mucho mas similar a una sinusoidal en la salida, igualmente se puede observar un pequeño desfasaje entre tensión y corriente que era de esperar debido al desfasaje que ya venia con la “onda” que ingresaba al dispositivo.

Por otra parte y aprovechando el uso del osciloscopio se decidió colocar las sondas de medición en puntos intermedios del dispositivo, por ejemplo en los bornes de Alta Tensión del transformador N° 2, es decir a la salida del conexionado en triangulo del mencionado transformador, donde se pudo apreciar que la onda ya era “casi” sinusoidal, es decir ya el conexionado en triangulo del lado de Alta Tensión del transformador N° 1, había actuado de “filtro”. Esto se aprecia en la siguiente foto del display del osciloscopio, donde se modifíco la posición de Trigger para obtener una visión mas optima de las ondas.



Por último cabe mencionar que tanto para las experiencias N°1 y N°2 se tensiona el dispositivo en forma gradual a través del Variac, ya utilizado en todos los ensayos anteriores, Marca: Vartrans, el cual se acciona mediante un dispositivo de pulsadores automáticos del tablero del interior de la oficina del Laboratorio. Según se puede observar en la siguiente foto.



Conclusión Experiencia N° 1:

Según se observó en todo el desarrollo de la experiencia, se pudieron comprobar los diferentes conocimientos teóricos adquiridos desde diferentes fuentes y volcados en la primera parte de este informe sobre el comportamiento de los transformadores trifásicos de grupo de conexión DY11 en lo que respecta a los armónicos.

Debido a lo que se observa en las fotos correspondientes, del display del osciloscopio se puede concluir que efectivamente el grupo de conexión triángulo-estrella actúa mediante su conexión en triángulo como "filtro" dejando "encerrados" dentro del triángulo los armónicos nocivos para la línea y no permitiendo que los mencionados armónicos se propaguen aguas arriba en la línea. Se habla de "aguas arriba" ya que generalmente se utiliza este grupo de conexión de transformadores como reductores y por lo tanto el lado de Alta Tensión es el que se encuentra conectado en triángulo, y no permite que los armónicos que ingresarían desde los consumidores a la línea por el conexionado en estrella se propaguen hacia las líneas de Alta Tensión.

Experiencia N°2:

Objetivo:

En esta segunda experiencia se propuso determinar cual es el inconveniente por el cual el analizador de redes utilizado en el Laboratorio de Mediciones de Copetraf Ltda., marca: A.V.O; no permite obtener valores confiables en transformadores monofasicos para la medición de perdidas en el Hierro mediante la disposición tradicional, es decir, intercalando el autotransformador elevador en el circuito tal cual se realiza para transformadores trifásicos.

Desarrollo de la Experiencia:

Se dispone en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda., un transformador rural monofásico, para realizarle el ensayo de medición de perdidas en el Hierro. Para esto se conecta el Variac, utilizado para elevar gradualmente la tensión, Marca: Vartrans, al autotransformador elevador, Marca: Copetraf Ltda., utilizado en los ensayos de rutina de medición de perdidas en el Hierro, y desde este se conecta al analizador de redes, Marca: A.V.O., hasta aquí todas las conexiones son realizadas en forma trifásica y de igual manera que como se informo en el primer desarrollo de la pasantia sobre los ensayos de rutina en transformadores. Lo que se modifica es la conexión del analizador de redes hacia el transformador a ensayar ya que esta se realiza en forma monofasica por ser el transformador de este tipo, y se tomó como neutro para la conexión al transformador el neutro de la red.

Cabe mencionar que todos los instrumentos y elementos utilizados para el ensayo son los ya descritos en el primer informe de la pasantia sobre ensayos de transformadores. A continuación se detallan los datos característicos del transformador a ensayar.

Datos característicos del transformador utilizado:

Marca: Tadeo Czerweny

Potencia: 5[KVA]

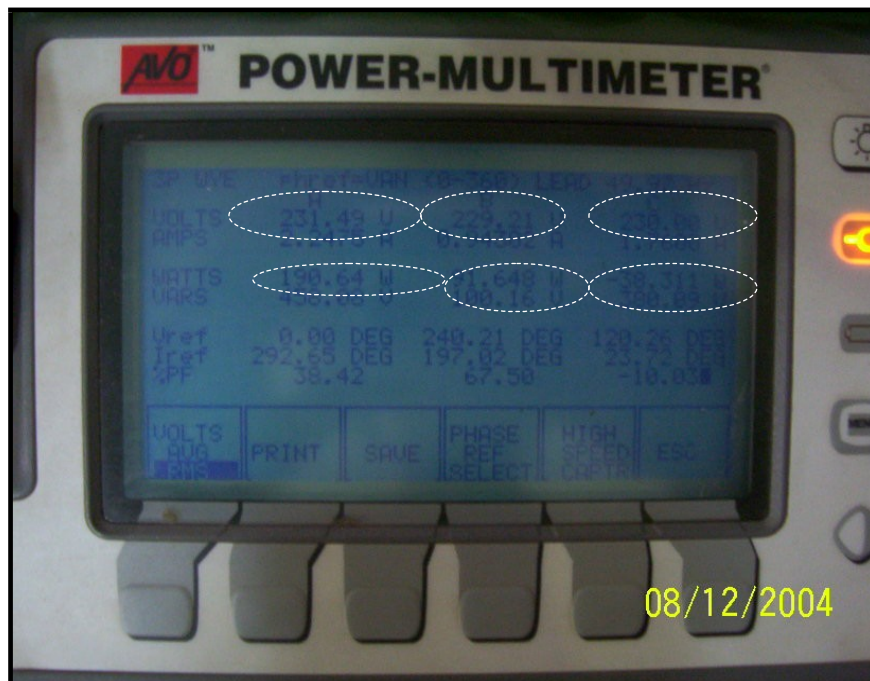
Tipo: TRMB

I primario: 0.38 [A]

I secundario: 21.6 [A]

Ucc %: 4.28 %

Una vez conectado el dispositivo de medición se comienza con el ensayo propiamente dicho, para esto se “sube” la tensión a través del Variac mediante los pulsadores que se encuentran en el tablero principal de la oficina del Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda., tal como se realiza para todos los ensayos. Se aumenta el valor de tensión que se aplica sobre el transformador a ensayar hasta llegar al valor buscado de 231[V], una vez que se obtiene aproximadamente este valor se leen los valores de los demás parámetros que se obtienen del ensayo, Corriente, Potencia Activa y Angulo de Desfasaje. Es aquí donde se descubre que los valores que se obtienen de Corriente y de Potencia no tienen nada que ver con los valores aproximadamente esperados. Dichos valores a leer del analizador se pueden observar en la siguiente foto.



Los valores que se aprecian no son coherentes con lo esperado y ni siquiera se asemejan a los de una medición monofásica sobre el transformador ya que se observa la medición de corriente en las tres fases pero solo se encuentra conectada una sola. Debido a esto y sospechando que el error en la medición sea introducido por el autotransformador, se decide “puentearlo” al mismo, es decir, conectar en forma directa la tensión que se aplica con el Variac al transformador obviamente pasando por el elemento de medición, el analizador de redes. Una vez realizada esta modificación en el circuito de conexión y medición, los valores obtenidos del analizador de redes fueron óptimos.

Conclusión Experiencia N° 2:

De acuerdo a lo explicado en el desarrollo de esta experiencia se puede concluir que el autotransformador introduce serios errores en la medición de pérdidas en el hierro en transformadores monofásicos, esto se puede entender debido a que se produce un “corrimiento” del neutro que toma el instrumento, con el neutro que ingresa al

transformador a ensayar, es decir, la referencia de neutro que toma el analizador de redes no es la misma que la que toma el transformador a ensayar. Una de las posibles causas de este fenómeno es que el autotransformador utilizado para elevar la tensión aplicada al transformador a ensayar posee conexiones del tipo estrella-estrella y no se vinculan dichas estrellas hacia ningún neutro por lo tanto quedaría el neutro en el aire y el autotransformador no tendría referencia del potencial cero.

Cabe mencionar que el autotransformador se utiliza para aplicar con el variac un tensión reducida, lo que hace que mediante el autotransformador se aplique al transformador el valor de tensión deseada.

Debido a esto y ante la comodidad de “puentear” el autotransformador se decidió utilizar esta última opción ya que para transformadores monofasicos no “cuesta” tanto levantar la tensión al valor buscado y además el variac permite llegar hasta valores de tensión de 250[V], el único inconveniente que se presenta es que se tarda un pequeñísimo tiempo mas en llegar al valor de 230[V], pero igualmente este tiempo de mas que se tarda es mucho mas optimo en la practica que realizar dos conexiones mas con el autotransformador y los neutros correspondientes.



Trabajo Final

INFORME PASANTIA **“MES DE NOVIEMBRE”** **EN COPETRAF LTDA.**

Autor: La Frossia, Alfonso Agustín.-

Matricula: 8581.-

Carrera: Ingeniería Eléctrica.-

Informe Pasantía Mes de Noviembre

Objetivos:

En este quinto mes de pasantía en la empresa Copetraf Ltda., se plantearon los siguientes objetivos a cumplir:

- Continuar desarrollando el análisis de las pérdidas en el Cobre y en el Hierro del parque de transformadores ensayados a lo largo del mes para poder efectuar un análisis estadístico, igual al del mes anterior y con el fin de acumular información ya que en el informe del mes siguiente, sería el último mes de la pasantía, desarrollar un compendio con las conclusiones de todos los análisis parciales para que este compendio permita visualizar previo a los ensayos y en forma aproximada cuales serían los transformadores que se excederán en sus valores de pérdidas en el Hierro y en el Cobre.
- Continuar con los ensayos de rutina en Aisladores para líneas de Alta, Media y Baja Tensión, según los pedidos de los clientes y del consejo de Administración de Copetraf Ltda. Además se desarrollara un análisis estadístico de los aisladores ensayados mes a mes para poder extraer conclusiones de los dos ensayos que se realizan en el Laboratorio de Mediciones de Copetraf Ltda., ensayo seco y ensayo bajo lluvia. También se propone continuar con la difusión de los ensayos entre los distintos clientes.
- Continuar con los ensayos de rutina en Alta Tensión de Pértigas, propuestos en los informes anteriores del desarrollo de la Pasantía. Además se propone confeccionar un análisis de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos. También se propone continuar con la difusión de los ensayos entre los distintos clientes.
- Confeccionar un pequeño desarrollo teórico e informativo sobre los distintos alambres que se utilizan para la fabricación y reparación de las bobinas de transformadores, que sea de fácil entendimiento y de utilización práctica por el personal del Departamento de Bobinado de Copetraf Ltda.
- Realizar un informe sobre el montaje en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda., de un sector para realizar ensayos de Alambres para bobinados de transformadores, en Alta Tensión. De acuerdo a las normas IRAM que los rigen.
- Confeccionar una especie de archivo digital, es decir mediante una planilla de calculo o una base de datos, con los valores de Tensión Máxima “soportada” por el Alambre en cuestión. Según cada una de las partidas nuevas que ingresan a la empresa para ser utilizada y según cada uno de los tipos y medidas.

Cabe mencionar que estos dos últimos objetivos son planteados por el Consejo de Administración de Copetraf Ltda., para resolver un problema que se viene suscitando día a día, en la empresa que se ve reflejado en los “reprocesos” que se plantean cada vez que uno de los transformadores “rebobinados” fallan en alguno de los ensayos de rutina. Y debido a que el principal objetivo que posee Copetraf Ltda., como empresa es reducir los tiempos y los costos de reparación, y evidentemente estos reprocesos son un paso hacia atrás en el camino a cumplir el objetivo como empresa, se decidió analizar la calidad de los alambres utilizados y para esto se monto un sector en el Laboratorio de Mediciones para tal fin.

Introducción:

En el siguiente informe correspondiente a este quinto mes de Pasantia se podrá observar un análisis estadístico tal como el que se desarrollo en el informe correspondiente al mes anterior. De este análisis se extraerán conclusiones que permitan “arrimarse” al objetivo final de la pasantia en lo que respecta a este punto que seria poder determinar de “antemano”, es decir cuando arriba el transformador a la empresa, según su nivel de Potencia, su Marca, y demás parámetros característicos del mismo, si este excede los niveles de potencia de perdidas en el Hierro y en el Cobre según lo estipulado por Norma.

Se desarrolla también un sencillo análisis de los ensayos realizados en Alta Tensión, de Aisladores para líneas de Baja, Media y Alta Tensión. Dicho análisis se desarrollará mediante una Planilla de Cálculo donde se “irán” volcando los valores obtenidos en ambos ensayos, “ensayo en seco” y “ensayo bajo lluvia”, con el objetivo de ir “haciendo” experiencia en este tipo de ensayos y tener registros para consulta frecuente y evacuar dudas sobre los ensayos ante contingencias que se presenten.

Un análisis similar al que se presenta para los Aisladores se desarrollara para el caso de las Pértigas. Los valores obtenidos de los ensayos serán “volcados” también en un archivo de Excel, además de los protocolos eléctricos de los ensayos correspondientes a cada Pértiga que se archivan según corresponda y sus duplicados son entregados al cliente como constancia de los ensayos realizados. El archivo será de uso interno para el Laboratorio de Mediciones Eléctricas, de donde se extraerán conclusiones y será fuente de consulta permanente ante las nuevas pértigas a ensayar, sobre todo para comparar valores, según los distintos tipos de pértigas ensayadas.

Se observará un desarrollo teórico sobre los distintos alambres que utiliza el Depto de Bobinado, donde se indicarán los distintos tipos, sus usos, características, etc., con el objetivo de informar a quienes los utilizan de sus distintas bondades, y de acuerdo a la necesidad cual es el uso mas apropiado.

Se desarrolla un informe detallado sobre el montaje en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf. Ltda. de un sector de mediciones de aislacion en Alta Tensión para Alambres. Cabe mencionar que el ensayo se efectuará bajo la Norma correspondiente y estos serán en un principio para poder determinar en el Laboratorio de Mediciones de Copetraf Ltda., junto con el personal del Depto de Bobinado la calidad de los alambres utilizados con el objetivo de disminuir las fallas en bobinas inherentes a la calidad del alambre adquirido. Los resultados de los Alambres ensayados serán registrados en una base de datos para poder, con el transcurso del tiempo, efectuar comparaciones entre los distintos tipos de alambres y elegir los mas convenientes de acuerdo a cada necesidad.

Transformadores ensayados durante el mes de Noviembre:

En el mes de Noviembre se ensayaron los siguientes transformadores en el Laboratorio de Mediciones de Copetraf Ltda., los resultados de los diferentes ensayos como de las mediciones de pérdidas realizadas se pueden observar a continuación:

<u>Fecha</u>	<u>Cliente</u>	<u>Marca</u>	<u>Poten</u> <u>cia</u>	<u>Nº</u> <u>Fabric.</u>	<u>Perdida</u> <u>s Fe</u>	<u>Perdida</u> <u>s Cu</u>	<u>Obser.</u>
03/11/04	T. Lauquen	Miron	315	13649	*****	*****	No Pasa
03/11/04	T. Lauquen	Mecom	200	9455	651,8	2668,66	
03/11/04	E.D.E.A SA	T.T.E.	315	21576	770,43	3619,39	
04/11/04	E.D.E.A SA	Miron	10	42049	99,01	257,81	
04/11/04	E.D.E.A SA	Trafo	63	2206	212,8	1086,7	
04/11/04	E.D.E.A SA	Trafo	63	2203	75,95	241,16	
04/11/04	T.Lauquen	Miron	160	11336	469,64	1985,62	
04/11/04	Copetonas	T. Czerweni	50	33278	222	844,78	
04/11/04	Otamendi	Transformar	16	548	*****	*****	No Pasa
05/11/04	E.D.E.A SA	Electra	25	28203	*****	*****	No Pasa
05/11/04	E.D.E.A SA	Vasile	40	9059	*****	*****	No Pasa
05/11/04	E.D.E.A SA	Vasile	40		164,18	855,56	
05/11/04	E.D.E.A SA	Vasile	400	6919	1082,03	4563,91	
05/11/04	Copetraf	Faraday	500	420808	952,36	4782,25	
08/11/04	E.D.E.A SA	Faraday	25	484209	*****	*****	No Pasa
08/11/04	E.D.E.A SA	Faraday	80	367463	284,16	1453,89	
08/11/04	Otamendi	Transformar	25	501	178,19	555,05	
08/11/04	E.D.E.A SA	Electrodinie	160	3150/1	714,83	1748,37	
08/11/04	E.D.E.A SA	Miras	80	2808	268,04	967,49	
08/11/04	Otamendi	Transformar	16	787	105,42	428,1	
08/11/04	Otamendi	Transformar	16	548	93,82	378,3	

08/11/04	E.D.E.A SA	Electra	25	28203	90,6	482,62	
10/11/04	E.D.E.A SA	Faraday	80	4938.3	323,26	1383,94	
10/11/04	E.D.E.A SA	T.T.E.	315	1974	933,19	2595,76	
10/11/04	Cretal	Siam	5	44652	54,63	107,44	
11/11/04	E.D.E.A SA	Siam	10	11782	*****	*****	No Pasa
11/11/04	E.D.E.A SA	Let	10	713	*****	*****	No Pasa
11/11/04	E.D.E.A SA	Vasile	100	6329	511,16	1579,6	
11/11/04	E.D.E.A SA	Faraday	10	782.18	76,89	234,27	
11/11/04	E.D.E.A SA	Let	10	713	*****	*****	No Pasa
11/11/04	E.D.E.A SA	Let	10	713	44,62	212,78	
12/11/04	E.D.E.A SA	Miras	160	3104	425,97	1672,19	
12/11/04	E.D.E.A SA	Siam	10	11782	61,87	222,89	
12/11/04	E.D.E.A SA	Let	10	749	50,3	216,01	
12/11/04	Otamendi	Transformar	5	896	68,51	108,5	
12/11/04	E.D.E.A SA	Electra	25	28236	86,03	446,72	
12/11/04	E.D.E.A SA	Vasile	40	4758	152,23	733,95	
12/11/04	E.D.E.A SA	Acec	100	32986	456,33	1799,63	
15/11/04	Otamemdi	Transformar	25	1304	133,3	508,08	
15/11/04	Villa Gesell	Miron	315	4379	585,24	2592,63	
15/11/04	E.D.E.A SA	Miron	630	15152	1287,17	6788,63	
17/11/04	E.D.E.A SA	Siam	160	2974	478,07	2086,72	
17/11/04	E.D.E.A SA	Electrodinie	500	314791	1468,62	6067,51	
18/11/04	E.D.E.A SA	Miron	40	23662	*****	*****	No Pasa
18/11/04	E.D.E.A SA	Miron	40	16050	182,27	913,03	
18/11/04	San Manuel	Otem	25	371	*****	*****	No Pasa
18/11/04	E.D.E.A SA	Sitran	5	3860	37,82	122,92	
18/11/04	San Manuel	Otem	25	371	*****	*****	No Pasa
18/11/04	E.D.E.A SA	Faraday	16	4710-3	65,56	315,33	
18/11/04	E.D.E.A SA	Miron	40	23662	194,76	912,83	
22/11/04	E.D.E.A SA	Siam	40	13746	*****	*****	No Pasa
22/11/04	E.D.E.A SA	Electra	40	28167	127,08	727,25	
22/11/04	E.D.E.A SA	Vasile	5	14501	28,82	209,64	
22/11/04	E.D.E.A SA	Cegelec	75	2720	384,21	1200,14	
22/11/04	E.D.E.A SA	Faraday	80	450926	306,41	1353,48	
22/11/04	E.D.E.A SA	Faraday	75	319405	270,4	1181,69	
24/11/04	E.D.E.A SA	Let	25	604	*****	*****	No Pasa
24/11/04	E.D.E.A SA	Faraday	25	484209	*****	*****	No Pasa
24/11/04	E.D.E.A SA	Siam	40	13739	236,43	759,83	

24/11/04	E.D.E.A SA	Siam	40	13746	238,66	731,27	
24/11/04	E.D.E.A SA	Savoisienne	75	84969	270,4	1181,69	
24/11/04	E.D.E.A SA	T.T.E.	63	13597	208,89	804,75	
24/11/04	E.D.E.A SA	Miron	16	42508	131,348	392,14	
26/11/04	Madariaga	Trafo	16	10469	74,77	767,99	
26/11/04	Madariaga	T. Czerweni	5	39583	23,69	138,09	
26/11/04	E.D.E.A SA	Let	25	604	173,69	545,49	
26/11/04	T. Lauquen	Miron	315	13649	820,44	4202,19	
26/11/04	E.D.E.A SA	Faraday	160	648.30	553,1	1964,96	
26/11/04	E.D.E.A SA	Cegelec	75	471	605,21	1662,73	
26/11/04	E.D.E.A SA	Electrodinie	160	314215	710,68	1754,2	

- **Nota:** Según se aprecia en la planilla en la parte de observaciones se detalla con la leyenda **No pasa**, a aquellos transformadores que registraron falla en alguno de los ensayos realizados. Cabe mencionar que en negrita se encuentran marcados los transformadores que exceden el nivel de perdidas tanto en el Hierro como en el Cobre.

Para continuar con el cumplimiento de los objetivos planteados se procedió a la realización de los análisis estadísticos propuestos, en primer lugar se confecciona el análisis correspondiente a las maquinas con exceso de perdidas en el Hierro y en el Cobre en forma porcentual con respecto al total de maquinas ensayadas a lo largo del mes, en el siguiente grafico se aprecia los mencionados porcentajes.

Del grafico precedente se pueden desprender algunas conclusiones acerca del parque de transformadores ensayados. Este mes en comparación con el anterior se mejoro muchísimo en lo que respecta a la cantidad de maquinas que exceden los valores limites

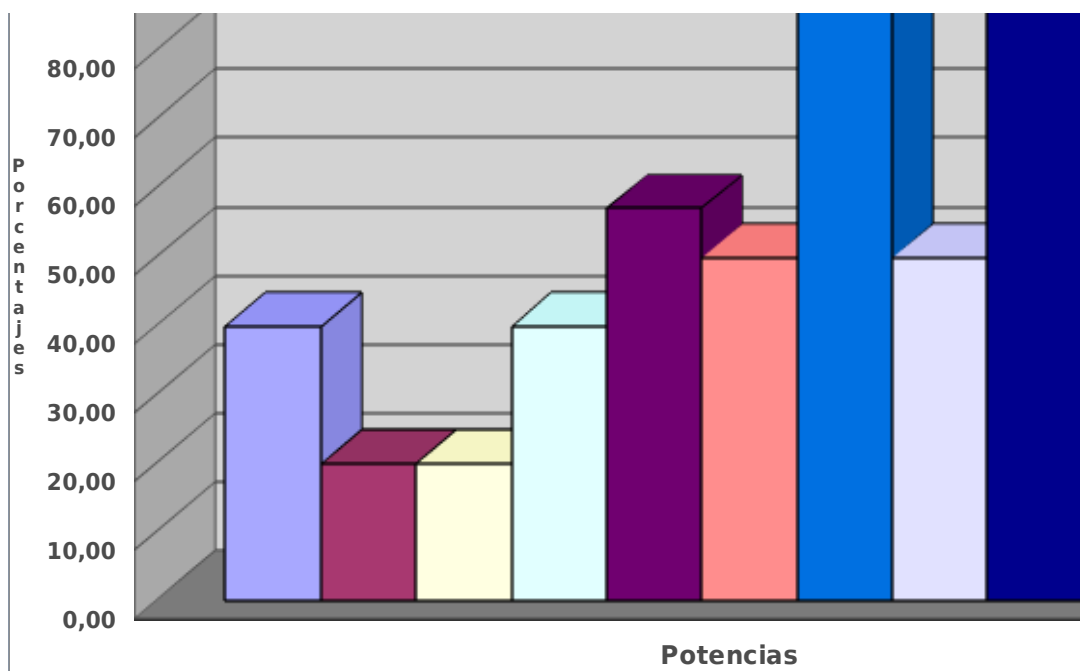
debido a los valores de perdidas en el hierro y en el cobre. Del grafico se desprende que de 56 maquinas, 27 se encuentran dentro de los parámetros aceptables lo que origina un porcentaje elevado de maquinas en buenas condiciones, además son valores altos para este rubro en comparación con otros meses, lo que se puede haber dado debido a las características del parque de transformadores ensayados y a una mejora significativa en el armado de los transformadores rebobinados. Aunque se debe mencionar que el valor de transformadores con exceso de perdidas en el hierro, si bien es menor que a otros meses se lo puede considerar significativo, en cambio el número de transformadores con exceso de perdidas en el Cobre es mínimo y se mantiene dentro de los parámetros analizados en los meses anteriores.

Debido a que si bien el porcentaje de maquinas con exceso de perdidas en el hierro, no es tan importante como en meses anteriores, igualmente se decidió hacer un análisis mas exhaustivo de las mismas, es decir al igual que el mes anterior se determinaron estadísticamente según las marcas y los niveles de potencia, los transformadores con mayor porcentaje de exceso de perdidas en el Hierro. Además cabe mencionar que el análisis este, según las marcas y los niveles de potencia tiene como objetivo ir recabando mayor información para poder alcanzar el objetivo final de la pasantia en lo que respecta a este punto, que es el poder de antemano visualizar cuales son los transformadores que posiblemente se excederán en los valores de perdidas en el hierro. A continuación se podrá observar el grafico correspondiente al análisis de exceso perdidas en el hierro según las distintas marcas.

De acuerdo a lo que se puede observar del grafico, se ve que hay cuatro marcas donde sus porcentajes de acuerdo al total de transformadores de esa marca existentes en el parque ensayado en el mes es del 100%, estas marcas son: Cegelec, Acec, Electrodinie y Mecom. En comparación con el análisis del mes anterior se puede detectar que la marca Cegelec también poseía para el parque de transformadores ensayados en ese mes un 100%, por lo que esto indicaría a groso modo, ya que este análisis es considerado en forma cualitativa ya que depende mucho del parque de transformadores ensayados a lo largo del mes, que tan bueno son los transformadores de esta marca, y se puede concluir que esta marca no posee índices favorables.

Por otra parte si se compara la marca Electrodinie, en este mes tiene un 100% y en el mes anterior tenia un 90%, por lo que considerando las particularidades arriba descritas, se puede ver que los transformadores de esta marca poseen un elevado nivel de perdidas en el hierro. Analizando ahora la marca Acec, esta no poseía registros en el mes anterior lo que demuestra la aleatoriedad del método estadístico, pero lamentablemente no existe otra forma de poder obtener información para cumplir fehacientemente el objetivo inicial propuesto. Y por último la marca Mecom presento en el mes anterior un 50% y ahora presenta el porcentaje máximo por lo que se puede concluir que el porcentaje de esta marca depende mucho del parque de transformadores ensayados.

Con el objetivo de tener una idea mas acabada de cuales son los transformadores con mayor nivel de perdidas en el hierro se desarrolla el análisis debido a los distintos niveles de potencia nominal, para poder tanto con este, como con el de las marcas determinar cuales son los transformadores que poseen mayores niveles de perdidas en el hierro. El grafico representativo del análisis estadístico según las potencias es el siguiente.



Del grafico se puede desprender el análisis que se desarrolla a continuación, antes de elaborar el mismo, se debe hacer la misma aclaración ya realizada para el análisis estadístico según las marcas y ya realizada en el informe correspondiente al mes anterior, es que este análisis depende en forma exclusiva del parque de transformadores ensayados a lo largo del mes, esto representa que las conclusiones reflejaran una aleatoriedad importante debido al método, pero igualmente se considera como fehaciente la información que se pueda obtener ya que las conclusiones finales sobre la calidad del transformador se podrán realizar mejor cuanto mas información acerca de estos se obtenga.

Pasando ya al análisis propiamente dicho el grafico de este mes arroja como los niveles de potencia nominal con mayores porcentajes a los de 100[KVA] y de 200[KVA] , pero

comparando ambas potencias con el mismo análisis del mes anterior , estos niveles de potencia tenían los siguientes porcentajes 70.43% y 66.7% respectivamente por lo que podemos concluir que si bien estos valores no son máximos tampoco son valores bajos de porcentaje, por lo que indicaría que habría que continuar con el análisis correspondiente a estos niveles de potencia nominal en el mes siguiente para poder tener una mejor conclusión al respecto.

Analizando ahora los niveles de potencia nominal que en el mes anterior tuvieron el porcentaje máximo, estos son los de 16 [KVA], 20 [KVA], 40 [KVA], 160 [KVA] y 315 [KVA], en este mes obtuvieron los siguientes porcentajes para los de 16[KVA] un 20%, para los de 20 [KVA] este nivel de potencia no fue ensayado en el mes, es decir que no se encuentra dentro del parque de transformadores ensayados, para los de 40 [KVA] un 57.14%, para los de 160 [KVA] un 50% y para los de 315 [KVA] un 25%. Haciendo una investigación mas exhaustiva de estos valores se podría en primer medida concluir de la aleatoriedad ya manifestada del sistema de análisis, debido a que hay niveles de potencia nominal que han sido ensayados en un mes y en otro no, pero igualmente se puede concluir que los niveles de potencia nominal que poseen el porcentaje máximo no se encuentran repetidos en ninguno de los dos meses pero no obstante los valores analizados sirven para ir teniendo una idea mas detallada de en que nivel de potencia se produce el mayor exceso de perdidas de potencia en el Hierro.

Aisladores ensayados durante el mes de Noviembre:

En el transcurso del mes de Noviembre y según los distintos instructivos especificados en los meses anteriores, se comenzó a ensayar aisladores para líneas de Alta, Media y Baja tensión de los diferentes clientes que posee Copetraf Ltda.

Esto es solo el comienzo de este nuevo servicio que propone a sus clientes Copetraf Ltda., ya que considera importante poder determinar que aisladores se encuentran “descargados” y cuales no, permitiéndole al cliente así poder evaluar del parque de aisladores “bajados” de la línea cuales se encuentran fallados y cuales no, y poder estos ser colocados nuevamente en la misma conformando una nueva cadena y siendo llevados a la línea correspondiente.

Además, los ensayos que propone Copetraf Ltda., le permite al cliente determinar fehacientemente cuales de sus aisladores pueden seguir prestando un servicio útil y cuales no, bajo todas las condiciones climáticas desde condiciones ambientales normales (ensayo en seco), hasta condiciones climáticas totalmente desfavorable, lluviosas (ensayo bajo lluvia).

A continuación se aprecia un resumen de los aisladores ensayados y además en el CD que se adjunta con la entrega de este informe se puede apreciar el formato con el que se piensa continuar con el archivo de los aisladores ensayados a lo largo del tiempo. El archivo mencionado corresponde a una planilla de cálculo, con sus respectivos filtros para poder seleccionar el ítem deseado según los datos buscados.

<u>Fecha</u>	<u>Cliente</u>	<u>Marca</u>	<u>Tipo</u>	<u>Resultado en Seco</u>	<u>Resultado en Lluvia</u>
02/11/04	Coop. Madariaga.	Ansco	523R	Satisfactorio	Satisfactorio
02/11/04	Coop. Madariaga	Fapa	ALS 254	Satisfactorio	Satisfactorio
02/11/04	Coop. Madariaga	Ansco	523R	Satisfactorio	Satisfactorio
02/11/04	Coop. Madariaga	Fapa	ALS 254	Insatisfactorio	No corresponde
02/11/04	Coop. Madariaga	Ansco	523R	Satisfactorio	Satisfactorio
02/11/04	Coop. Madariaga	Fapa	ALS 256	Satisfactorio	Satisfactorio
09/11/04	Coop. Otamendi	Fapa	ALS 255	Satisfactorio	Satisfactorio
09/11/04	Coop. Otamendi	Fapa	ALS 255	Satisfactorio	Satisfactorio
09/11/04	Coop. Otamendi	Fapa	ALS 255	Satisfactorio	Insatisfactorio
09/11/04	Coop. Otamendi	Fapa	ALS 255	Satisfactorio	Satisfactorio
09/11/04	Coop. Otamendi	Fapa	ALS 255	Satisfactorio	Satisfactorio
09/11/04	Coop. Otamendi	Fapa	ALS 255	Insatisfactorio	No corresponde
16/11/04	Coop. Madariaga	Ansco	521 S	Satisfactorio	Satisfactorio
16/11/04	Coop. Madariaga	Ansco	521 S	Satisfactorio	Insatisfactorio
16/11/04	Coop. Madariaga	Ansco	521 S	Satisfactorio	Satisfactorio
16/11/04	Coop. Madariaga	Ansco	521 S	Satisfactorio	Satisfactorio

16/11/04	Coop. Madariaga	AnSCO	521 S	Satisfactorio	Satisfactorio
16/11/04	Coop. Madariaga	AnSCO	521 S	Satisfactorio	Satisfactorio
21/11/04	Coop. Otamendi	Fapa	ALS 260	Satisfactorio	Satisfactorio
21/11/04	Coop. Otamendi	Fapa	ALS 260	Satisfactorio	Insatisfactorio
21/11/04	Coop. Otamendi	Fapa	ALS 260	Satisfactorio	Satisfactorio
21/11/04	Coop. Otamendi	Fapa	ALS 260	Satisfactorio	Satisfactorio
21/11/04	Coop. Otamendi	Fapa	ALS 260	Insatisfactorio	No corresponde

De acuerdo al resumen que se puede apreciar con anterioridad de los 23 aisladores ensayados a los largo del mes 3 fallaron mediante el ensayo en seco y por lo tanto ya es obsoleto realizarle el ensayo bajo lluvia, mientras tanto 3 fallaron en el ensayo bajo lluvia una vez que superaron el ensayo en seco.

Es de vital importancia que este tipo de ensayos recién se está dando a conocer entre los clientes que posee Copetraf Ltda., en los distintos puntos de la provincia de Bs. As., por lo tanto no hay un gran volumen de aisladores ensayados. Pero igualmente el Consejo Administrativo de Copetraf Ltda., se encuentra conforme con los niveles de popularidad de los ensayos alcanzados, y espera que se repitan con mayor frecuencia y con mayor conocimiento de los clientes de los mismos, por lo tanto se continua con la “campaña” de difusión entre los mismos para hacer masivo el conocimiento de los ensayos y así poder aumentar el volumen de los aisladores a ensayar.

Analizando un poco más detalladamente los resultados se puede concluir que tanto la Cooperativas eléctricas de Gral. Madariaga y Otamendi de un total de 12 aisladores aproximadamente que ingresaron a la empresa taller, 9 de los mismos se encontraban en buenas condiciones por lo que esto significa un importante ahorro de dinero para estas cooperativas quienes antes de que se le realizaran los ensayos a los lotes de los aisladores para saber en que condiciones se encontraban tenían pensado cambiar las cadenas completas, en cambio así solo deberán cambiar los tres aisladores que no superaron los ensayos. En definitiva el personal de redes de ambas cooperativas deberá armar las cadenas nuevamente con los aisladores ensayados y los nuevos, y volverá colocarlos en las líneas correspondientes.

Pértigas ensayadas durante el mes de Noviembre:

Durante el mes de Noviembre y mediante los instructivos ya presentados en los informes de pasantía correspondientes a meses anteriores se comenzó con el desarrollo de ensayos para pértigas, de acuerdo a la solicitud de los distintos clientes de Copetraf Ltda.

Cabe mencionar que estos tipos de ensayos al igual que los correspondientes a los aisladores que se mencionan con anterioridad en este informe son ensayos “nuevos”, dentro de los servicios que brinda Copetraf Ltda., hacia sus clientes, por lo que aparte de desarrollar los ensayos de acuerdo a la demanda existente de los mismos, se continuará con la difusión de estos entre los distintos clientes que posee Copetraf Ltda., dentro de la provincia de Buenos Aires. Es importante destacar que dicha difusión arriba mencionada se realiza mediante el trato diario con el cliente y mediante la publicación de los mismos en la página web correspondiente a Copetraf Ltda.

Por último y antes de pasar al resumen de los resultados de las pértigas ensayadas a lo largo del mes, hay que destacar que los ensayos que se realizan son del tipo cualitativo ya que permiten determinar el estado de la pértiga que es utilizada por el personal de redes para desarrollar las distintas tareas, bajo dos tipos de condiciones climáticas diferentes, condiciones climáticas normales (ensayo en seco) y condiciones climáticas desfavorables (ensayo bajo lluvia).

El resumen de los resultados de las pértigas ensayadas a lo largo del mes se aprecia a continuación, además en el CD que se adjunta con el informe se puede ver un archivo de Excel, donde se van volcando todas las pértigas ensayadas y será una fuente de consulta permanente en un futuro. La mencionada planilla de cálculo tiene además la posibilidad de ser “filtrada” según los datos que se necesite de la pértiga ya ensayada.

Fecha	Cliente	Marc a	Tipo	Resultado en Seco	Resultado en Lluvia	Observac.
03/11/04	Coop. Madariaga	Liat	Mango (1)	Satisfactorio	Satisfactorio	
03/11/04	Coop. Madariaga	Liat	Extremo (1)	Satisfactorio	Insatisfactorio	No utilizable 1
03/11/04	Coop. Madariaga	Liat	Mango(2)	Satisfactorio	Satisfactorio	
10/11/04	Coop. Madariaga	Liat	Extremo (2)	Satisfactorio	Satisfactorio	
10/11/04	Coop. Madariaga	Liat	Mango (3)	Insatisfactorio	No corresponde	No utilizable 3
10/11/04	Coop. Madariaga	Liat	Extremo (3)	Satisfactorio	Satisfactorio	
17/09/04	Coop. Otamendi	Liat	Mango (1)	Satisfactorio	Satisfactorio	
17/09/04	Coop. Otamendi	Liat	Extremo (1)	Satisfactorio	Satisfactorio	
17/09/04	Coop. Otamendi	Liat	Mango(2)	Satisfactorio	Insatisfactorio	No utilizable 2
24/11/04	Coop. Otamendi	Liat	Extremo (2)	Satisfactorio	Satisfactorio	
24/11/04	Coop. Otamendi	Liat	Mango (3)	Satisfactorio	Satisfactorio	

24/11/04	Coop. Otamendi	Liat	Extremo (3)	Satisfactorio	Satisfactorio	
----------	----------------	------	-------------	---------------	---------------	--

- Hay que aclarar que en la columna tipo se especifica cual de las partes de la pértiga se esta ensayando, y en observaciones con la leyenda “No utilizable + un numero” se indica que la pértiga numero x del cliente no se encuentra para ser utilizada tal como fue presentada para ser ensayada.

Según lo que se aprecia en el resumen correspondiente a las pértigas ensayadas a lo largo del mes, se puede concluir que dos de las tres pértigas ensayadas correspondientes a la Cooperativa Eléctrica de General Madariaga no se encuentran en condiciones de ser utilizadas tal cual fueron entregadas para ser ensayadas, ya que en una ocurrió la falla en la parte del “mango”, durante el ensayo en seco, mientras que en la otra, en la parte del “extremo”, durante el ensayo bajo lluvia, por lo que si se intercambiaran las posiciones con las otras partes de las mismas pértigas que si pasaron con éxito ambos ensayos se podría armar una pértiga mas, ya que todas las pértigas ensayadas son de la misma marca y poseen el mismo acople.

En lo que respecta a las pértigas ensayadas para la Cooperativa Eléctrica de Comandante Nicanor Otamendi, dos de las tres pasaron con éxito ambos ensayos, mientras que la restante fallo en la parte del “mango”, en el ensayo bajo lluvia, por lo tanto es aconsejable la **no** utilización de esta parte de la pértiga ya que puede traer serias complicaciones para el operario que la utilice. Las otras dos pértigas superaron con éxito los ensayos correspondientes, por lo tanto están para ser utilizadas confiadamente por los operarios correspondientes.

El objetivo planteado por el Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda., y por el Consejo de Administración es además de realizar los ensayos correspondientes a las distintas pértigas acercadas al Laboratorio, es confeccionar una pequeña descripción técnica de los ensayos y de los resultados de los mismos para brindarle al cliente una mayor seguridad en el uso de las pértigas correspondientes. Además de la pequeña descripción técnica de las tareas desarrolladas sobre las pértigas de su pertenencia, se le entrega el protocolo correspondiente al lote de pértigas ensayadas.

Alambres de Cobre para Bobinas de Transformadores.

Desarrollo Teorico.

Introducción:

En el siguiente desarrollo teórico se podrá observar un pequeño informe sobre los distintos ensayos que se le deben realizar a los alambres de cobre utilizados para la fabricación de bobinas para transformadores y motores, para saber si se encuentran en optimas condiciones de funcionamiento, como así también saber las distintas características de los mismos para los diferentes ensayos. En lo que respecta a los ensayos se desarrollará una pequeña descripción de los mismos que se encuentran regidos por la norma IRAM 2331, en nuestro país.

También en este desarrollo teórico se presentarán distintos tipos de alambres esmaltados pertenecientes a distintas fabricas y de distintos modelos estos serán solo algunos de los muchos tipos que se encuentran en el mercado, el objetivo de esta presentación, de los distintitos tipos de alambre, es poder comparar mediante el ítem de sus usos y aplicaciones, como de acuerdo a lo que se requiere bobinar es el alambre mas conveniente a utilizar, como así también se podrá ver que de acuerdo a donde vaya a ser insertada la bobina conviene uno u otro alambre, debido fundamentalmente a las condiciones térmicas.

Otro ítem a tener en cuenta en la comparación entre un alambre y otro es la facilidad de bobinarlo que presente con respecto a otro y el material aislante con el que se encuentre impregnado ya sean barnices, o resinas.

Principales Ensayos y Características

Las normas de ensayos de alambres esmaltados fijan los valores mínimos y los métodos de ensayos que deberían satisfacer la mayor parte de las aplicaciones prácticas.

Gracias al uso de las nuevas tecnologías y equipos de esmaltación, las producciones de las distintas fábricas han alcanzado características técnicas generales que son decididamente superiores a aquellas requeridas por las normas.

Las características del alambre esmaltado pueden ser clasificadas genéricamente en las categorías de mecánicas, eléctricas, térmicas y químicas.

La mayoría de los comportamientos térmicos y químicos están estrechamente relacionados con la formulación de los esmaltes empleados.

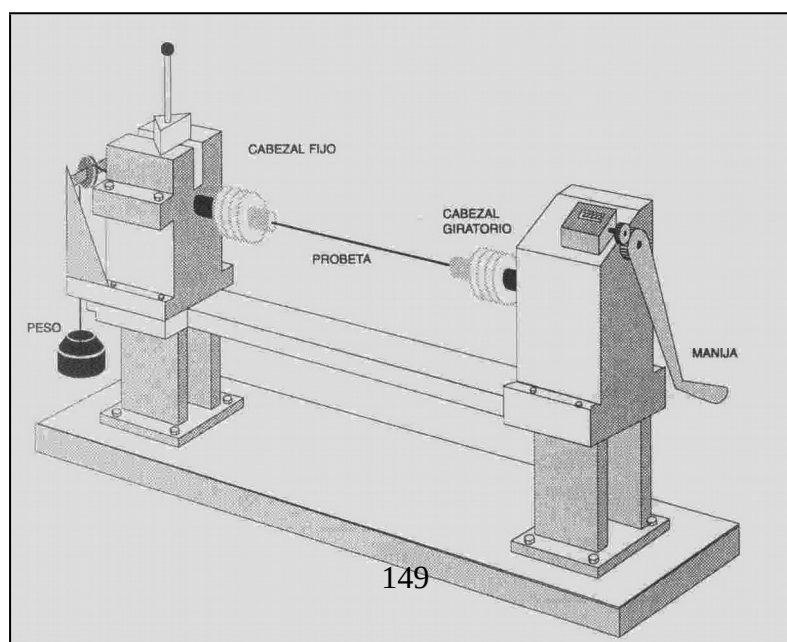
Los parámetros eléctricos y mecánicos están relacionados con la aplicación del esmalte y a posibles causas por fallas en el alambre debido al maltratado de un bobinado riguroso, o a defectos del conductor.

Entre los principales ensayos a realizar se pueden citar:

Termoplasticidad:

Se define por una temperatura a la cual la película aislante se ablanda y fluye en determinadas condiciones de presión.

El método mas difundido es el de NEMA, de acuerdo al cual dos probetas se colocan cruzadas en ángulo recto y sometido a una tensión mecánica. El sistema se calefacciona a razón de 5 [°C/min.], hasta que los conductores establezcan contacto eléctrico con una tensión de 100 [V]. En ese instante se determina la temperatura de termoplasticidad.

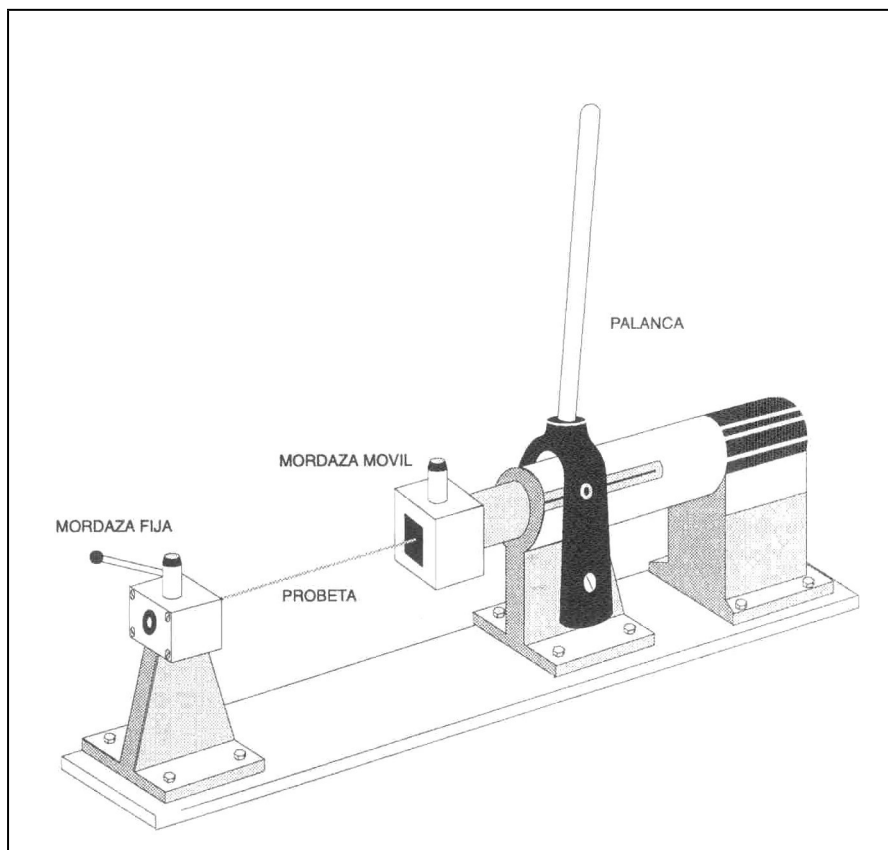


Dispositivo de ensayo para Termoplasticidad

Flexibilidad y Adherencia:

Consta en alargar una probeta bruscamente y verificar la adherencia de la película de esmalte al conductor.

Dependiendo del diámetro del alambre se lo somete a un ensayo de arrollamiento sobre un mandril o un ensayo de torsión. Luego se examina la probeta en busca grietas o discontinuidad de la película aislante.



Dispositivo de ensayo para Flexibilidad y Adherencia.

Choque Térmico:

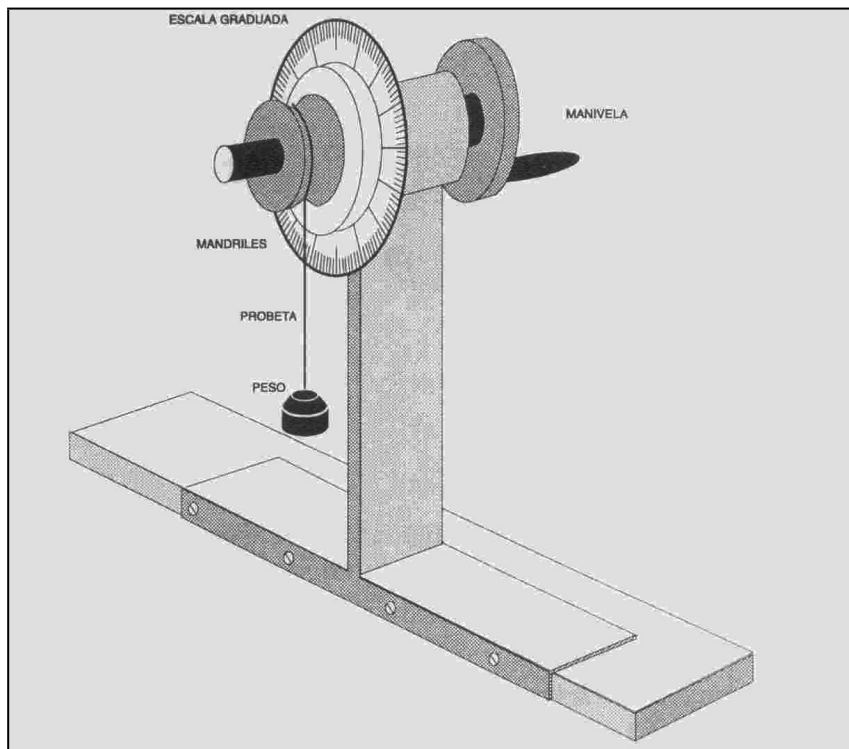
Una probeta previamente sometida al ensayo de flexibilidad y adherencia se expone a una temperatura de 150 [°C] a 200 [°C] (de acuerdo a su clase térmica). Finalizado el lapso de tiempo se observa la integridad del aislamiento.

Alargamiento:

Apunta a verificar el grado de recocido del alambre. La probeta se alarga hasta el punto de rotura, el resultado se expresa como porcentaje de alargamiento respecto de la dimensión inicial.

Angulo de Retorno:

Este ensayo también apunta a verificar el grado de recocido del conductor. Se enrolla varias vueltas de alambre sobre un mandril, uno de los extremos está fijo mientras que el otro esta sujeto a un peso determinado. El aparato posee una escala tarada en grados que sirve para determinar el desplazamiento angular del alambre al ser liberado del peso al que está sometido.



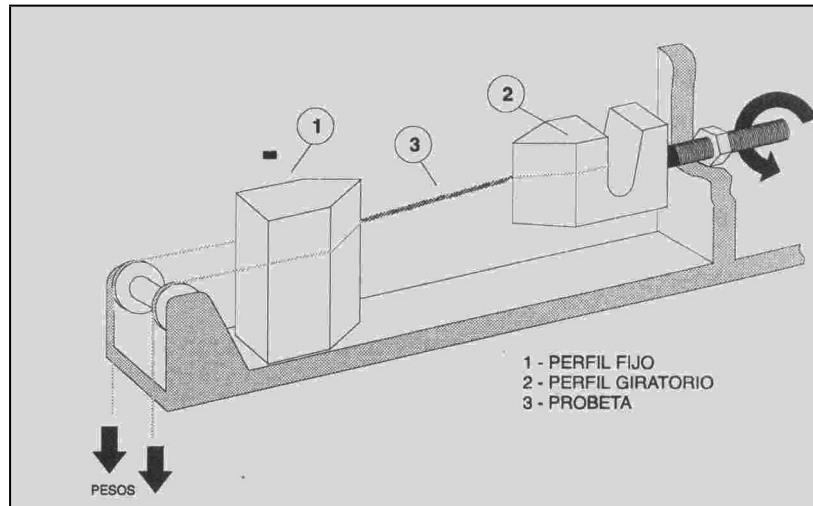
Dispositivo de ensayo para Angulo de Retorno.

Resistencia a la Abrasión:

Se somete a una probeta al raspado de una aguja de acero colocada cruzada en ángulo recto que se desliza en forma unidireccional con una carga creciente. El aparato posee un circuito electrónico que detecta la rotura de la aislacion en el momento que ocurre. Se determina la carga necesaria para deteriorar la película aislante en función de la distancia por la aguja.

Rigidez Dieléctrica:

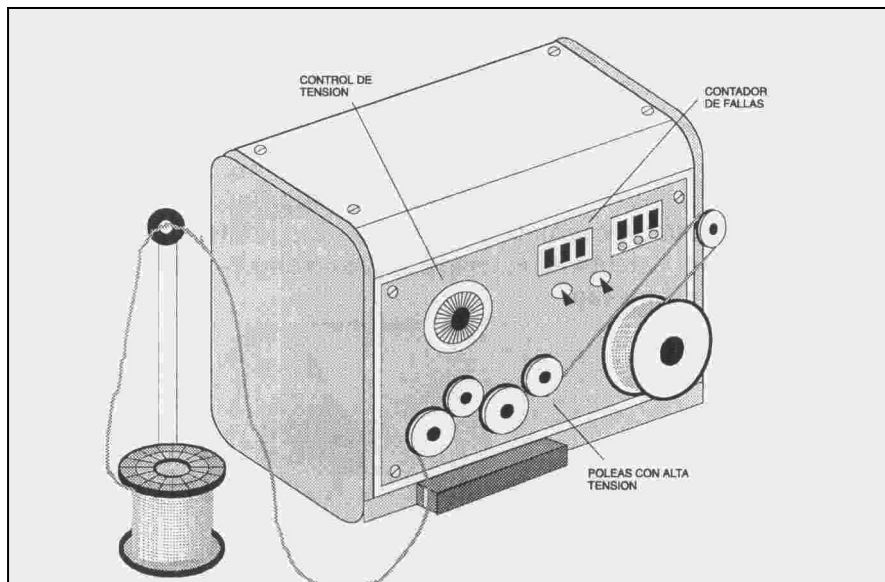
Esta característica se determina realizando una probeta trenzada con una determinada carga. Los conductores del par son sometidos a fuentes de tensión alterna que posee un incremento de tensión uniforme de 500 [V/seg.], hasta que se produce la perforación.



Dispositivo de ensayo para Rigidez Dieléctrica.

Continuidad:

La continuidad de la película aislante se verifica pasando 30 [m] de alambre esmaltado a través de un dispositivo energizado, con una diferencia de potencial aplicada entre el conductor y el aparato de modo de detectar cualquier discontinuidad de la película aislante.



Dispositivo de ensayo para Continuidad.

Soldabilidad:

La soldabilidad de los alambres esmaltados, se verifica, sumergiendo un alambre de aleación de Pb-Sn 50/50 a una temperatura de 360 a 450 [°C], en función del diámetro del conductor, por tiempo especificado.

Resistencia a los disolventes:

El deterioro de las características de los alambres debido a la exposición a los solventes, se puede verificar por un ensayo acelerado en el cual las probetas son expuestas a varios solventes; determinándose posteriormente por simple observación si hubo desprendimiento de esmalte o ataque sobre el mismo.

Control Dimensional:

El control dimensional de los alambres esmaltados, implica la determinación de las dimensiones del conductor, diámetro exterior y espesor de capa de la película aislante con instrumentos de precisión adecuada.

Control del Barniz:

Entre los diversos controles que se efectúan en el proceso de fabricación de las resinas y barnices de esmaltación se realizan los siguientes análisis tendientes a verificar la calidad de los mismos: Residuo seco, Viscosidad, Cromatografía de solventes y Espectrofotometría infrarroja de las resinas, entre otros.

Además de los principales ensayos y características de los alambres esmaltados se cree que es conveniente sumar a este desarrollo teórico sobre los mismos, un pequeño informe sobre recomendaciones y especificaciones para el uso de los mismo ya que este desarrollo teórico tiene como principal objetivo, ser una fuente constante de consulta para el personal del Departamento de Bobinado, en lo que respecta a la elección de los alambres a utilizar y en lo que respecta a la calidad de los mismos.

Recomendaciones y Especificaciones

Uso y Almacenamiento:

- ✚ Mantener el alambre bien envasado y seco.
- ✚ Mantener el alambre limpio, especialmente libre de polvo metálico.
- ✚ Evitar la exposición directa a los rayos solares.
- ✚ No almacenar el alambre cerca de solvente.
- ✚ Evitar el daño mecánico.
- ✚ No almacenar el alambre en ambientes de alta temperatura.

Bobinado:

- ✚ Minimice los cambios de dirección en la trayectoria del alambre.
- ✚ La tensión del bobinado debe ser regularmente chequeada y no sobrepasar los límites recomendados.
- ✚ Evitar roces que produzcan altas temperaturas por fricción.
- ✚ Regularmente verificar los puntos de posible desgaste en las maquinas bobinadoras, especialmente en la trayectoria del alambre.
- ✚ Si se usan capuchones devanadores, el agujero de salida debería poseer un inserto de cerámica o de acero de superficie bien pulida.

Remoción del esmalte:

Se pueden aplicar cualquiera de los siguientes métodos para remover el esmalte del conductor.

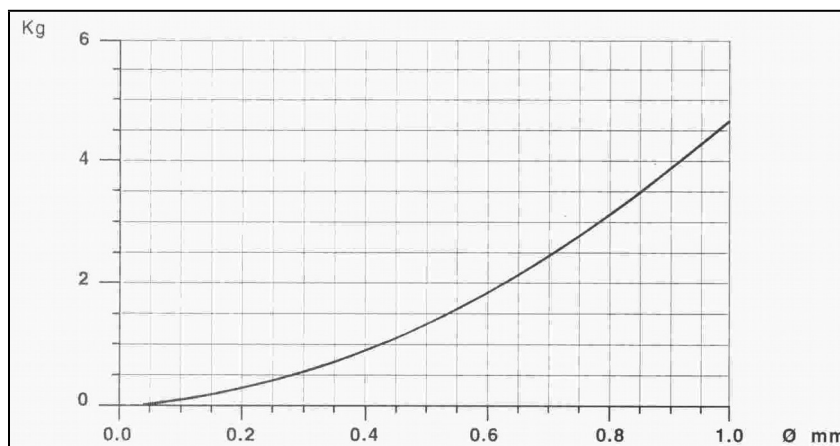
- ✚ Lijara la superficie del alambre, o utilizar una hoja metálica o trincheta.
- ✚ Quemar el alambre y luego sumergirlo en una solución al 50% de alcohol y agua, para evitar la oxidación.
- ✚ Pelar el alambre con una solución ácida decapante.

Tensión máxima de bobinado:

El devanado del alambre desde el carrete debe llevarse a cabo adecuadamente a fin de no dañar el producto.

Las tensiones de bobinado y devanado son de importancia fundamental, deben permanecer constantes durante todo el proceso de manufactura.

Las mediciones de tensión de bobinados se ejecutan normalmente mediante tensiometros, que brindan una lectura instantánea del parámetro en cuestión.



A fin de facilitar la operación de bobinado, los alambres esmaltados deben estar lubricados. Esto es particularmente importante en las modernas maquinas bobinadoras de alta velocidad, reduciendo de este modo fricciones y alargamientos.

A su vez, la lubricación ayuda a mantener firme y compacto el bobinado dentro del carrete facilitando el manipuleo y devanado.

La mayoría de las empresas del mercado utilizan una mezcla de ceras y solventes de formulación propia que cumplen ampliamente los requisitos exigidos por las modernas técnicas de manufacturación.

Acondicionamiento:

Los alambres esmaltados se suministran bobinados en forma compacta y pareja sobre carretes plásticos de alta resistencia mecánica, de diversos tamaños y diseños conforme a las normas internacionales. Los alambres esmaltados normalmente se suministran en carretes standarizados DIN. Bajo pedido se pueden entregar en otro tipo de envase. En el caso de planchuelas de dimensiones grandes se utilizan carretes de madera de 540 [mm] de diámetro.

Sobre la última capa de alambre se coloca una hoja de cartón corrugado a fin de evitar eventuales golpes durante el manipuleo y almacenaje. Dicha hoja se fija por un precinto de garantía adhesivo, asegurando la integridad del producto envasado.

Sobre cada bobina de alambre esmaltado se coloca una etiqueta en la que figura:

- ✚ Diámetro o dimensiones del alambre, tipo de esmalte, peso bruto y neto, código del producto, fecha de fabricación y operarios intervinientes en la fabricación del producto.
- ✚ Dependiendo de su tamaño, el sistema de embalaje se complementa con cajas de cartón o tarimas de madera de dimensiones standards.

A continuación se dan algunas pautas de cómo elegir un alambre esmaltado.

Elección de un Alambre esmaltado

Las propiedades y desempeño del alambre esmaltado son continuamente mejoradas, debido principalmente a avances en la tecnología de la ingeniería química en la fabricación de esmaltes para la aplicación en alambres esmaltados.

La elección de un tipo de esmalte sobre una amplia gama disponible está basada en una diversidad de características.

Dichos factores se definen por la aplicación final del producto así como también el proceso de producción del alambre.

Aunque los usos del alambre esmaltados son muy variados, pueden generalmente ser agrupados en las siguientes tres categorías:

- 1. Motores**
- 2. Transformadores y Bobinas abiertas**
- 3. Bobinas encapsuladas**

1. Motores:

Los motores se fabrican en diversos tamaños para distintas aplicaciones. Los rangos abarcan desde potencias fraccionarias hasta centenares de HP. Esta variación de tamaño y potencia requiere una diferencia en la construcción, el tipo, y medida de alambre esmaltado utilizado.

Los motores pueden tener puntos de concentración de elevada temperatura, por encima de 180 [°C], el alambre puede estar sujeto a tensiones mecánicas y abrasión. Estas tensiones y abrasiones derivan del proceso de bobinado y/o de la forma final del tipo de bobina de alambre esmaltado.

A menudo los motores deben funcionar en ambientes químicamente agresivos, por lo que su diseño y el tipo de alambre empleado son fundamentales para una correcta performance. Debe prestarse especial cuidado al tipo de barniz de impregnación utilizado, contemplando en todos los casos la compatibilidad con los barnices de aislación de base.

2. Transformadores y Bobinados abiertos:

Los transformadores y bobinados abiertos, como motores, se construyen de diversos tamaños y requerimientos eléctricos, por lo que el alambre esmaltado variará en tipo y tamaño.

Los transformadores pueden también operar en rangos de temperaturas entre 105 [°C] y 220 [°C] y pueden estar sumergidos en aceite o gas.

Nuevamente, el alambre está sujeto a tensiones de bobinado y abrasiones. Pueden no ser tan severas como las tensiones existentes en un motor, pero igualmente existen.

El bobinado es a menudo conformado para satisfacer los requisitos dimensionales de la maquina en cuestión.

Dicho bobinado está inmerso en un aceite o resina aislante que además de cumplir funciones eléctricas sirve para ayudar en la reducción de ruido y disipación de calor.

3. Bobinas encapsuladas:

Mientras que las bobinas encapsuladas reciben la misma tensión que los transformadores y bobinas abiertas, reciben además esfuerzo adicional de calor y presión simultáneos. El bobinado se coloca en un molde, en el que introduce una resina termoendurente bajo presión.

Distintos tipos de Alambres

En esta parte del informe se intenta mostrar alguno de los muchos tipos y marcas de alambres que se encuentran en el mercado, con el fin de poder observar los datos característicos de cada uno de estos y se permita mediante este informe al personal del Departamento de Bobinado una mejor y mas fácil elección del alambre adecuado para cada uno de los transformadores a bobinar. A continuación se detallan algunos alambres de distintas marcas:

Domflex

Marca: I.M.S.A.

Alambre de cobre esmaltado, a base de resinas poliéster imida y sobrecapa de amida-imida.

Temperatura máxima de trabajo: 200 [°C].

Rango de fabricación: 0.20 a 2.5 [mm] (32 a 10 AWG) - 2 a 30 [mm²].

Usos:

Los alambres esmaltados DOMFLEX de I.M.S.A, ya sean redondos, rectangulares o cuadrados, se utilizan para el bobinado de motores monofásicos y polifásicos automáticos de alta velocidad, alternando, transformadores en aceite o secos y todo otro uso donde se requiera elevada resistencia mecánica y a las altas exigencias térmicas.

Los alambres esmaltados DOMFLEX presentan las mismas características de los alambres EDFLEX sumadas a las excepcionales características físicas y químicas del revestimiento de amida-imida.

Especificaciones:

Los alambres esmaltados DOMFLEX de I.M.S.A, cumplen o exceden los requisitos indicados por la Norma IRAM 2416 (Ed. 1989), además de estar en concordancia con las normas internacionales NEMA 1000 35C, IEC 60317-13, NBR 13937 y para planchuelas NEMA MW.

Construcción:

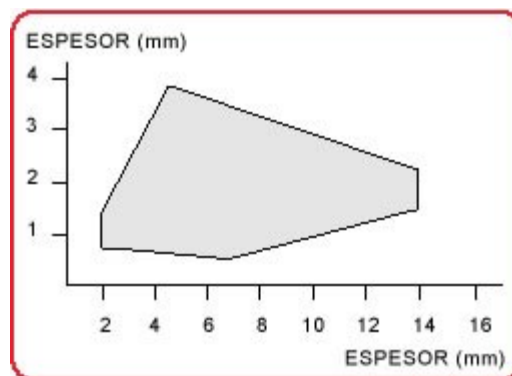
I.M.S.A manufactura alambres esmaltados con equipos de la más moderna tecnología. Los hornos de esmaltación utilizados en la fabricación de los alambres DOMFLEX son tipo TANDEM, en los cuales el alambre es trefilado hasta su medida final y luego esmaltado en una única operación, lo que produce un alambre esmaltado de singular calidad.

Los alambres manufacturados por este método son notables por su buena bobinabilidad. La ductibilidad es asegurada por la relativa pequeña deformación del conductor de cobre que, toma lugar entre dos tratamientos de recocido.

El diagrama comparativo ilustra la diferencia en la ductibilidad de alambres producidos por el método clásico (operaciones de trefilado y esmaltado separadas) y por proceso TANDEM. El mayor alargamiento y carga de rotura reduce la tasa de roturas de alambre, particularmente en las modernas bobinadoras de alta velocidad.

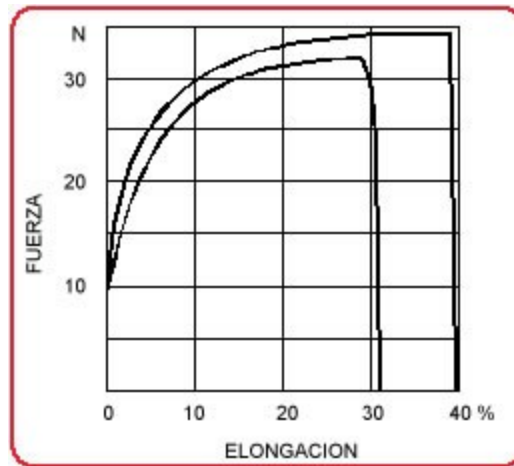
En términos eléctricos los alambres producidos por el método TANDEM tienen una mayor rigidez dieléctrica, debido a que el alambre es trefilado y esmaltado (ambas caras) en el mismo sentido y en una única operación, impidiendo el depósito de impurezas sobre el metal. Los alambres y planchuelas de cobre para esmaltar se obtienen de alambres de cobre electrolítico producido en planta de colada y laminación continua propia, mientras que los esmaltes aplicados se formulan y elaboran en nuestra planta química.

Rango de Fabricación de Planchuelas



Nota: Otras dimensiones consultar a nuestro Depto. Comercial

Gráfico comparativo por Fuerza - Elongación



1 - Diagrama de alargamiento para alambres manufacturados por el método convencional. El alargamiento máximo del alambre es 30 %.

La resistencia a la tracción es 254 N/mm².

2 - Diagrama de alargamiento para alambres manufacturados por proceso en TANDEM.

El alargamiento máximo del alambre es 40 %.

La resistencia a la tracción es 274 N/mm².

En ambos casos diámetros del alambre 0.40 mm.

Gráfico: Tangente de delta en función de temperatura

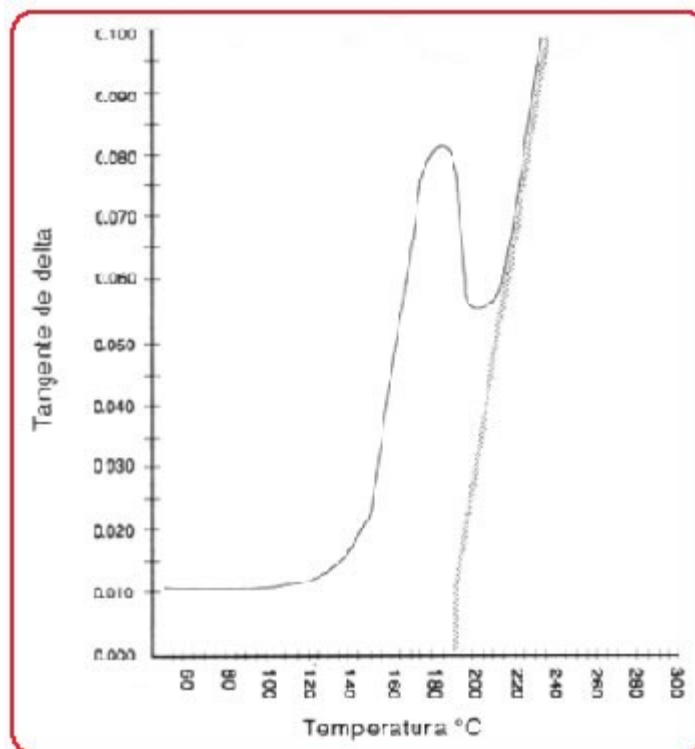
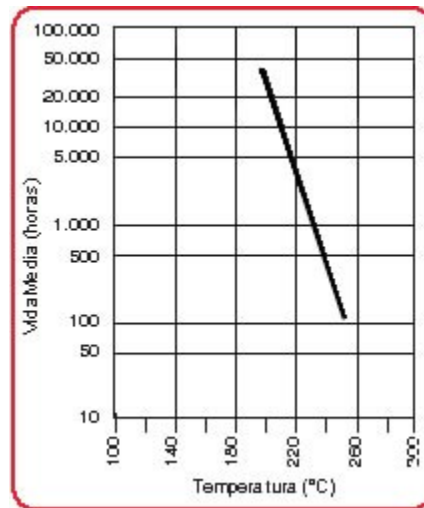


Gráfico: Vida térmica



Características principales

Choque Térmico	Termoplaticidad	Vida Térmica (20000 hs)	Rigidez dieléctrica a temperatura ambiente sobre trenza de Ø 0.30 G2
200° C	> 320° C	220° C	> 4100 V
Resistencia a la abrasión, para Ø 0.30 G2	Solidabilidad	Alargamiento a la rotura Ø 0.30 G2	Angulo de retorno para Ø 0.30 G2
> 5.45 N	-	> 23%	< 58°
Resistencia a los fluidos refrigerantes MUY BUENA			

Especificación de compra recomendada:

- Alambre de cobre esmaltado a base de resinas poliéster imida y sobrecapa de amida-imida, clase térmica 200°C, marca DOMFLEX 200 de I.M.S.A o de calidad aprobada equivalente.
- Diámetro de alambre.
- Grado.
- Total de Kg. del pedido.
- Tipo de carrete.

 **Edflex**

Marca: I.M.S.A.

Alambre de cobre esmaltado, a base de resinas poliéster imida - theic.
 Temperatura máxima de trabajo: 180[°C].
 Rango de fabricación: 0.04 a 6 [mm] (46 a 3 AWG) - 2 a 30 [mm²].

Usos:

Los alambres esmaltados EDFLEX de I.M.S.A, ya sean redondos, rectangulares o cuadrados, se utilizan para el bobinado de motores monofásicos y polifásicos de alta velocidad, alternadores, transformadores en aceite o secos y todo otro uso donde se requiera elevada resistencia mecánica y a las altas temperaturas.

El esmalte utilizado, de elaboración propia, se destaca por su gran resistencia a la abrasión, a los agentes químicos y a los aceites minerales, ruidos refrigerantes RR-R226134. Su buena adherencia y flexibilidad, sumada a su excelente bobinabilidad, le confiere a este producto una extrema confiabilidad en la fabricación de bobinados de máquinas eléctricas. También presenta muy buenas propiedades para ser usado en motores herméticos para refrigeración, en este caso el cliente deberá solicitarlo al momento del pedido.

Especificaciones:

Los alambres esmaltados EDFLEX de I.M.S.A, cumplen o exceden los requisitos indicados por la Norma IRAM 2334 (Ed. 1989) y para planchuelas IRAM 2295. Además de estar en concordancia con las normas internacionales NEMA 1000 30C y 72C, IEC 60317-8-10, NBR 13935-13936.

Construcción:

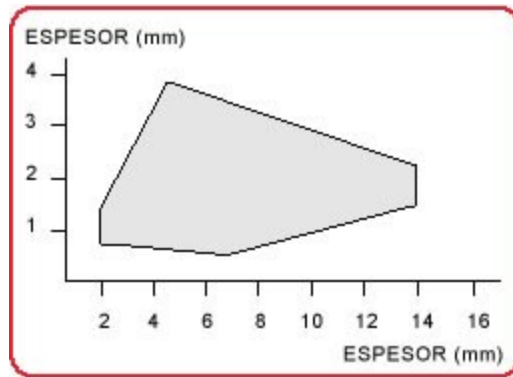
I.M.S.A manufactura alambres esmaltados con equipos de la más moderna tecnología. Los hornos de esmaltación utilizados en la fabricación de los alambres EDFLEX son tipo TANDEM, en los cuales el alambre es trefilado hasta su medida final y luego esmaltado en una única operación, lo que produce un alambre esmaltado de singular calidad.

Los alambres manufacturados por este método son notables por su buena bobinabilidad. La ductibilidad es asegurada por la relativa pequeña deformación del conductor de cobre que, toma lugar entre dos tratamientos de recocido.

El diagrama comparativo ilustra la diferencia en la ductibilidad de alambres producidos por el método clásico (operaciones de trefilado y esmaltado separadas) y por proceso TANDEM. El mayor alargamiento y carga de rotura reduce la tasa de roturas de alambre, particularmente en las modernas bobinadoras de alta velocidad.

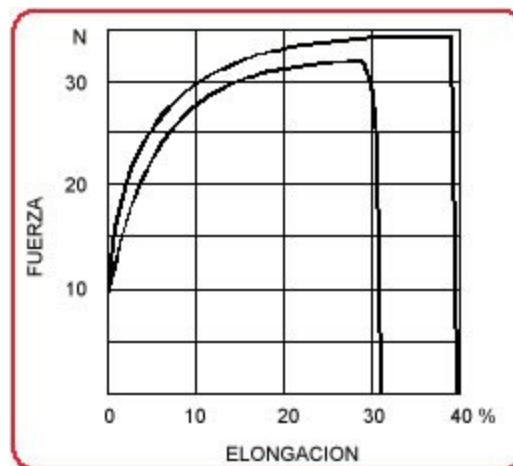
En términos eléctricos los alambres producidos por el método TANDEM tienen una mayor rigidez, dieléctrica, debido a que el alambre es trefilado y esmaltado en el mismo sentido y en una única operación, impidiendo el depósito de impurezas sobre el metal. Los alambres y planchuelas de cobre para esmaltar se obtienen de alambres de cobre electrolítico producido en planta de colada y laminación continua propia, mientras que los esmaltes aplicados se formulan y elaboran en nuestra planta química.

Rango de Fabricación de Planchuelas



Nota: Otras dimensiones consultar a nuestro Depto. Comercial

Gráfico comparativo por Fuerza - Elongación



1 - Diagrama de alargamiento para alambres manufacturados por el método convencional. El alargamiento máximo del alambre es 30 %.

La resistencia a la tracción es 254 N/mm².

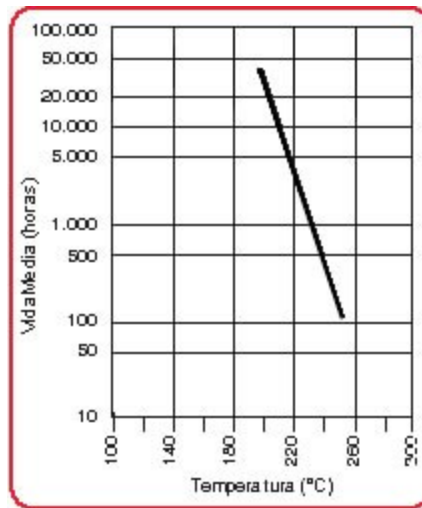
2 - Diagrama de alargamiento para alambres manufacturados por proceso en TANDEM.

El alargamiento máximo del alambre es 40 %.

La resistencia a la tracción es 274 N/mm².

En ambos casos diámetros del alambre 0.40 mm.

Gráfico: Vida térmica



Características principales

Choque Térmico	Termoplasticidad	Vida Térmica (20000 hs)	Rigidez dieléctrica a temperatura ambiente sobre trenza de Ø 0.30 G2
200° C	> 300° C	200° C	> 4100 V
Resistencia a la abrasión, para Ø 0.30 G2	Solidabilidad	Alargamiento a la rotura Ø 0.30 G2	Angulo de retorno para Ø 0.30 G2
> 5.45 N	-	> 23%	< 58°
Resistencia a los fluidos refrigerantes MUY BUENA			

Especificación de compra recomendada:

- Alambre de cobre esmaltado a base de resinas poliéster imida-theic clase térmica 180°C, marca EDFLEX de IMSA o de calidad aprobada equivalente
- Diámetro de alambre.
- Grado.
- Total de Kg. del pedido.
- Tipo de carrete

 **Formvar**

Marca: Superior Essex

Aplicaciones típicas:

- Transformadores con aceite
- Motores
- Bobinas devanadas aleatorias
- Solenoides

<u>Tamaños disponibles</u>	<u>Tipo Estándar</u>	<u>Abreviación</u>
Redondo (14-23 AWG)	Hechura simple	FORMA S.
(4-23 AWG)	Hechura pesada	FORMA H.
Cuadrado y Rectangular	Hechura pesada	FORMA H.

Propiedades generales:

Formvar es un barniz sintético compuesto de resinas polivinil acetal y fenólicas. La resistencia al aceite del Formvar lo distingue de otros aislamientos para alambres electromagnéticos. La flexibilidad, resistencia a la adhesión y al raspado abrasivo de la película de Formvar es excelente. Sus propiedades eléctricas son muy buenas y es resistente a los solventes comunes. Mientras que ha sido reemplazado por GP/MR-200® y Nytherm® en muchas aplicaciones, Formvar continúa a ser recomendado como la película aislante de uso más común en transformadores de aceite.

✚ Soderex ®/180-Poliuretano

Marca: Superior Essex

Producto 180 Clase UL Reconocida
NEMA MW 82-C

Aplicaciones típicas:

Soderex®/180 está diseñado para aplicaciones que requieran ambos una resistencia térmica y bajas temperaturas de soldadura. Hay que tener cuidado en la aplicación del alambre electromagnético Soderex/180 ya que este material no exhibe las propiedades de resistencia a sobrecargas de la mayoría de los sistemas de resinas no soldables de las Clases 105, 130, 155 y 180.

- Reles
- Bobinas de automóviles
- Transformadores Especiales de Potencia

Tamaños disponibles
Abreviación

Tipo Estándar

Round (32-46 AWG)	Hechura simple	S. Sdx/180
(32-46 AWG)	Hechura pesada	H.Sdx/180

Propiedades generales

La temperatura de flujo termoplástico (corte a través) del alambre electromagnético Soderex®/180 está en la gama de 250 [°C]; bien por encima de las condiciones de proceso máximas que se encuentran en trabajos de bobinas modeladas, procesos de impregnación por esparcimiento y ciclos de barnizado precalentado estándar especificados para sistemas normales de las Clases 130, 155 y 180.

El alambre electromagnético Soderex/180 se desnuda para soldar sin una acumulación excesiva de escoria de soldadura asociada con otros tipos de soldadura con capas de resina. Suelda consistente incluso hasta una temperatura mínima de 390°C.

Las propiedades de flexibilidad y adherencia de la película de los alambres electromagnéticos Soderex/180 son más que adecuadas para toda aplicación excepto las más severas en aplicaciones de bobinado de alambres finos.

El aislamiento de los alambres electromagnéticos Soderex/180 exhibe una gran retención de la tenacidad dieléctrica bajo condiciones muy húmedas. También, el bajo factor de disipación del alambre de imanes Soderex/180 a altas frecuencias lo hace un candidato primario para la aplicación en bobinas RF.

Las propiedades de resistencia contra solventes del Soderex/180 son apropiadas para la mayoría de los barnices, encapsulantes y resinas de tratamiento de las Clases 105, 130, 155 y 180. Tiene mejor resistencia al agua de mar comparado a otros alambres.

SOLIDEX

Marca: Superior Essex

Producto 180 Clase UL Reconocida
NEMA MW 77-C

Aplicaciones típicas:

Solidex® está diseñado para aquellas aplicaciones especiales de bobinas donde la aptitud para ser soldado está acompañado con una necesidad de gran resistencia térmica. No se recomienda el uso de Solidex para bobinados de ranura para motores o aplicaciones sujetas a grandes tensiones de bobinado.

Aplicaciones específicas:

- Bobinas de transformadores especiales
- Bobinas de motores con devanado auxiliar
- Bobinas de automóviles
- Bobinas electrónicas

Tamaños disponibles

Tipo Estándar

Abreviación

Redondo (14-45 AWG)
(14-45 AWG)

Hechura simple
Hechura pesada

S. Solidex
H. Solidex

Propiedades generales:

El alambre electromagnético Solidex® es producido al aislar el conductor con una capa única de resina poliéster desnudable para la soldadura. Las propiedades físicas son adecuadas para la mayoría de las aplicaciones de bobinas. Requisitos más

estrictos para el bobinado tales como los bobinados de estator en ranuras no son recomendables sin una evaluación escrupulosa. La película de Solidex puede ser desnudado fácilmente del conductor al sumergirlo en un crisol de soldadura a 850°-950°F; hay que tener cuidado en evitar que la película se pase en la cura debido a una mala técnica de inmersión.

Metodos de Ensayo para Alambres de Cobre de seccion circular, esmaltados para bobinados.

(Norma I.R.A.M N° 2331)

A continuación se transcriben los párrafos más importantes de la Norma que rige los ensayos para alambres de cobre de sección circular, esmaltados para bobinados en la Republica Argentina. Cabe mencionar que en esta Norma se detallan nuevamente todos los ensayos que ya se han desglosado profundamente en los párrafos anteriores, debido a esto solo se hará hincapié en el ensayo requerido por el Consejo de Administración de Copetraf Ltda., que es el ensayo de Rigidez Dieléctrica ya que el mencionado Consejo de Administración y el Departamento de Bobinado consideran que este es el ensayo fundamental para determinar la calidad del alambre que se esta usando en las reparaciones de transformadores ya que consideran que los demás ensayos con la certificación brindada por el fabricante alcanza, con este ensayo además se puede tener una idea del estado de los rodillos de las bobinadoras, ya que si estos están desgastados, “rayan” el alambre de tal manera que hace que pierda la capa de barniz aislante necesaria. En lo siguiente se transcriben los párrafos principales de esta Norma en lo que respecta a este tema.

Alcance:

Esta Norma establece los métodos de ensayo aplicables a los distintos tipos de alambre de cobre, de sección circular, aislados con esmalte y usado en bobinas de maquinas, aparatos y accesorios eléctricos y electrónicos.

Por tratarse de una norma general de procedimiento, se aplicará teniendo en cuenta las normas particulares, prevaleciendo lo que éstas indiquen en el caso de no haber coincidencia.

Métodos de Ensayo:

Generalidades:

A menos que se especifique otra cosa, todos los ensayos se realizan a una temperatura ambiente comprendida entre 15 ° [C] y 30° [C].

Antes de realizar las mediciones, las probetas deben ser acondicionadas, durante un el tiempo suficiente como para que los alambres alcancen estabilidad ambiental.

Rigidez Dieléctrica:

Este ensayo se aplica a todos los diámetros y se realiza por uno de los procedimientos indicados, según lo especifique la norma particular correspondiente, a saber:

1. A temperatura ambiente.
2. A temperatura relacionada con la clase térmica.

1. A temperatura ambiente:

Tensión de prueba: La tensión de prueba debe ser alterna, de frecuencia nominal de 50 a 60 [Hz] y aproximadamente de forma senoidal, con factor de cresta de $\sqrt{2} \pm 5\%$ (1.48 y 1.34). El transformador de ensayo utilizado debe ser como mínimo de 500 [VA] y debe suministrar una corriente de onda no distorsionada bajo las condiciones de ensayo. La tensión se aplica desde el valor cero y es incrementada uniformemente, a una velocidad de 100 [V/seg.], hasta que ocurre la descarga disruptiva; en el caso que esto ocurra antes de los 3 [seg.], la velocidad de crecimiento de la tensión debe disminuirse. Cuando la tensión de ruptura sea mayor de 2500 [V], la velocidad de crecimiento de la tensión debe ser de 500 [V/seg].

Procedimiento para diámetros nominales de conductor: $d \leq 0.040$ [mm]. Se utiliza un cilindro de metal de aproximadamente 25 [mm] de diámetro, montado con su eje horizontal y conectado al terminal de tierra del aparato de aplicación de la tensión. Se instala verticalmente sobre el cilindro el terminal de alta tensión de dicho aparato. Se emplean 5 probetas. Un extremo de cada probeta en ensayo, del que ha sido quitado el esmalte, se conecta al terminal de alta tensión y el resto se arrolla una vez sobre el cilindro. Se fija un peso del valor especificado en la tabla I al otro extremo terminal del alambre para mantenerlo en contacto con el cilindro.

Tabla I

Se aplica la tensión de prueba entre el terminal de la probeta conectada y el cilindro. Se considera que el alambre cumple el requisito respectivo cuando 4 de las 5 probetas ensayadas cumplen el valor establecido de la norma particular correspondiente.

Procedimiento para diámetros nominales del conductor: $0.040 \text{ [mm]} < d < 2.5 \text{ [mm]}$:

Se ensayan 5 probetas; cada probeta se prepara retorciendo un trozo de alambre de aproximadamente 400 [mm] de longitud en una máquina de torsión.

Hasta una longitud de 120 [mm]. La tensión con que debe torcerse el alambre y el número de torsiones se indican en la tabla siguiente:

Tabla II

Diámetro Nominal d [mm]	Diámetro Nominal [mm]	Carga [N]	Numero de torsiones en 120 [mm]
$0,04 \leq d \leq 0,071$	0,02	0,2	0,040
$0,071 \leq d \leq 0,112$	0,025	0,4	0,040
$0,112 \leq d \leq 0,250$	0,032	0,85	0,033
$0,250 \leq d \leq 0,355$	0,04	1,7	0,023
$0,355 \leq d \leq 0,500$	0,04	3,4	0,016
$0,500 \leq d \leq 0,750$		7	12
$0,750 \leq d \leq 1,060$		13,5	8
$1,060 \leq d \leq 1,500$		27	6
$1,500 \leq d \leq 2,500$		54	4

Se corta el extremo final de la sección retorcida en dos sitios y se separan los dos extremos cortados. Cualquier curvado que se realice para asegurar la separación adecuada no debe producir curvas agudas o daño de la aislación.

Se aplica la tensión de prueba prescrita en la norma particular correspondiente, entre los dos conductores. Si una de las probetas ensayadas diera valores menores de los requeridos, se repite el ensayo con una segunda serie de probetas y en este caso no debe ocurrir falla alguna. Se toma como valor de rigidez dieléctrica al promedio de los 5 valores obtenidos.

Procedimiento para diámetros nominales de conductor: $d > 2,500 \text{ [mm]}$: La determinación se realiza sobre 5 probetas. Se preparan 5 electrodos aplicando una tira

cortada de una hoja de metal delgado de 6 [mm] de ancho al centro de una cinta adhesiva de 12 [mm] de ancho. El electrodo así formado se corta en trozos de 75 [mm] de largo. La cinta adhesiva no debe extenderse debajo de los extremos de la hoja de metal.

Se utiliza una muestra de alambre de longitud tal, que permita aplicar los 5 electrodos separados aproximadamente 30 [mm]. Se aplican los electrodos a 90° del eje del alambre y con la tira metálica en contacto con el alambre. La cinta adhesiva se asegura firmemente al alambre.

Se aplica la tensión de ensayo entre el conductor y el electrodo de prueba. Se considera que el resultado es satisfactorio cuando 4 de los 5 ensayos alcanzan el valor especificado en la norma particular correspondiente.

2. A temperatura relacionada con la clase térmica:

La probeta se coloca dentro de una estufa cuya temperatura sea 20 [°C] mayor que la clase térmica a que pertenece el espécimen y se mantiene 30 [min.] para que alcancen el equilibrio térmico. Sin retirar la muestra de la estufa, y manteniendo la temperatura, se realiza el ensayo de rigidez dieléctrica en la forma ya mencionada, de acuerdo con el diámetro del alambre. Se considera que se cumple este requisito cuando los valores de tensión de ruptura no son menores del 50% de los obtenidos a temperatura ambiente.

Condiciones establecidas por Copetraf Ltda. para el desarrollo del ensayo

De acuerdo a las condiciones establecidas por la norma arriba presentadas, el Consejo de Administración de Copetraf Ltda., decidió hacer algunas modificaciones a los requisitos presentados en la norma debido a que considera, utilizar los ensayos para alambres como un ensayo de tipo interno y para poder determinar en que condiciones de rigidez dieléctrica se encuentra el alambre con el cual esta trabajando el Departamento de Bobinado, por lo tanto el ensayo se desarrollará según lo que se establece en el Instructivo correspondiente, un poco mas adelante en el desarrollo del Informe.

Los distintos cambios que se producen con lo especificado por la norma es por ejemplo la cantidad de “trenzadas” del alambre, las cuales se deberían realizar con una maquina especial o similar a la que se muestra en la primera parte del ensayo, debido a una cuestión económica y a la importancia del ensayo, es un ensayo de uso interno, y los diámetros de los alambres que se utilizan no son demasiados importantes es que las trenzadas se realizan a mano y en forma artesanal.

Otra diferencia con lo establecido por la norma es la utilización de un espinterometro para evitar que la descarga disruptiva del alambre no afecte a los instrumentos de medición del tablero principal.

Y la última diferencia es que se ensaya de a una probeta por muestra o según el encargado del Departamento de Bobinado lo crea conveniente.

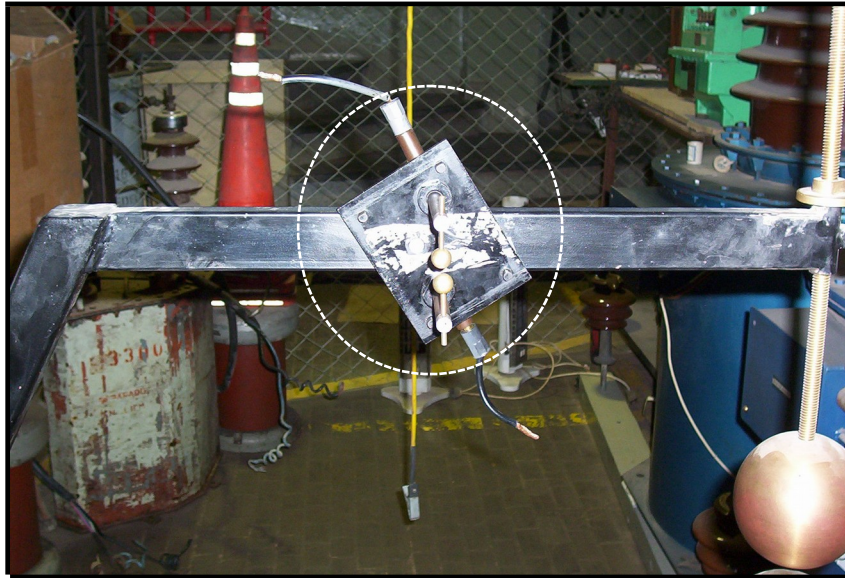
Pese a ser un ensayo de uso interno, no deja de ser importante ya que este ensayo permite determinar de antemano la calidad del alambre de las bobinas que se están fabricando y si este se encuentra deteriorado es muy probable que en el ensayo de Tensión Aplicada el transformador falle y sea causa de un reproceso en el circuito de reparación debido a la calidad del alambre.

Desarrollo de los Ensayos

Montaje del Laboratorio:

El laboratorio para ensayo de alambres será un anexo dentro del ya existente Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda.

Para poder anexar este ensayo se debió conseguir ciertos elementos ya que para desarrollar el ensayo de rigidez dieléctrica, se necesitaba un espinterometro de acuerdo a la necesidad de este ensayo, debido a que el espinterometro que se utiliza originalmente en el ensayo de Tensión Aplicada para transformadores es muy grande en “tamaño”, las esferas que se utilizan para este ensayo son de un diámetro de 100 [mm] lo que según la Norma I.R.A.M 2038 (“Explosor a esferas”) las hace obsoletas, porque el valor de tensión que se debe elevar es demasiado pequeño para semejantes esferas lo que haría que la distancia sea prácticamente nula. Debido a esto se consiguieron en el archivo de Copetraf Ltda., unas esferas mucho mas pequeñas de 12.25 [mm] de diámetro y se diseño un soporte que sea acorde con el ensayo a realizar, según se aprecia en la siguiente foto.

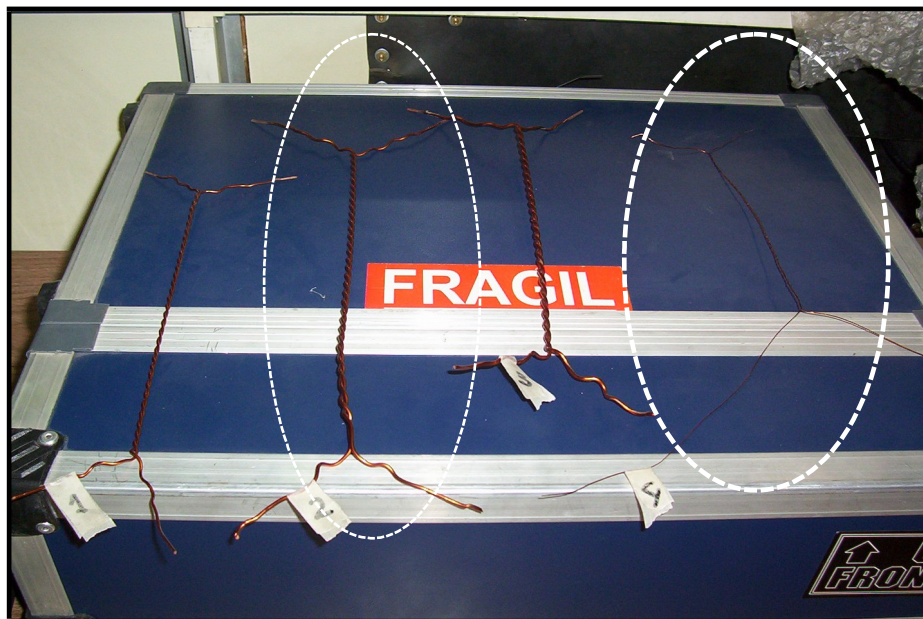


A continuación se puede apreciar otra imagen del espinterometro donde se aprecia mejor el pequeño tamaño de las esferas.

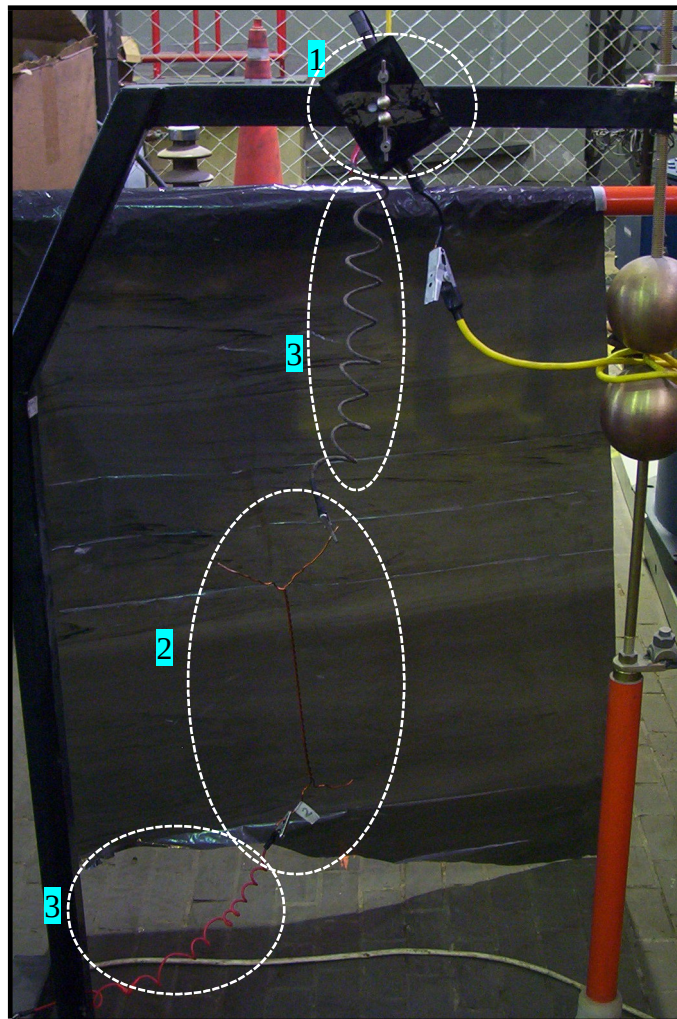


Cabe mencionar que al dispositivo armado tipo “espinterometro”, se lo debe tensionar para esto se utiliza el Variac, ya utilizado en los ensayos anteriores tanto para transformadores, aisladores o pértigas, lo que permite elevar la tensión de a pasos y mediante los TV utilizados para los ensayos anteriores, se eleva la tensión hasta el valor determinado por el catalogo correspondiente al alambre que se esta ensayando.

Además se utilizan los cables correspondientes para realizar los conexionados y las probetas de ensayo obviamente, que son trenzadas con la mano para las distintas secciones. En la siguiente foto se pueden apreciar algunas de las secciones utilizadas y ensayadas, allá se verán de secciones muy finas (rotulada con el numero 4) hasta algunas bastantes más gruesas (rotuladas con el numero 2 o 3).



Por último se puede observar en la siguiente imagen el dispositivo de ensayo completo donde se observa el espinterometro “pequeño” (1), sobre el soporte, la probeta de alambre a ensayar (2) y los cables (3) que realizan el conexionado correspondiente.



Primeros Ensayos de Regulación:

Para poder desarrollar este ensayo, las tareas de regulación del equipamiento y del instrumental con el que cuenta Copetraf Ltda., fueron mas sencillas que para la realización de los ensayos anteriores de aisladores y pértigas ya que el nivel de tensión que se utiliza es bastante menor que en los otros casos y por lo tanto los recaudos a tomar con respecto a las fugas o saltos de tensión son menores.

Además cabe mencionar que solo se introdujo un nuevo equipo dentro del ensayo, en comparación con lo que sería el ensayo de Tensión Aplicada para transformadores que es el espinterometro pequeño de esferas de 12.25 [mm] de diámetro.

Por todo lo antes dicho solo se realizaron dos ensayos de prueba para observar el comportamiento de las pinzas al agarrar el alambre ya que se sospechaba que en el agarre de la pinza se podía producir alguna rotura del barniz aislante del alambre. Esto se soluciono teniendo un mayor cuidado al agarrar el alambre para que no se “lastime” la aislacion en ese punto.

Instructivo para el Ensayo Eléctrico de Alambres

Para realizar la medición de Alambres a frecuencia industrial se debe seguir el instructivo que se detalla:

1. Del alambre a ensayar se deben tomar dos muestras de aproximadamente 25 [cm.], las cuales se comienzan a retorcer a mano de tal forma que no se agriete ni se “lastime” la película de barniz aislante.
2. Una vez obtenida la probeta “retorcida”, se debe mediante una lija o una trincheta sacar el barniz aislante en una punta cualquiera de la probeta, es decir dejando el cobre al desnudo y sin barniz aislante. El tramo que se debe “pelar” debe ser aproximadamente de 3 a 5 [cm.], lo suficiente para que se pueda agarrar correctamente con la pinza.
3. Se deben rotular las probetas o muestras de alambre a ensayar y medir sus diámetros los cuales serán volcados nuevamente en la planilla de registros de Excel de medición de Alambres.
4. Luego se debe conectar el espinterometro a los TV, y a Tierra.
5. Luego se conecta en “paralelo” con el espinterometro correspondiente, la probeta de alambre a ensayar, es decir con una punta a los TV y la otra a Tierra,
6. Se realiza la calibración de las esferas según la Norma I.R.A.M. 2038, y el valor de tensión que debe soportar el alambre según la especificación del catalogo correspondiente.
7. Con todas las tareas realizadas hasta el punto 5, se puede comenzar con la maniobras para dar tensión, estas maniobras son las mismas que se realizan para los ensayos de Tensión Aplicada en transformadores, se eleva la tensión con el Variac, hasta que se produce la disrupción en las esferas o en el alambre. Si se produce en el alambre el ensayo no ha sido superado con éxito ya que habría “perforado” su aislacion antes del valor estipulado en el catalogo por el fabricante y por lo tanto su aislacion se encontraba dañada. Si se produce la disrupción en las esferas indica que el valor de tensión establecido fue superado, y por lo tanto ha sido superado también el valor de rigidez dieléctrica estipulado por el fabricante en el catalogo correspondiente por lo tanto el transformador ha superado con éxito el ensayo.
8. Una vez que han actuado las protecciones debido a la disrupción se disminuye el valor de Tensión a través del Variac a cero, se produce el desconexionado del sistema y se vuelca en el archivo de Excel el resultado obtenido para ese alambre.

Desarrollo del Ensayo:

Para desarrollar este ensayo se cumplimento en un todo el instructivo arriba descripto. Como se puede observar en las filmaciones que se encuentran en el CD que se adjunta con el presente informe se desarrollaron en esta primera instancia el ensayo para cuatro alambres distintos cuyos datos y resultados se vuelcan en la tabla siguiente y que es el comienzo de la planilla de Excel que se utilizara como registro de los ensayos realizadas y como fuente constante de consulta para determinar las calidades de los alambres. Cabe mencionar también que de los cuatro tipos de alambres ensayados que se observan en la foto anterior, uno de ellos la probeta numero dos, es un alambre de tipo

“recuperado” es decir un alambre de una inferior calidad pero como se podrá apreciar en la tabla supero con éxito los ensayos correspondientes.

<u>Fecha</u>	<u>Marca</u>	<u>Tipo</u>	<u>Nivel de Tension [KV]</u>	<u>Diametr o</u>	<u>Resultado</u>	<u>Observaciones</u>
05/11/04	I.M.S.A.	Edflex	4,1	0,238	Satisfactorio	
05/11/04	I.M.S.A.	Idasol	4,1	0,335	Satisfactorio	
06/11/04	I.M.S.A.	Domflex	4,1	0,315	Satisfactorio	
06/11/04	I.M.S.A.	Recuperado	4,1	0,045	Insatisfactorio	No supera el ensayo



Trabajo Final

INFORME PASANTIA **“MES DE DICIEMBRE”** **EN COPETRAF LTDA.**

Autor: La Frossia, Alfonso Agustín.-

Matricula: 8581.-

Carrera: Ingeniería Eléctrica.-

Informe Pasantia Mes de Diciembre

Objetivos:

En estos últimos quince días de pasantia en la empresa Copetraf Ltda., se plantearon los siguientes objetivos a cumplir:

- Concluir mediante los últimos transformadores ensayados en estos últimos quince días y mediante las conclusiones particulares en los meses anteriores, en lo que respecta a las valores de Perdidas en el Hierro y en el Cobre. Dichas conclusiones se basarán sobre los análisis estadísticos desarrollados mes a mes incluidos estos últimos quince días, donde se detallarán las marcas y los niveles de potencia, que mas repiten valores excesivos de perdidas tanto en el Hierro como en el Cobre. Cabe mencionar que se tomará como excesivo el valor establecido por la Norma I.R.A.M. correspondiente.
- Desarrollar mediante la creación de una base de datos de las mediciones de todos los transformadores ensayados en Copetraf Ltda., desde el comienzo del Laboratorio Eléctrico hasta la actualidad, un informe en lo que respecta a los transformadores pertenecientes a E.D.E.A. S.A. que muestre mediante sus valores de perdidas en el Hierro y en el Cobre, dentro de cual de las franjas de tolerancias establecidas por E.D.E.A. S.A. se encuentran. Ya que esto permitirá al Consejo de Administración de Copetraf Ltda., evaluar cada una de las reparaciones económicamente frente a una nueva licitación de reparaciones para esta empresa.
- Concluir el desarrollo de los nuevos ensayos propuestos en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda., observándolo desde dos puntos de vista uno técnico y otro económico, entendiéndose por este último la factibilidad de los ensayos y los futuros desarrollos sobre los mismos. en lo que respecta a los nuevos ensayos, se refiere a los ensayos de pértigas, aisladores y alambres.
- Colaborar en la fabricación de dos Reactores de Neutro, mediante sus distintos ensayos eléctricos que Copetraf Ltda., debe fabricar a lo largo del mes para E.D.E.A. S.A.
- Desarrollar el procedimiento y los instructivos correspondientes a la medición de transformadores, dentro del formato adecuado por la Norma ISO 9000, ya que el Consejo de Administración, tiene una fuerte intención en un futuro no muy lejano de poder tener la certificación de calidad correspondiente a la Norma arriba mencionada en lo que respecta a los ensayos eléctricos de transformadores.

Los objetivos dos, cuatro y cinco son propuestos por el Consejo de Administración de Copetraf Ltda., debido a una necesidad real existente durante el mes de diciembre. Estos objetivos, el Consejo consideró, que debido a la imperiosa necesidad de cumplirlos eran más importantes que otros desarrollos que se habían considerado en un principio al comienzo de la pasantia, por lo que los mismos quedarán relegados para otro desarrollo dentro del Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda.

Introducción:

En este último informe de pasantia realizada en Copetraf Ltda., se podrá observar la continuación del análisis estadístico de transformadores en lo que respecta a las pérdidas en el Hierro y en el Cobre. Además en lo que respecta a este tema se observarán las conclusiones del análisis completo a lo largo de la pasantia donde se podrá determinar de antemano en que transformador se podrá encontrar un valor excesivo de las pérdidas en el Hierro y en el Cobre. Dicha determinación se hará por marca y por nivel de potencia de igual manera que se ha ido realizando mes a mes.

Se desarrollara también un informe sobre todos los transformadores medidos en Copetraf Ltda., pertenecientes a E.D.E.A. S.A. con el objetivo de poder determinar en que franja de tolerancia propuestas por E.D.E.A. S.A., se encuentran de acuerdo a sus valores de pérdidas en el Hierro y en el Cobre, dicho informe se realiza para determinar en el ingreso a la empresa de un transformador para reparar, si ya fue reparado, en que franja se encontrara y si la empresa E.D.E.A. S.A. penalizará su reparación por encontrarse fuera de los valores de norma correspondiente debido a sus pérdidas eléctricas.

Se podrán observar también una serie de conclusiones debidas a los nuevos ensayos realizados en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda., sobre aisladores, alambres y pértigas desde su montaje, hasta sobre la realización de los mismos.

Por último se desarrolla un pequeño informe sobre los ensayos eléctricos a realizar en los Reactores de Neutro, debido a la necesidad de Copetraf Ltda., de fabricarlos y por ende ensayarlos.

Transformadores ensayados durante el mes de Diciembre:

En estos últimos quince días de Pasantia se ensayaron los siguientes transformadores en el Laboratorio de Mediciones de Copetraf Ltda., los resultados de los diferentes ensayos como de las mediciones de pérdidas realizadas se pueden observar a continuación:

Fecha	Cliente	Marca	Potencia	Nº Fabric.	Perdidas Fe	Perdidas Cu	Obser.
02/12/04	E.D.E.A. S.A.	Vasile	160	9191	687,84	2329,66	C31
02/12/04	E.D.E.A. S.A.	Electrodinie	160	31420/2	729,61	1726,17	C32
02/12/04	E.D.E.A. S.A.	Electrodinie	63	31009/2	322,09	742,3	C31
02/12/04	E.D.E.A. S.A.	Electrodinie	25	31411/1	269,02	485,3	C31
02/12/04	Mechongue	Faraday	5	523801	32,5	105,27	
06/12/04	E.D.E.A. S.A.	Siam	16	13830	*****	*****	NoPasa
07/12/04	E.D.E.A. S.A.	T.T.E.	63	15597	231,65	801,79	C31
07/12/04	E.D.E.A. S.A.	Faraday	160	4092.13	532,4	2509,1	C31
07/12/04	E.D.E.A. S.A.	Siam	40	18009	236,96	730,1	
07/12/04	E.D.E.A. S.A.	T. Czerweny	400	44469	692,64	4426,09	C31
07/12/04	Otamendi	Transformar	10	863	64,1	233,28	
09/12/04	E.D.E.A. S.A.	Electrodinie	160	31504/6	*****	*****	NoPasa
09/12/04	E.D.E.A. S.A.	Siam Di Tella	40	444856-01	*****	*****	NoPasa
09/12/04	E.D.E.A. S.A.	T.T.E.	315	1972	918,72	2693,65	C30
09/12/04	Mechongue	Transformar	5	446	65,05	121,44	
09/12/04	T. Lauquen	Siam	5	781100421	39,84	163,98	
09/12/04	E.D.E.A. S.A.	Vasile	5	13365	27,62	141,1	
09/12/04	E.D.E.A. S.A.	Siam Di Tella	40	444856000	*****	*****	NoPasa
09/12/04	9 de Julio	Mecom	5	346/12	*****	*****	NoPasa
09/12/04	E.D.E.A. S.A.	Miron	500	7676	1774,4	3348,91	
12/12/04	E.D.E.A. S.A.	Siam	40	13763	201,53	748,56	C31
12/12/04	E.D.E.A. S.A.	Electrodinie	160	31504/6	666,34	1816,47	C30
12/12/04	T. Lauquen	Faraday	5	4417.02	53,6	114,63	
12/12/04	T. Lauquen	Faraday	5	3402.11	50,2	152,36	
13/12/04	E.D.E.A. S.A.	Mirón	5	37488	39,17	128,73	C31

13/12/04	Necochea	Faraday	100	4030.01	339,25	1779,59	
14/12/04	T. Lauquen	Mecom	5	B40208	40,18	109,65	
14/12/04	Otamendi	Transformar	5	1049	50,15	108,43	

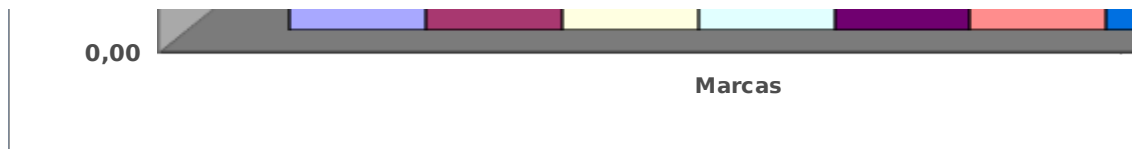
- **Nota:** Según se aprecia en la planilla en la parte de observaciones se detalla con la leyenda **No pasa**, a aquellos transformadores que registraron falla en alguno de los ensayos realizados. Cabe mencionar que en negrita se encuentran marcados los transformadores que exceden el nivel de perdidas tanto en el Hierro como en el Cobre.

En la continuación del cumplimiento de los objetivos planteados se procede al desarrollo del análisis del comportamiento de los distintos transformadores ensayados a lo largo de estos últimos quince días de pasantia. A continuación se podrá observar el grafico correspondiente que muestra los valores porcentuales de los transformadores correspondientes al parque ensayado que se encuentran por sobre los valores limites de norma.

Como se observa en el grafico más de la mitad de los transformadores ensayados se encuentran por sobre los valores limites de perdidas en el hierro establecidos por la Norma I.R.A.M correspondiente, mientras que la otra mitad se reparte entre los que se encuentran con valores de perdidas aceptables y los que se exceden en las perdidas en el Cobre. Comparando este porcentaje de transformadores con exceso de perdidas en el hierro con los ensayados en otros meses no varía mucho con la realidad vista en otros meses, ya que el porcentaje es del 54% como se observa en el grafico que es un valor muy elevado. En lo que respecta a esto se decidió al igual que en los meses anteriores continuar con un análisis un poco mas especifico que determine cuales marcas y en que

niveles de potencia nominal se exceden mas los valores limites de perdidas, los cuales se verán a continuación. Por otra parte una de las soluciones que se habían propuesto en su momento era que el personal del Depto. de Bobinado tuviera un especial cuidado en el armado de los núcleos, es decir en la colocación de las chapas, etc., esta propuesta fue cumplida por completo por el personal del Depto. de Bobinado pero como se puede observar en los distintos porcentajes de los diferentes meses los resultados no fueron muy satisfactorios, por lo que se puede concluir que definitivamente los altos valores de perdidas en el hierro se deben a cuestiones propias del diseño y del desgaste de las condiciones magnéticas de las chapas del núcleo.

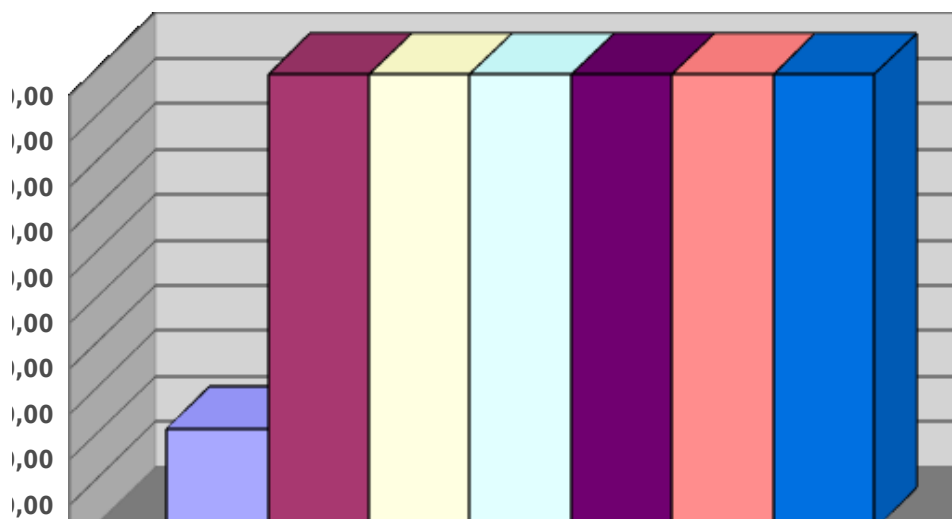
Como se mencionaba anteriormente se desarrollo un análisis un poco mas exhaustivo en lo que respecta a las perdidas en el hierro y como se viene desarrollando en los meses anteriores se realizo un análisis estadístico sobre las distintas marcas que se exceden en los valores de perdidas, dichas marcas que se exceden en los valores se observan en el siguiente grafico.



Es importante destacar que al igual que lo mencionado en los meses anteriores este análisis permite obtener conclusiones relativas ya que presenta una aleatoriedad importante debido a que depende muchísimo del parque de transformadores ensayados. Analizando el grafico se observa que las marcas Electrodinie y T.T.E., poseen un 100%, es decir todos los transformadores ensayados de estas marcas en estos quince días se exceden en los valores de perdidas en el hierro, lo que haría suponer que la calidad de estas maquinas no seria la mejor pero si observamos el listado de las maquinas ensayadas, la cantidad de maquinas ensayadas de esta marca es mínima lo que hace que posea un alto porcentaje. Igualmente comparando con el análisis del mes anterior en lo que respecta a estas dos marcas Electrodinie también poseía el 100% por lo que el caso es para analizarlo con mayor detenimiento debido a que posee el porcentaje máximo en ambos meses lo que indicaría que en los momentos a ensayar o a comprar una maquina de esta marca habría que prestar especial atención en sus valores de perdidas en el hierro que se encontraran volcados en su protocolo correspondiente.

Por otra parte las maquinas de marca T.T.E. (Tubostranselectric), en el mes anterior poseía un porcentaje del 33 %, por lo que se puede sospechar que el alto porcentaje que posee en estos quince días se puede deber a la aleatoriedad del método propuesto para el análisis.

Continuando con el análisis propuesto se procede a realizar la parte correspondiente a los excesos de perdidas en el hierro de acuerdo a los niveles de potencia nominal, se desarrolla el siguiente grafico de barras para poder determinar algunas conclusiones al respecto.



Según se aprecia en el grafico de los siete niveles de potencia ensayados en estos quince días seis poseen el máximo porcentaje, es decir seis niveles de potencia se exceden en los valores de perdidas en el hierro, este análisis demuestra gráficamente la aleatoriedad del método propuesto, ya que depende exclusivamente del parque de transformadores ensayados. En este corto lapso de tiempo el número de transformadores no fue mucho y casi no se puede tomar como representativo de un “universo” (tomado como acepción estadística) de transformadores reparados.

Pese a lo explicado arriba de algunas potencias donde hay varios transformadores ensayados como los de 5 [KVA] o de 160[KVA] se pueden obtener algunas pequeñas conclusiones, por ejemplo que lo que se venia sospechando hasta ahora en los informes anteriores sobre los transformadores pequeños, 5 [KVA], que excedían casi siempre los valores de perdidas en el hierro, se demuestra que depende mucho de las marcas ensayadas y que para poder tomar una decisión determinante en este punto se necesitaran mas “datos” para que sea precisa la decisión a tomar.

No ocurre lo mismo en el caso de los transformadores de 160[KVA] donde ya en los informes de los meses anteriores se ha observado que este nivel de potencia nominal posee el máximo porcentaje entre las maquinas que exceden los valores de perdidas en el hierro, igualmente es aconsejable en este caso donde el nivel de potencia nominal es un nivel que ya de por si puede tener exceso de perdidas, para tomar una decisión en cuanto si se debe reparar o no una maquina de esta características, se debe solapar la

información referente al nivel de potencia nominal con el estudio realizado sobre las distintas marcas ya reparadas de ese nivel de potencia.

Estadística de Potencia de Perdidas en Transformadores pertenecientes a E.D.E.A. S.A.

Para poder desarrollar un informe sobre los valores de potencia de perdidas en los transformadores pertenecientes a E.D.E.A. S.A., ya ensayados se recurrió a la base de datos que se utiliza a diario en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda.

Se obtuvieron los datos necesarios como para poder desarrollar un análisis de los transformadores mencionados, los cuales se agruparon de acuerdo a la potencia nominal de los mismos, y se analizaron sus valores de Potencia de Perdidas en el Hierro, en el Cobre, y así también el porcentaje de corriente de vacío, como la tensión porcentual de cortocircuito. En lo que respecta a los transformadores analizados se descartaron aquellos que poseían perdidas negativas tanto en el cobre como el hierro, ya que se habían realizado los ensayos en forma equivocada, por lo tanto no se consideraron.

Los lotes de acuerdo a la potencia seleccionada, se contrastaron con los valores de norma requeridos por E.D.E.A. S.A.

Cabe mencionar que el objetivo fundamental de este estudio es poder determinar que transformadores “generalmente” poseen exceso de perdidas tanto en el hierro como el cobre o en forma conjunta (perdidas totales), ya que debido a la nueva licitación propuesta por la empresa E.D.E.A. S.A., serán penalizados económicamente aquellos transformadores que se excedan en un cierto porcentaje de los valores de norma establecidos. Además al tener la base de datos y haber realizado un estudio previo la licitación ya mencionada le permite “elegir” a Copetraf Ltda., que transformadores reparar y cuales no, porque estos según el estudio realizado en estos meses serían penalizados y por ende esto provocaría una pérdida económica en el valor de la reparación efectuada. A continuación se muestra el análisis realizado con los transformadores de E.D.E.A. S.A.

Breve explicación del Análisis:

Como ya se menciona el análisis se basa en la información que se posee en la base de datos del Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda. Se agruparon los transformadores según su potencia nominal y se dividieron según los valores que se poseía en la base de datos y de acuerdo a los parámetros a penalizar por E.D.E.A. S.A., estos son: Perdidas en Vacío, Perdidas en Cortocircuito, Corriente porcentual de Vacío, Tensión porcentual de Cortocircuito y Perdidas Totales. Cabe mencionar que además cada una de estas cantidades se expresaron en forma porcentual de acuerdo al total de transformadores. Cada uno de los parámetros mencionados se caracterizó de acuerdo a los parámetros establecidos por E.D.E.A. S.A., es decir, valores dentro de Norma, valores con tolerancia de Norma, valores con hasta dos veces la tolerancia de Norma

valores con hasta cuatro veces la tolerancia de Norma y valores fuera de cuatro veces la tolerancia de Norma.

De acuerdo a estos últimos parámetros es que E.D.E.A. S.A. aplicara los porcentajes correspondientes a las penalizaciones.

Transformadores Monofásicos Rurales de 5 [KVA]:

Total Trafos: 9	Dentro Norma	Dentro Norma c/ tolerancia	Con Tol. Doble	Con Tol *4 veces	Fuera de 4 Tolerancia
Pérdidas en Vacío	4	2	0	3	0
Porcentaje Po	44.44	22.22	0	33.33	0
I % en vacío	No se considera				
Porcentaje I%	No se considera				
Perdidas en el Cobre	9	0	0	0	0
Porcentaje Pcc	100	0	0	0	0
Ucc%	4	2	Sin Datos	3	
Porcentaje Ucc	66.67	33.33			
Perdidas Totales	9	0	0	0	0
Porcentaje P totales	100	0	0	0	0

Transformadores Rurales de 10 [KVA]:

Total Trafos: 17	Dentro Norma	Dentro Norma c/ tolerancia	Con Tol. Doble	Con Tol *4 veces	Fuera de 4 Tolerancia
Pérdidas en Vacío	6	4	6	1	0
Porcentaje Po	35.29	23.53	35.29	5.88	0
I % en vacío	No se considera				
Porcentaje I%	No se considera				
Perdidas en el Cobre	14	0		3	0
Porcentaje Pcc	82.35	0.00	17.65	0.00	0
Ucc%	12	0	1	Sin Datos	4
Porcentaje Ucc	92.31	0.00	7.69	0.00	0.00
Perdidas Totales	14	0	1	2	0
Porcentaje P totales	82.35	0.00	5.88	11.76	0

Transformadores Trifásicos Rurales de 16 [KVA]:

Total Trafos: 15	Dentro Norma	Dentro Norma c/ tolerancia	Con Tol. Doble	Con Tol. *4 veces	Fuera de 4 Tolerancia
Perdidas en Vacío	3	6	4	2	0
Porcentaje Po	20.00	40.00	26.67	13.33	0.00
I % en vacío	No se considera				
Porcentaje I%	No se considera				
Perdidas en el Cobre	15	0	0	0	0
Porcentaje Pcc	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ucc%	10	2	1	Sin Datos	2
Porcentaje Ucc	76.92	15.38	7.69	0.00	0.00
Perdidas Totales	15	0	0	0	0
Porcentaje P totales	100.00	0.00	0.00	0.00	0

Transformadores Trifásicos Rurales de 25 [KVA]:

Total Trafos: 14	Dentro Norma	Dentro Norma c/ tolerancia	Con Tol. Doble	Con Tol *4 veces	Fuera de 4 Tolerancia
Pérdidas en Vacío	4	5	2	1	2
Porcentaje Po	28.57	35.71	14.29	7.14	14.29
I % en vacío	No se considera				
Porcentaje I%	No se considera				
Perdidas en el Cobre	14	0	0	0	0
Porcentaje Pcc	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ucc%	10	1	2	Sin Datos	1
Porcentaje Ucc	76.92	7.69	15.38	0.00	0.00
Perdidas Totales	12	2	0	0	0
Porcentaje P totales	85.71	14.29	0.00	0.00	0.00

Transformadores Trifásicos Rurales de 40 [KVA]:

Total Trafos: 17	Dentro Norma	Dentro Norma c/ tolerancia	Con Tol. Doble	Con Tol *4 veces	Fuera de 4 Tolerancia
Pérdidas en Vacío	0	2	4	6	5
Porcentaje Po	0.00	11.76	23.53	35.29	29.41
I % en vacío	No se considera				
Porcentaje I%	No se considera				
Perdidas en el Cobre	14	0	0	0	3
Porcentaje Pcc	82.35	0.00	0.00	0.00	17.65
Ucc%	11	2	0	Sin Datos	4
Porcentaje Ucc	64.71	11.76	0.00	0.00	0.00
Perdidas Totales	14	0	0	0	3
Porcentaje P totales	82.35	0.00	0.00	0.00	17.65

Transformadores Trifásicos de 63 [KVA]:

Total Trafos: 22	Dentro Norma	Norma c/ tol	Con Tol. Doble	Con Tol *4	Fuera de 4 Tol
Pérdidas en Vacío	10	6	1	3	2
Porcentaje Po	45.45	27.27	4.55	13.64	9.09
I % en vacío	7	2	2	1	8
Porcentaje I%	35.00	10.00	10.00	5.00	40.00
Perdidas en el Cobre	14	0	0	0	3
Porcentaje Pcc	82.35	0.00	0.00	0.00	17.65

Sin Datos 2

Ucc%	11	2	0	Sin Datos	4
Porcentaje Ucc	64.71	11.76	0.00	0.00	0.00
Perdidas Totales	14	0	0	0	3
Porcentaje P totales	82.35	0.00	0.00	0.00	17.65

Transformadores Trifásicos de Distribución de 100 [KVA]:

Total Trafos: 24	Dentro Norma	Dentro c/ tol	Con Tol. Doble	Con Tol *4	Fuera de 4 Tol	
Pérdidas en Vacío	4	3	3	7	7	
Porcentaje Po	16.67	12.50	12.50	29.17	29.17	
I % en vacío	1	4	4	7	8	
Porcentaje I%	4.17	16.67	16.67	29.17	33.33	
Perdidas en el Cobre	20	2	0	0	2	
Porcentaje Pcc	83.33	8.33	0.00	0.00	8.33	
Ucc%	14	4	0	2	0	Sin Datos 4
Porcentaje Ucc	70.00	20.00	0.00	10.00	0.00	
Perdidas Totales	15	6	1	0	2	
Porcentaje P totales	62.50	25.00	4.17	0.00	8.33	

Transformadores Trifásicos de Distribución de 160 [KVA]:

Total Trafos:15	Dentro Norma	Dentro c/ tol	Con Tol. Doble	Con Tol *4	Fuera de 4 Tol	
Pérdidas en Vacío	6	4	0	6	0	
Porcentaje Po	40.00	16.67	0.00	25.00	0.00	
I % en vacío	3	2	3	3	4	Sin Datos 1
Porcentaje I%	20.00	13.33	20.00	20.00	26.67	
Perdidas en el Cobre	12	0	1	0	2	
Porcentaje Pcc	80.00	0.00	6.67	0.00	13.33	
Ucc%	8	2	0	0	0	Sin Datos 5
Porcentaje Ucc	80.00	20.00	0.00	0.00	0.00	
Perdidas Totales	11	1	0	1	2	
Porcentaje P totales	73.33	6.67	0.00	6.67	13.33	

Transformadores Trifásicos de Distribución de 200 [KVA]:

Total Trafos:22	Dentro Norma	Dentro c/ tol	Con Tol. Doble	Con Tol *4	Fuera de 4 Tol
Pérdidas en Vacío	10	3	4	5	0
Porcentaje Po	45.45	13.64	18.18	22.73	0.00
I % en vacío	5	8	2	2	5
Porcentaje I%	22.73	36.36	9.09	9.09	22.73
Perdidas en el Cobre	16	0	2	1	3
Porcentaje Pcc	72.73	0.00	9.09	4.55	13.64

Ucc%	3	10	5	1	0	Sin Datos 3
Porcentaje Ucc	15.79	52.63	26.32	5.26	0.00	
Perdidas Totales	11	3	2	3	3	
Porcentaje P totales	50.00	13.64	9.09	13.64	13.64	

Transformadores Trifásicos de Distribución de 250 [KVA]:

Total Trafos:3	Dentro Norma	Dentro c/ tol	Con Tol. Doble	Con Tol *4	Fuera de 4 Tol
Pérdidas en Vacío	3	0	0	0	0
Porcentaje Po	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I % en vacío	1	2	0	0	0
Porcentaje I%	33.33	66.67	0.00	0.00	0.00
Perdidas en el Cobre	3	0	0	0	0
Porcentaje Pcc	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ucc%	3	0	0	0	0
Porcentaje Ucc	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Perdidas Totales	3	0	0	0	0
Porcentaje P totales	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Transformadores Trifásicos de Distribución de 315 [KVA]:

Total Trafos: 10	Dentro Norma	Dentro c/ tol	Con Tol. Doble	Con Tol *4	Fuera de 4 Tol	
Pérdidas en Vacío	4	4	1	1	0	
Porcentaje Po	40.00	40.00	10.00	10.00	0.00	
I % en vacío	5	4	1	0	0	
Porcentaje I%	50.00	40.00	10.00	0.00	0.00	
Perdidas en el Cobre	8	1	1	0	0	
Porcentaje Pcc	80.00	10.00	10.00	0.00	0.00	
Ucc%	2	4	2	1	0	Sin Datos 1
Porcentaje Ucc	22.22	44.44	22.22	11.11	0.00	
Perdidas Totales	8	1	1	0	0	
Porcentaje P totales	80.00	10.00	10.00	0.00	0.00	

Transformadores Trifásicos de Distribución de 630 [KVA]:

Total Trafos: 3	Dentro Norma	Dentro c/ tol	Con Tol. Doble	Con Tol *4	Fuera de 4 Tol
Pérdidas en Vacío	3	0	0	0	0
Porcentaje Po	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
I % en vacío	3	0	0	0	0
Porcentaje I%	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Perdidas en el Cobre	2	1	0	0	0

Porcentaje Pcc	66.67	33.33	0.00	0.00	0.00
Ucc%	3	0	0	0	0
Porcentaje Ucc	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Perdidas Totales	2	1	0	0	0
Porcentaje P totales	66.67	33.33	0.00	0.00	0.00

De las tablas, que se detallan se debe tener en cuenta, fundamentalmente los porcentajes que corresponden a cada uno de los ítems sobre los que E.D.E.A. S.A. hará hincapié en la nueva licitación en lo que respecta a la Potencia de Perdidas de sus transformadores. Cabe destacar que donde figura la sentencia Sin datos, es porque el protocolo de esos transformadores se encontraba todo completo salvo el o los ítems especificados en esa parte de la grilla, por lo que debido a esto no se tomo en cuenta al calcular los porcentajes de ese ítem.

Ensayos de Transformadores

Conclusiones:

En lo que respecta a los ensayos de transformadores se puede dividir la pasantia en dos grandes partes, una que se desarrollo en el primer mes de la pasantia, donde se organizaron y desarrollaron los distintos ensayos requeridos para transformadores según lo establecido por el Consejo de Administración de Copetraf Ltda., y los requerimientos de los distinto clientes y otra fue al análisis y estudio de los excesos en los valores de perdidas de energía en transformadores debido a los ensayos de Perdidas en Vacío y Perdidas en el Cobre.

Para cumplimentar con la primera parte de los requerimientos de la pasantia es que se realizo un profundo análisis de las distintas Normas I.R.A.M. que rigen los distintos ensayos de transformadores, de donde se establecieron los principales parámetros a tener en cuenta en cada ensayo y sus fundamentos técnicos lo que permitió obtener una cierta experiencia en el análisis de los valores que se leen en los instrumentos y que determinan los parámetros de cada ensayo. También dentro de la “organización” de los ensayos es que se les dio un orden de prioridad y se configuro un protocolo de mediciones eléctricas para ser entregado a los clientes donde se obtienen todos los valores de los ensayos efectuados. La mencionada “organización” de los ensayos origino una mejora en el tiempo de desarrollo de los mismos, lo que permitió optimizar la producción de transformadores medidos. Además también se desarrollaron todos los instructivos y el procedimiento correspondiente a todos y cada uno de los ensayos correspondiente a los transformadores.

En lo que se refiere a la segunda parte propuesta en la pasantia para los ensayos en transformadores, se desarrollaron distintos análisis estadísticos sobre los valores de Perdidas de Energía en los transformadores ensayados mes a mes. Como se observo en el transcurso de los Informes mensuales se fue informando sobre los porcentajes de transformadores que se excedían en los valores establecidos por la norma I.R.A.M. correspondiente. De dichos informes se desprenden varias conclusiones la primera y fundamental fue que en todos los casos era mayor el porcentaje de transformadores que se excedían en los valores de perdidas en el hierro que los que se excedían en los valores de perdidas en el Cobre. Debido a esta primera conclusión es que se propuso desarrollar un análisis mas exhaustivo en lo que respecta a las perdidas en el Hierro, por lo que se desarrollo un análisis estadístico mes a mes entre los transformadores que se excedían en las perdidas en el Hierro calcificándolos a estos según su marca y según su nivel de potencia nominal.

Analizando los transformadores según las distintas marcas ensayadas y que se excedían en los valores de perdidas en el hierro se pudo determinar después de varios meses de

desarrollar este análisis y de acuerdo a los parques de transformadores ensayados mes a mes que los de las marcas Cegelec y Electrodinie eran los que mas alto porcentaje poseían debido a los excesos de perdidas en el Hierro, aunque se debe destacar que otras marcas como: Askold, Mirón Boselli, Otem, Transformar, Westinghouse, Fohama, Omaha, Acec, Mecom y T.T.E., también poseían altos porcentajes en los diferentes meses. Cabe mencionar que como se manifestó en todos y cada uno de los informes mensuales estas conclusiones son establecidas mediante un método estadístico propuesto que depende mucho del parque de transformadores ensayados, pero pese a la aleatoriedad se pueden tener ciertos recaudos ya sea en la reparación o en la compra de transformadores de las marcas primeramente mencionadas debido a los altos porcentajes que poseían.

Analizando ahora los transformadores ensayados que se exceden en los valores de perdidas en el hierro según el nivel de potencia nominal se puede concluir que los de 40 [KVA], 160 [KVA] y 315 [KVA] son los que han poseído los mayores porcentajes de exceso de perdidas en el hierro a lo largo de los meses analizados, también otros niveles de potencia nominal como los de 16 [KVA], 20 [KVA], 25 [KVA], 63 [KVA], 100 [KVA], 200[KVA] y 500 [KVA] han poseído altos porcentajes en los distintos meses. En este caso vale la pena resaltar lo mismo que en el caso de las marcas en lo que se refiere a la aleatoriedad del método.

Por último si se debe tomar una decisión es aconsejable solapar la información obtenida mediante este análisis, es decir, “cruzar” la información entre lo obtenido mediante las marcas y los niveles de potencia nominal y así se podrá de antemano predecir con ciertos recaudos que comportamiento tendrá el transformador a reparar en lo que respecta a sus valores de perdidas de energía.

Según se vio en el análisis de los transformadores correspondiente a E.D.E.A. S.A. y a lo explicado de acuerdo a las penalizaciones económicas, esta última conclusión desarrollada arriba toma fundamental importancia ya que Copetraf Ltda., podrá decidir que transformadores reparar o no sin tener que ser sancionados con penalizaciones económicas por sus excesos en perdidas de energía.

Ensayos de Aisladores

Conclusiones:

A lo largo de todo el desarrollo de la pasantia o mejor expresado a partir del segundo mes de la misma se comenzó con las tareas de montaje en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas de Copetraf Ltda., de un sector para poder desarrollar ensayos de Aisladores de todo tipo y bajo distintas condiciones climáticas.

Mediante algunos materiales de rezago que poseía Copetraf Ltda., y otros que se encontraban abandonados en el predio donde desarrolla su actividad, se recolectaron los distintos elementos que se creían necesarios para el montaje del mencionado sector en el Laboratorio.

De esta manera es que se montó la línea necesaria para poder colgar los aisladores y ensayarlos mediante la elevación de tensión a través de los TV utilizados en los demás ensayos de Alta Tensión y según se aprecia en el informe correspondiente, todo esto que se detalla es lo que correspondería al ensayo en seco de aisladores.

En lo que respecta al ensayo bajo lluvia también se realizó el montaje mediante la fabricación de un “cuba” de fibra de vidrio, y con material que se poseía en Copetraf Ltda., es importante destacar que para ambos montajes se trato de alcanzar el objetivo del montaje mediante menor costo posible. En lo que respecta al ensayo se realiza según lo indicado en el informe correspondiente.

Debido a los distintos aisladores ensayados en estos meses se puede concluir que los ensayos fueron muy satisfactorios ya que se ensayaron “lotes” de distintos clientes y se pudo cumplir con el objetivo que era poder determinar el estado de los aisladores e informarles a los clientes los estados de los mismos mediante un protocolo.

En lo que respecta a la difusión de los ensayos tanto en seco como bajo lluvia se ha ido intensificando con el tiempo entre los clientes y a través de la pagina web, el mayor impedimento que tiene el ensayo es el transporte de los aisladores desde los distintos clientes para ensayarlos, ya que son demasiado frágiles y por lo tanto puede haber un alto grado de rotura, pero día a día se esta tratando de mejorar el servicio prestado por Copetraf Ltda., para que esto no ocurra. Otro inconveniente que se presenta es que algunas empresas, de las más grandes distribuidoras de la provincia, tienen como norma interna de calidad cambiar la “cadena” entera de aisladores. Pero en términos generales el ensayo se va “puliendo”, difundiendo y tomando forma dentro de uno mas de los servicios que brinda Copetraf Ltda.

En lo que respecta a la conclusión personal, este ensayo me permitió conocer nuevas formas de diseño y de armado de montajes de Laboratorios, ya que realice para esto, trabajos en altura para poder obtener la línea a colocar dentro del laboratorio como así también algunos aisladores, es decir aprendí lo mas sencillo de las técnicas para trabajar en altura en lo que respecta a seguridad, al cuidado de las herramientas, etc.

Además para el ensayo bajo lluvia me permitió poder diseñar una cuba que mediante unos rociadores que ayudan a simular las condiciones bajo lluvia, y extremar las condiciones de aislacion debido al aumento de tensión aplicada al aislador en una atmósfera húmeda.

Por último los resultados en todos los aspectos han sido altamente satisfactorios y los objetivos han sido alcanzados completamente.

Ensayos de Pértigas

Conclusiones:

En el inicio de la pasantia se había propuesto como uno de los objetivos a cumplir el de desarrollar un espacio dentro del Laboratorio de Mediciones Eléctricas para el ensayo de Pértigas. El mencionado espacio se logro mediante la reubicación dentro del mismo de los distintos elementos, y a la construcción de los nuevos dispositivos necesarios para el desarrollo de los ensayos, tanto bajo condiciones climáticas favorables, ensayo en seco, y bajo condiciones climáticas desfavorables, ensayo bajo lluvia. Para el primer tipo de ensayo se desarrollo un dispositivo de forma tal de poder colocar la pértiga y poder tensionarla sin inconvenientes, mientras que para el segundo tipo de ensayo se construyo una cuba de acrílico y mediante unos rociadores y la inyección de agua a presión se simulan las condiciones de lluvia. Cabe mencionar que todos estos dispositivos para los ensayos se construyeron con material existente en Copetraf Ltda., y que se encontraban en desuso, o sea, material de rezago. También es importante resaltar que se mantuvieron las mejores condiciones de aislacion eléctrica en lo que respecta a la seguridad del operario que desarrolla el ensayo y para la pértiga misma.

De los ensayos que se realizaron hubo pocas pértigas que no los superaron, en general las que no superaron fueron pértigas que se encontraban con muchas horas de uso y con su pintura aislante dañada, lo que no favorecía para nada la resistencia de aislacion de la misma. Hay que destacar que se ensayan cada una de las partes de las pértigas por separado, es decir la parte del mango por un lado y la parte de la “punta” por el otro, lo que permite en pértigas de la misma marca y tipo es poder intercambiar cada una de las partes de un pértiga por las de la otra si es que alguna de las mencionadas partes hubieran fallado.

Es importante observar que los ensayos son una fuente fundamental de conocimiento del estado de esta herramienta tan importante en el uso del manejo de las redes eléctricas ya que permite saber en que condiciones se encuentra y sobre todo le permite al operario saber con que tipo de herramienta están trabajando.

Los ensayos han arrojado un resultado altamente favorable ya que según la propia experiencia con las pértigas que se encuentran en Copetraf Ltda., como así también las que fueron ensayadas pertenecientes a las distintas Cooperativas de la zona permitieron descartar o no una cantidad de pértigas del parque que poseían en uso, resguardando la integridad de los operarios.

En términos generales los ensayos han sido muy beneficiosos para Copetraf Ltda., y para sus clientes ya que estos ensayos son muy útiles para las Cooperativas de la zona que no poseen un Laboratorio de Alta Tensión como para poder ensayar las pértigas.

En lo que respecta al futuro de los ensayos se cree que es muy factible continuar en el desarrollo de los mismos hasta poder lograr que Copetraf Ltda., pueda rubricar por un cierto tiempo de uso las pértigas ensayadas.

Por último la conclusión definitiva es que los ensayos han sido aceptados favorablemente por los clientes de Copetraf Ltda., y se cree que día a día ira en aumento la cantidad de pértigas ensayadas.

Ensayos de Alambres

Conclusiones:

Si bien este tipo de ensayo no estaba en principio dentro de los objetivos a cumplir en la pasantía fue un tipo de ensayo que se presento para realizar debido a una necesidad real del Departamento de Bobinado de Copetraf Ltda.

Según lo que se aprecia en el informe correspondiente este tipo de ensayo se realiza en forma interna en Copetraf Ltda., es decir para conocer con que calidad de alambre se están bobinando los transformadores reparados.

Generalmente, de los alambres ensayados la mayoría superaron con éxito el ensayo, que es un ensayo de Tensión Aplicada de igual forma que el que se efectúa a un transformador, con la única salvedad que hay que realizar es que el espinterometro que se utiliza es de menor tamaño, debido a que los niveles de tensión que se deben aplicar son menores. Este tipo de ensayo es del estilo “pasa o no pasa”, ya que se aplica un nivel de tensión hasta que se supera el valor establecido por catalogo del alambre.

Dentro de los alambres ensayados salvó un par de casos en los que se ensayaron alambre “recuperados” que no superaron los ensayos, los demás en algunos casos hasta duplicaron el valor de Tensión establecida por catalogo lo que permite establecer que son de alta calidad.

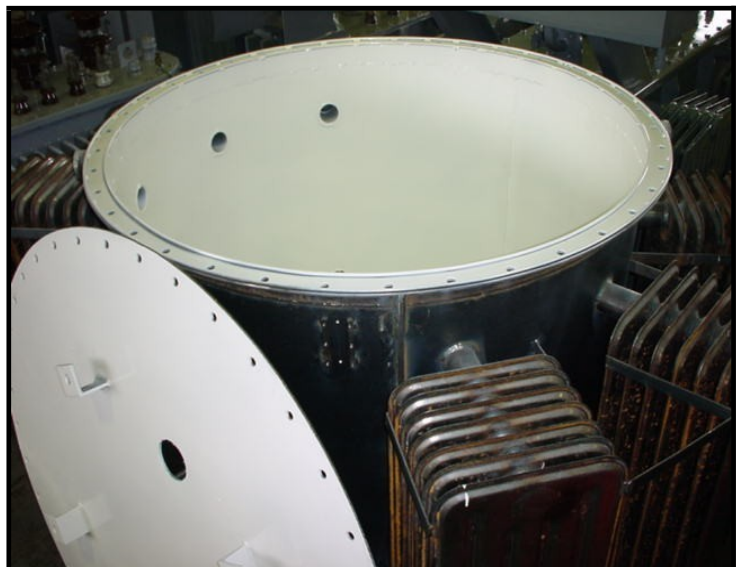
Por último se puede concluir que Copetraf Ltda., posee ahora un Laboratorio que le permite realizar un ensayo interno de alambres y evitar posibles inconvenientes en el ensayo de Tensión Aplicada en transformadores debido al bobinado de los mismos y a la calida del alambre utilizado, es decir, al realizar el ensayo de alambres a cada partida nueva que ingresa a la empresa se disminuyen las posible fuentes de reproceso en transformadores que no superan alguno de los ensayos de rutina establecidos por las distintas normas correspondientes y requerimientos de cada uno de los clientes.

Reactores de Neutro

Debido al escaso tiempo de pasantia que quedaba y a la pronta fabricación de dos reactores de neutro que debía realizar Copetraf Ltda., para E.D.E.A. S.A. es que solo se decidió participar en los ensayos de rutina correspondiente a los mismos según la Norma I.R.A.M. 2079 “Reactores” y a los requerimientos de E.D.E.A. S.A.

Debido a esta propuesta es que solo se desarrollaron los ensayos correspondientes y se verifico el modelo que ya existía en Copetraf Ltda., debido a que se habían fabricado también dos hace algunos años atrás de iguales características.

A continuación se pueden observar algunas fotos correspondientes a uno de los reactores donde se puede apreciar el tamaño de la cuba y de los radiantes de disipación de temperatura que posee.

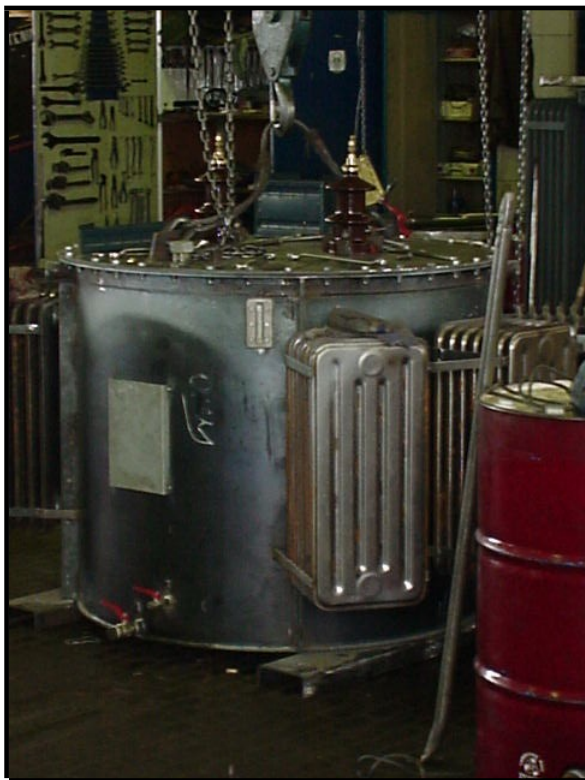


En lo que respecta a los ensayos propiamente dichos se realizaron los ensayos de Medición de Resistencia de Aislacion, se utilizo el equipo de

medición que se utiliza para la medición de transformadores, Medición de Resistencia del Bobinado donde se utilizó un ohmetro digital del tipo Kelvin, Ensayo de Tensión Aplicada, se efectuó de la misma manera que en los transformadores, Medición de Impedancia, para esto se tensiona al reactor con un valor de Tensión de línea reducida, donde se midió la corriente que circularía por la bobina y por el simple cálculo de la ley de Ohm se determinó el valor de la impedancia. También es importante destacar que en el Laboratorio químico se desarrollaron los análisis correspondientes al aceite.

Cabe mencionar que estos ensayos a ambos reactores se observan en los protocolos correspondientes en el anexo donde también se adjunta la Norma I.R.A.M N° 2079 “Reactores”

Por último también se pueden observar algunas fotos más “panorámicas” de los reactores para poder tener una idea más completa del tamaño de los mismos y ya armados, se ven los aisladores, niveles de aceite y demás componentes de los mismos.



Gestión de la Calidad

Cumplimentando uno de los objetivos planteados sobre el final de la pasantía y al conocer el Consejo de Administración el conocimiento en Calidad debido al cursado y a la aprobación de la materia “Gestión de la Calidad” en la facultad de Ingeniería es que se solicito realizar todos los “materiales” correspondientes a una certificación de calidad para el Laboratorio de Mediciones Eléctricas.

Dentro de los “materiales” solicitados se determino confeccionar un Manual de Procedimiento para la medición de transformadores, y se confecciono también los distintos instructivos correspondientes a cada uno de los ensayos que se realizan de acuerdo a las distintas normas correspondientes.

Cabe mencionar que tanto el procedimiento, como los instructivo se desarrollaron de acuerdo a la Norma I.S.O. 9000 y a la ya diagramación de los mismos existentes debido a que se habían realizado en forma similar instructivos y procedimientos para el Laboratorio Químico y por lo tanto se decidió conservar las formas ya establecidas.

Por último el procedimiento y los instructivos mencionados se pueden apreciar en el anexo de este informe, cabe mencionar que todos los desarrollos fueron aprobados internamente por las autoridades correspondientes de Copetraf Ltda.

Conclusión Final y Personal de la Pasantia:

Ya llegando al final de mi pasantia por Copetraf Ltda., es hora de hacer un balance y expresar las conclusiones sobre la misma.

La pasantia fue muy buena y me permitió la inserción en el mundo laboral desde el punto de vista de un Ingeniero, en un principio el ingreso a este “nuevo” mundo no fue sencillo ya que Copetraf Ltda., es una cooperativa de trabajo que es una figura empresarial no muy común en nuestro país, es decir, los dueños de la empresa también desarrollan actividades a la par de los empleados, lo que hace que la situación no sea muy común.

Una vez insertado en el sistema comencé a cumplir con los objetivos propuestos en el Plan de Trabajo de la Pasantia, en un principio y debido a la necesidad imperiosa de organizar los ensayos que se realizaban a los transformadores mediante un protocolo que se entregara a los clientes y a una diagramación de los ensayos, es que comencé a trabajar en eso. Luego empecé a analizar los distintos valores de perdidas de energía en los transformadores debido a los ensayos de perdidas en el Hierro y en el Cobre, mediante los ensayos en vacío y en cortocircuito respectivamente, los mencionados análisis fueron satisfactorios ya que mediante la Base de datos que confeccione con los valores obtenidos de las mediciones le permite al Consejo de Administración tomar decisiones sobre la conveniencia de la maquina a reparar o no de aquellos clientes que sancionan económicamente por aquellos transformadores que poseen excesos de perdidas de energía.

Una vez que adopte esto como rutina de las mediciones que se realizaban a diario en el Laboratorio comencé a desarrollar nuevos ensayos como las mediciones de Aisladores y Pértigas mediante la construcción de los dispositivos necesarios para efectuar los ensayos correspondientes. La construcción de los dispositivos me permitió adquirir experiencia en ciertas maniobras o trabajos, como trabajos en altura al desmontar una línea de Media Tensión, etc.

También debido a pedidos expresos del Consejo de Administración y a las necesidades que fueron apareciendo es que los objetivos planteados en un principio en la pasantia se fueron modificando es decir se realizaron ensayos de alambres, por ejemplo y no se desarrollo el ensayo de calentamiento y la construcción del diagrama de Kapp, debido a una cuestión de tiempo y a una necesidad propia del Consejo de Administración de Copetraf Ltda., igualmente considero que los ensayos realizados fueron muy satisfactorio e importantes para mi desarrollo profesional ya que me permitió poder observar distintas realidades sobre distintas maquinas eléctricas.

También me permitió poder aplicar conocimientos sobre materias humanísticas desarrolladas en la facultad como es Gestión de la Calidad debido a que Copetraf Ltda., necesitaba una organización interna del Laboratorio de Mediciones Eléctricas y decidió desarrollarla, a través de mi, mediante el sistema de calidad según la norma I.S.O 9000, lo que me dio una idea de convivencia de ambas ramas científicas que forman a un Ingeniero, es decir, la parte tecnológica y la humanística,

Otro punto a destacar de mi pasantía fue tener un contacto muy fluido con los transformadores eléctricos y poder ver, reparar y desarmar los mismos pudiendo observar detalles que teóricamente no se aprecian desde un libro con tanta claridad. Además los distintos ensayos me permitieron adquirir cierta experiencia en la lectura de los parámetros y analizar posibles fuentes de falla en un transformador que no haya superado los ensayos correspondientes.

Por último para no extender más, puedo concluir que fue **altamente satisfactoria** mi pasantía en Copetraf Ltda.



UNMDP

F.Ingenieria

Anexo



En el siguiente anexo se encuentran fotocopias de todas las Normas I.R.A.M utilizadas en los ensayos de Transformadores. También se detalla el protocolo correspondiente a las mediciones realizadas, a los aisladores correspondientes a la empresa Copetraf Ltda., donde se puede apreciar los valores obtenidos de los ensayos individuales de cada aislador y se observan las hojas características de diferentes tipos de aisladores, que son de las cuales se determina el valor de la tensión de contorno a aplicar en el ensayo. Se observa también fotocopias de las Normas I.R.A.M que rigen los ensayos correspondientes a los aisladores.

Se detalla el protocolo modelo de ensayo que corresponde a la medición de pértigas y se puede apreciar el protocolo correspondiente a las mediciones realizadas a la pértiga correspondiente a la empresa Copetraf Ltda., donde se observan los valores obtenidos. También se pueden observar las fotocopias de las Normas sobre las cuales se basaron los ensayos.

En este anexo se encuentran pequeños desarrollos informativos confeccionados para ser entregados a los distintos clientes de Copetraf Ltda., sobre los nuevos ensayos de Aisladores y Pértigas tanto en condiciones climáticas normales (Ensayo en seco), y en condiciones climáticas adversas (Ensayo bajo lluvia). Cabe mencionar que estos desarrollos se podrán observar en poco tiempo en la página web correspondiente a Copetraf Ltda. (www.copetraf@copetel.com.ar).

Se encuentra también en este anexo una copia de la Norma I.R.A.M N° 2331, “Alambres de Cobre de sección circular, esmaltados para bobinados”, la cual fue consultada en forma permanente para el desarrollo de los ensayos, cabe mencionar que la parte de rigidez dieléctrica fue transcrita en el informe en la parte correspondiente al ensayo propiamente dicho.

Se observa también aquí una copia de la Norma I.R.A.M N° 2079, “Reactores”, la cual fue consultada en forma permanente para el desarrollo de los ensayos correspondientes de estos, también se adjuntan los protocolos de los mismos donde se volcaron las mediciones realizadas de los mismos.

También se adjunta en este Anexo, todo lo correspondiente a Gestión de la Calidad, es decir el Procedimiento junto con los Instructivos correspondientes.

Bibliografía:

Staff M.I.T. “Parte 2, Transformadores”. (Junio 1965. Capitulo XXI “Conexiones Trifásicas; Consideraciones generales”. Capitulo XXIII “Fenómenos de armónicos en los circuitos trifásicos”).

Revista Megavattios. (Abril 1999. “El factor “K” en los transformadores”. Extraído de “Desclasificación de transformadores y factor “K”. Electra.)

Catalogo de Alambres de I.M.S.A. Versión 2004.-

Agradecimientos:

Al Sr. Salas, Javier por haber facilitado desinteresadamente y colaborado en el correcto uso del osciloscopio para la experiencia N° 1, correspondiente al análisis de armónicos en los transformadores.



ENSAYOS EN ALTA TENSIÓN DE CADENAS DE AISLADORES

Estos ensayos se realizan por el personal idóneo de Copetraf Ltda., según las Normas IRAM que los rigen, en el Laboratorio de Mediciones Eléctricas que la empresa posee en la ciudad de Mar del Plata, Pcia. de Buenos Aires, Rca. Argentina.

Estos ensayos son de campo y de rutina, se realizan de dos formas distintas uno en seco, es decir en condiciones ambientales normales y otro bajo condiciones climáticas adversas, es decir bajo lluvia. El principal objetivo de estos ensayos es determinar de una cadena de aisladores que fue retirada de servicio por encontrarse averiada, cuales son los aisladores que se encuentran efectivamente descargados y deben ser reemplazados y cuales no, y pueden seguir brindando servicio efectivo en otra cadena de aisladores. Este ensayo permite un eventual ahorro al poder “reciclar” aisladores al conocer el estado de los mismos en diferentes condiciones climáticas.



Ensayo en Seco



Ensayo bajo Lluvia

Por último cabe mencionar que Copetraf Ltda., al igual que en el servicio que brinda en la reparación de transformadores, también ofrece el servicio de transporte de los aisladores a ensayar y la devolución de los mismos, con sus Protocolos de ensayo correspondientes avalados por el Representante Técnico de la empresa, al punto de funcionamiento determinado por su dueño.

ENSAYOS EN ALTA TENSIÓN DE PERTIGAS

Este es un nuevo servicio que brinda la empresa Ltda., hacia sus clientes. Estos ensayos se encuentran regidos por las Normas IRAM e IEC tienen competencia en el tema.



Copetraf
que

Estos ensayos se realizan en el Laboratorio de Mediciones de Eléctricas que la empresa posee en la ciudad de Mar del Plata, Pcia. de Buenos Aires, Rca. Argentina.

Estos ensayos permiten al cliente saber fehacientemente en que estado “dieléctrico” se encuentra la pértiga con la cual el personal perteneciente a la empresa cliente, se encuentra trabajando. Esto permite evitar accidentes desagradables, para los operarios.

Los ensayos se realizan bajo dos condiciones climáticas distintas, uno bajo condiciones ambientales y otro simulando condiciones climáticas desfavorables, es decir, bajo lluvia.

Los ensayos se realizan con instrumental y con transformadores elevadores de tensión, que se encuentran certificados por organismos competentes.



Ensayo en Seco

Ensayo bajo Lluvia

Por último cabe mencionar que Copetraf Ltda., al igual que en el servicio que brinda en la reparación de transformadores y medición de aisladores, también ofrece el servicio de transporte de las pértigas a ensayar y la devolución de las mismas, con sus Protocolos de ensayo correspondiente avalados por el Representante Técnico de la empresa, al punto de funcionamiento determinado por su dueño.

