

UNIVERSIDAD TÉCNICO FEDERICO SANTA MARIA

SEDE VIÑA DEL MAR- JOSÉ MIGUEL CARRERA

**PROPUESTA INSTRUCTIVO PARA MANTENIMIENTO
DE BREAKER**

Trabajo titulación para optar al título de
técnico en MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL

Alumno:

Gregory Alexander Torres Sasso

Profesora guía

Mg.Ing. Vanessa Mella Lorca

2023

RESUMEN

Ingesat es una empresa dedicada a la mantención y construcción de subestaciones eléctricas, siendo los breakers un activo crucial para realizar la mantención e instalación de celdas en subestaciones.

El trabajo consta de tres capítulos, los cuales se dividirán según objetivos planeados.

El primer capítulo contiene información sobre las actividades que realiza la empresa, con el fin de identificar la problemática y el tipo de mantenimiento necesario.

El segundo capítulo se enfoca en el equipo, sus componentes que incorporar internamente, los tipos de pruebas que se le requiere realizar según la normativa IEC y las posibles fallas que puede presentar el equipo, las cuales se analizan mediante un diagrama de Ishikawa

El tercer capítulo consiste en la propuesta de un instructivo, que incluye el paso a paso para realizar el mantenimiento adecuado, así como los insumos y herramientas necesarias.

Este Instructivo no solo busca identificar y analizar la problemática asociada con el mantenimiento de los interruptores, sino también proporcionar una guía detallada y basada en la norma para llevar a cabo este mantenimiento de manera efectiva y segura.

INDICE

RESUMEN 2

INDICE 3

INDICE DE FIGURAS..... 6

INDICE TABLA 8

SIGLAS Y SIMBOLOGIA..... 9

 Siglas 9

 Simbología 9

NORMA..... 10

INTRODUCCIÓN 11

OBJETIVOS 12

CAPITULO 1: INFORMACION GENERAL 13

1 ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA 14

 1.1 EMPRESA 14

 1.1.1 Ubicación 15

 1.1.2 Misión 15

 1.1.3 Visión 15

 1.1.4 Certificación..... 16

 1.1.5 Clientes 16

 1.2 DESCRIPCION DE PROCESO 18

 1.2.1 Transformadores y reactores de poder: 18

 1.2.2 Mantenimiento de transformadores en servicio:..... 18

 1.2.3 Ensayos eléctricos de alta tensión:..... 18

 1.2.4 Mantenimiento de generadores. 18

1.2.5	Mantenimiento de cambiadores de taps.....	18
1.2.6	Mantenimiento de interruptores:.....	18
1.2.7	Proyectos u construcción de subestaciones.....	18
1.2.8	Protecciones y control.....	19
1.2.9	Mantenimiento de subestaciones	19
1.2.10	Servicios destacados	20
1.3	PROBLEMÁTICA.....	21
1.4	TIPOS DE MANTENIMIENTO	22
1.4.1	Mantenimiento preventivo.....	22
1.4.2	Mantenimiento correctivo.....	23
1.4.3	Mantenimiento predictivo.....	23
1.4.4	Mantenimiento proactivo	23
CAPTULO 2: DESCRIPCION DE EQUIPO.....		25
2	DESCRIPCION DE EQUIPO.....	26
2.1	BREAKER O INTERRUPTOR.....	26
2.1.1	Componentes.....	27
2.1.2	Instrumentos.....	29
2.2	TIPOS DE PRUEBAS Y ENSAYOS.....	35
2.2.1	Resistencia Óhmica.....	35
2.2.2	Resistencia de aislación	36
2.2.3	Resistencia de contacto	37
2.2.4	Pruebas simultaneidad y tiempo de operación.....	38
2.2.5	Pruebas de inyección de corriente.....	40
2.2.6	Pruebas de módulo de protección.	42
2.3	ISHIKAWA	46

2.3.1	Diagrama de Ishikawa.....	46
CAPITULO 3: PROPUESTA DE INSTRUCTIVO		48
3	INSTRUCTIVO.....	49
3.1	Tipos de herramientas, instrumentos e insumos.....	49
3.1.1	Listado de herramientas.	49
3.1.2	Listado de instrumentos	49
3.1.3	Listado de insumos	49
3.2	INICIO DE ACTIVIDAD	50
3.2.1	Retiro de breaker o interruptor.....	50
3.2.2	inspección Visual.	51
3.2.3	Realizar pruebas de apertura- cierre forma manual.	51
3.2.4	Traslado de equipo a taller o en terreno.	52
3.2.5	Efectuar pruebas de resistencia de contacto iniciales.	52
3.2.6	Efectuar medición de resistencia de aislación	53
3.2.7	Ingresar breaker a zócalo.	54
3.2.8	Efectuar prueba de inyección de corriente.....	54
3.2.9	Retiro de zócalo y realizar desmonte de elementos.	54
3.2.10	Realizar pruebas de tiempo de apertura y cierre.....	55
3.2.11	Realizar mediciones de GAP en contactos de sacrificio.	56
3.2.12	Efectuar desmonte de componentes:.....	56
3.2.13	Realizar limpieza de contactos principales.	57
3.2.14	Desmonte y limpieza de contactos auxiliares.	58
3.2.15	Desarme de motor de recarga.....	59
3.2.16	Efectuar medición de aislamiento a motor y resistencia.....	59
3.2.17	Limpiar de bobinas y transformador.	60

3.2.18	Realizar medición de aislación y de resistencia.....	61
3.2.19	Limpiar chasis de breaker	61
3.2.20	Efectuar inspección y pruebas de módulo de protección.....	62
3.2.21	Inspección de módulos de baterías	62
3.2.22	Armado de breaker.....	62
3.2.23	Realizar conexión de cableado.....	62
3.2.24	Efectuar pruebas de apertura- cierre de forma manual	63
3.2.25	Realizar pruebas de inyección de corriente	63
3.2.26	Ejecutar ensayos finales.....	63
3.2.27	Montaje de breaker en celda.	64
CONCLUSIÓN.....		66
BIBLOGRAFIA.....		67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Logotipo de empresa	14
Figura 1-2	Ubicación de empresa INGESAT SpA	15
Figura 1-3	Logo Grupo SAESA	16
Figura 1-4	Logo Chilquinta.	17
Figura 1-5	pañó de trabajo	20
Figura 1-6	Equipo de muestra.....	22
Figura 2-1	Tipo de Breaker	26
Figura 2-2	Partes de interruptor n°1.....	28
Figura 2-3	Partes de Interruptor n°2	28
Figura 2-4	Megger S1-1068.....	29
Figura 2-5	Equipo DLRO	30
Figura 2-6	Equipo Egil.....	31
Figura 2-7	amperímetro de tenazas.....	32

Figura 2-8 Equipo TS3.....	33
Figura 2-9 Equipo INGVAR.	34
Figura 2-10 Prueba de resistencia Óhmicas.....	35
Figura 2-11 Prueba Resistencia de aislación.....	36
Figura 2-12 Contactos principales y secundarios.	38
Figura 2-13 Conexión de terminales.....	39
Figura 2-14 Conexión de equipo Egil.....	39
Figura 2-15 Prueba de inyección de corriente	41
Figura 2-16 Prueba en módulo de protección con equipo TS3.....	42
Figura 2-17 Modulo de protección	43
Figura 2-18 Curva sobrecarga.....	43
Figura 2-19 Curva Corto Circuito.....	44
Figura 2-20 Curva Corriente instantanea.....	45
Figura 2-21 Curva Modulo G	45
Figura 3-1 Bloqueo de interruptor	50
Figura 3-2 Movimiento para retiro de breaker.....	50
Figura 3-3 parte desprendida del breaker.....	51
Figura 3-4 Breaker indicando palanca mecánica.	51
Figura 3-5 Modo de medición.....	52
Figura 3-6 Medición con equipo DLRO.....	53
Figura 3-7 conexión L3-L3a / L1-L2 a tierra.....	53
Figura 3-8 Zocalos	54
Figura 3-9 Cubres llamas	55
Figura 3-10 Calibración de eje principal	56
Figura 3-11 Retiro de bobinas.....	57
Figura 3-12 limpieza de contacto.....	57
Figura 3-13 contactos de sacrificio.	58
Figura 3-14 desmonte de contactos.....	58
Figura 3-15 desarme de motor y parte reductora	59

- Figura 3-16 Transformador de línea 60
- Figura 3-17 Bobinas YU y YC..... 60
- Figura 3-18 Chasis de breaker desarmado. 61
- Figura 3-19 prueba de protecciones 62
- Figura 3-20 conexionado 63
- Figura 3-21 Prueba de simultaneidad finales..... 64
- Figura 3-22 Pruebas finales de breaker..... 64
- Figura 3-23 Instalación de breaker en celda. 65

INDICE TABLA

- Tabla 2-1 Equipo a medir..... 36
- Tabla 2-2: Listado de equipos a medir..... 37
- Tabla 2-3 Tiempo de operaciones 40
- Tabla 2-4 Conclusión y análisis de Ishikawa 47
- Tabla 3-1 Medición de resistencia de motor 59
- Tabla 3-2 mediciones resistencia Óhmica y resistencia de aislación..... 61

SIGLAS Y SIMBOLOGIA

Siglas

IEC: Comisión eléctrica Internacional.

MT: Media Tensión

AT: Alta Tensión

BBCC: Banco condensar

SF6: Hexafluoruro de azufre

DLRO: Low Resistenace Ohmmenter (Ohmímetro de baja resistencia)

PES: Puesta En Servicio.

L: Sobrecarga

S: Cortocircuito

I: Corriente instantánea

G: Módulo de tierra

Simbología

kV: kilo Volt

$\mu\Omega$: Micro Ohm

Ω : Ohm

A: Amper

Mm: milímetro

Ms: milisegundos.

T°: temperatura.

C°: grados Celsius

H%: Porcentaje de humedad

Hz: hertzios

VC: voltaje continuo

NORMA

IEC 62271-200: Norma que establece especificaciones para interruptores de alta tensión y equipos de control y protecciones dentro del compartimientos y compartimientos metálicos cerrados.

IEC 62271-100: Estándar relacionado con los interruptores de corriente alterna de alta tensión, detallando requisitos de rendimiento y métodos de pruebas.

IEC 60255: serie de normas que definen los requisitos para reles de protección utilizados en sistemas de protección eléctrica.

IEC 60947: norma que aborda los requisitos y pruebas para equipos de conmutación de baja tensión.

INTRODUCCIÓN

En la industria eléctrica moderna, la confiabilidad y seguridad de los equipos es primordial. La distribución de la energía eléctrica es esencial para el funcionamiento de la sociedad contemporánea, desde el soporte de infraestructura críticas hasta la satisfacción de las necesidades cotidianas de hogares y empresas. Dentro de este marco, los interruptores o breakers, juegan un papel crucial como protectores de circuitos y facilitadores del flujo de corriente eléctrica. Asegurarse de que estos dispositivos funcionen correctamente no solo es esencial para mantener la continuidad del servicio eléctrico, sino también para garantizar la seguridad y prevenir incidentes que pueden resultar en pérdidas económicas significativas o en el peor de los casos, daños a humanos.

Sin embargo, el mantenimiento de estos dispositivos no es una tarea sencilla. Se enfrenta a una serie de desafíos, desde el desgaste natural de los materiales con el tiempo, hasta problemas derivados de la falta de capacitaciones adecuada del personal técnico. Además, las interpretaciones erróneas de resultados y audiencia de procedimientos estandarizados o instructivos claros pueden llevar a acciones incorrectas o insuficientes que no solucionan los problemas subyacentes o, en algunos casos, incluso pueden empeorarlos.

Este trabajo se embarca en la misión de abordar estos desafíos, promocionando un instructivo detallado para el correcto manejo, mantenimiento y diagnóstico de breakers. A través de una metodología sistemáticas, se busca ofrecer a los técnicos del sector una herramienta valiosa que optimice las prácticas de mantenimiento, mejore la confiabilidad de equipos y, en última instancia, contribuya a la operación segura y eficiente de las redes eléctricas.

OBJETIVOS

Objetivo general

Propuesta de instructivo para mantenimiento preventivo de breaker, mediante tareas de inspección, ensayos eléctricos, para estandarizar las actividades en la empresa Ingesat.

Objetivo específico

- Describir el estado actual de empresa Ingesat, y sus procesos, mediante la revisión de documentación interna de los trabajos que realiza, para determinar la problemática asociado al uso de breaker.
- Recopilar información del equipo y sus ensayos eléctricos, mediante la documentación técnica y manual del fabricante con el fin de aplicar la metodología Ishikawa.
- Elaborar una propuesta de instructivo de mantenimiento mediante inspecciones, pruebas eléctricas y actividades preventivas para la prolongación de la vida útil del activo.

CAPITULO 1: INFORMACION GENERAL

1 ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1.1 EMPRESA

INGESAT SpA, es una empresa que se dedica a la construcción y mantenimiento de equipos eléctricos.

La empresa fue creada en 1995, ya con una visión clara de ofrecer servicios y desarrollo de proyectos en todas las áreas de la ingeniería eléctrica, basándose en la construcción y mantenimiento de equipos eléctricos de potencia en subestaciones de hasta 525 kV.

A lo largo de los años, INGESAT se ha posicionado como una empresa confiable en el campo de la ingeniería eléctrica, brindando soluciones integrales a sus clientes y contribuyendo al desarrollo de la infraestructura eléctrica del país.

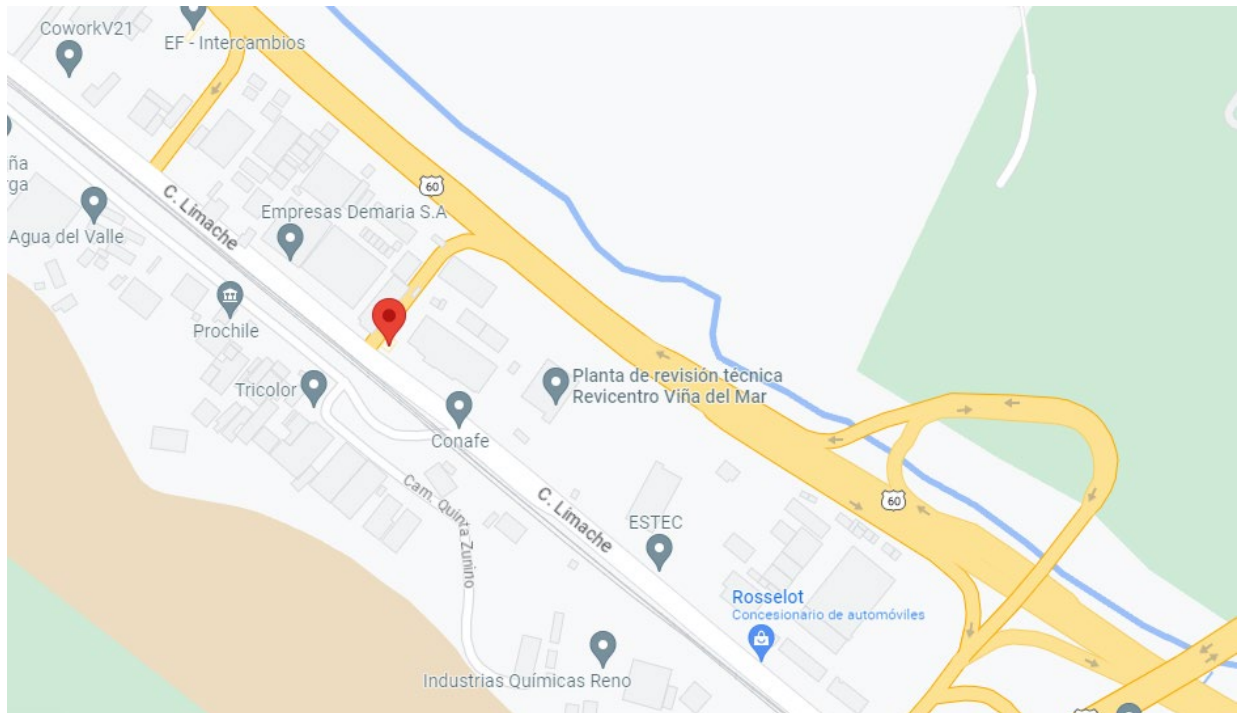
Esto generó la confianza a los clientes en varios rubros tales como, la industria minera, el sector industrial y el sector energético, abarcando desde Calama hasta Chiloé.



Figura 1-1 Logotipo de empresa

1.1.1 Ubicación

Quinta región, Calle Limache 3637, el salto, Viña del mar



Fuente:

https://www.google.cl/maps/place/C.+Limache+3637,+2562193+Valpara%C3%ADso,+Vi%C3%B1a+del+Mar,+Valpara%C3%ADso/@-33.0450072,-71.5163839,18z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x9689def23ae3577d:0x733fecaad5e8d8c!8m2!3d-33.0450095!4d-71.5150964!16s%2Fg%2F11tf_g0dsk?entry=ttu

Figura 1-2 Ubicación de empresa INGESAT SpA

1.1.2 Misión

Crear valor a nuestros clientes, aportando con nuestra experiencia y conocimiento al desarrollo de soluciones integrales, confiables, de calidad, seguras, innovadoras y amigables con el medio ambiente, en el rubro de construcción y mantenimiento de subestaciones eléctricas de poder.

1.1.3 Visión

Convertirse en una empresa reconocida a nivel nacional e internacional en el campo de la ingeniería eléctrica. Buscando ser líderes en el mercado, establecer estándares de calidad y confiabilidad en cada proyecto. Con la finalidad de expandir su presencia geográfica.

1.1.4 Certificación

ISO 9001:2008

ISO 14001:2004

OHSAS 18001:2007

1.1.5 Clientes

1.1.5.1 STM- Grupo SAESA.

El Grupo SAESA es una destacada empresa chilena dedicada a la distribución y transmisión de energía eléctrica, especialmente en la zona sur del país y en la región metropolitana, fundada con el objetivo de suministrar electricidad de forma eficiente y segura a estas regiones, SAESA ha crecido a lo largo de los años para convertirse en uno de los principales distribuidores de energía en el área.

La expansión y consolidación de la empresa de la industria eléctrica chilena se ha logrado gracias a sus compromisos con la innovación, la calidad de servicio y la satisfacción del cliente, Además la implementación de tecnología avanzadas y practicas sostenibles ha reforzado su posición en el mercado.

En su estrategia de mantenimiento y mejora continua, SAESA ha establecido colaboración con empresas especializadas, como INGESAT. A través de esta asociación, SAESA ha emprendido nuevos proyectos en la región metropolitana, en los cuales se encuentra las subestaciones Club Hípico, Quilicura y san José, que actualmente se encuentran en sus etapas iniciales. Además, INGESAT proporciona mantenimiento a mas de 60 subestaciones en la región metropolitana, garantizando la eficiencia y seguridad en las transmisión y distribución de energía.



Fuente: proporcionada por empresa.
Figura 1-3 Logo Grupo SAESA

1.1.5.2 Chilquinta

Chilquinta transmisión, líder en distribución y transmisión eléctrico en la región, ha mantenido una tradición de adaptabilidad técnica y operativa ante las demandas cambiantes del sector energético chileno. Su enfoque ha sido siempre la implementación de tecnologías avanzadas y la optimización de sus redes de transmisión para garantizar una suministro eficiente y fiable.

En 2021 en busca de reforzar y modernizar aún más su infraestructura, Chilquinta optó por una colaboración estratégica con INGESAT y su experiencia en el manejo y mantenimiento de subestaciones y redes de transmisión.

Desde el inicio de esta alianza, INGESAT ha estado involucrado en proyectos clave en ubicaciones como San Rafael y San Felipe y se encuentra en las etapas de inicio de la intervención en San Sebastián. A la fecha, INGESAT ha asumido responsabilidades en el mantenimiento integral de más de 30 subestaciones de Chilquinta.



Fuente: Imagen proporcionada por empresa.

Figura 1-4 Logo Chilquinta.

1.2 DESCRIPCION DE PROCESO

1.2.1 Transformadores y reactores de poder:

se realizan inspecciones, recepción, traslado, montaje, puesta en marcha, ensayos de detección de fallas y pruebas de diagnósticos.

1.2.2 Mantenimiento de transformadores en servicio:

Se ejecutan actividades de inspección, tomas de muestras de aceite para análisis físico químico y cromatografía, entre otras.

1.2.3 Ensayos eléctricos de alta tensión:

Diseñar pruebas especiales, efectuando ensayos en terreno y laboratorio.

1.2.4 Mantenimiento de generadores.

Se realiza pruebas eléctricas, tales como resistencia de devanado, factor de potencia entre otras pruebas eléctricas.

1.2.5 Mantenimiento de cambiadores de taps.

Se efectúa mantenimiento preventivo y correctivo de cambiadores de taps bajo carga de MR y ABB.

1.2.6 Mantenimiento de interruptores:

Limpieza de componentes, lubricación mecanismos de operación, se efectúan ensayos de resistencia de contacto, de aislación.

1.2.7 Proyectos u construcción de subestaciones

- ingeniería de detalle
- Plan de aseguramiento de calidad.
- Auditorias técnicas
- Obras civiles
- Montaje estructura
- Montaje de celdas de media y baja tensión

- Montaje de equipos de maniobras: desconectadores, reconectadores e interruptores hasta 220 kV.
- Montaje de transformadores de poder.
- Ingeniería al detalle.
- Entre otros.

1.2.8 Protecciones y control

- Proyectos de control de subestaciones.
- Reemplazo e instalación de unidades remotas de terminales.
- Ajuste y verificación de protecciones.
- Pruebas y PES esquemas de control BBCC
- Mantenimiento de protecciones de MT y AT
- Confección de gabinetes.
- Mantenimiento de Celdas de MT.
- Reemplazo de protecciones electrónicas por relés numéricos
- Pruebas FAT y SAT.
- Ingeniería básica y de detalle.
- Inspección técnica.
- Entre otros

1.2.9 Mantenimiento de subestaciones

- Mantenimientos transformadores de poder
- Reemplazo y tratamiento de aceite en transformadores de poder
- Mantenimientos interruptores SF6
- Mantenimiento a desconectadores de potencia.
- Reemplazo de equipos en subestaciones (transformador, interruptor, desconectador).
- Inspecciones técnicas en subestaciones de poder.
- Mantenimiento a cambiadores de derivaciones de bajos carga (CDBC)
- Entre otros.

- En Figura 1-5 se presenta paño de trabajo donde se realiza mantenimiento



Fuente: imagen proporcionada por empresa

Figura 1-5 paño de trabajo

1.2.10 Servicios destacados

- Medida de la respuesta de frecuencia a transformadores
- Ensayos HI-POT
- Termografía y análisis de temperatura.
- Medicion de la resistencia de malla de puesta a tierra y resistividad del terreno.
- Medicion de descarga parciales en transformadores y generadores.
- Tratamiento de aceite.
- Reparación de transformador.
- Ensayos a transformador.
- Ensayo a equipos de maniobras.

1.3 **PROBLEMÁTICA**

La red eléctrica cuenta con una gran variedad de empresas dueñas de subestaciones, líneas de transmisión y distribución, los equipos inmersos en el sistema de red eléctrica están en funcionamiento durante los 365 días del año y continua en crecimientos. Chilquinta solo en el año 2022 ha abierto 3 licitaciones para la construcción de nuevas subestaciones de poder y otras 9 para construcción de líneas de transmisión.

Comprender el crecimiento del país, tanto demográfica como económicamente es importante tenerlo en cuenta para relacionar la demanda eléctrica solicitada por civiles y empresas que están surgiendo, con esto las empresas transmisoras de alta y media tensión deben invertir sus flujos de dinero para cubrir las demandas de los futuros clientes. A esto también existe el compromiso por entregar un servicio de calidad sin fallas y estable. Para esto es que las empresas mandantes recurren a la licitación de contratos para el mantenimiento de sus activos.

El mantenimiento de los activos de subestaciones, con el cual actualmente la empresa INGESAT SpA se adjudicó. Dentro de las actividades a realizar están en realizar mantenimientos a equipos en patios energizados como interruptores de poder, desconectores equipos de medida y también se realizan mantenimientos a equipos en las salas de control en la cuales encontramos diferenciales, breakers, indicadores de medida, disyuntores entre otros. Por esta razón INGESAT Spa debe realizar procedimientos de trabajo y entregar instructivos a sus trabajadores referente a los trabajos a realizar. A consecuencia de esto ingesat no posee un instructivo para mantenimientos a breaker o celdas de las salas de control, lo cual ha llevado a que estos trabajos no se realicen de la manera adecuada al mandante.

A continuación, se presenta figura 1-6 equipo de muestra donde se observa el estado el breaker



Fuente: Imagen Propia

Figura 1-6 Equipo de muestra

1.4 **TIPOS DE MANTENIMIENTO**

1.4.1 **Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo es una estrategia de gestión que busca preservar la funcionalidad y confiabilidad de los activos, mediante la realización de actividades programadas de manera regular y planificada. Su objetivo principal es evitar o reducir el riesgo de fallas imprevistas, minimizar tiempos de inactividad y reducir costos.

1.4.2 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es un tipo de mantenimiento que requiere la intervención y reparaciones del activo, cuando produce una falla o avería, se realiza con el objetivo de restaurar el funcionamiento normal del equipo y minimizar el tiempo de inactividad

1.4.3 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo se basa en el monitoreo y análisis continuo del estado de los equipos, y maquinaria. A diferencia de los otros tipos de mantenimiento, e su finalidad es identificar señales tempranas del problema o desgastes de los activos, permitiendo programar intervenciones de mantenimiento de manera precisa y eficiente.

1.4.4 Mantenimiento proactivo

El mantenimiento proactivo es un tipo de estrategia del mantenimiento industrial que se enfoca en identificar y corregir la causa raíz del problema, antes que presenten averías o fallas en los equipos y maquinarias. Este mantenimiento busca anticipar los problemas y evitar que se produzcan.

Entre los diversos tipos de mantenimiento descritos, se ha elegido centrarse en el mantenimiento preventivo por varias razones:

Minimizar tiempos de inactividad: la inactividad de los equipos puede ser extremadamente perjudicial para una empresa, no solo en términos de pérdidas de producción, sino también potencialmente dañado la relación con los clientes debido a retrasos. El mantenimiento preventivo ayuda asegurarse de que los equipos estén operativos el mayor tiempo posible, minimizando así la inactividad.

Seguridad: los fallos en estos equipos eléctricos pueden ser peligroso, no solo para los equipos circundantes, sino también para el personal, Asegurarse de que todo esté funcionando correctamente y de manera segura es de suma importancia, el mantenimiento preventivo es clave para lograrlo

Prolongar su vida útil: el mantenimiento preventivo ayuda a prolongar la vida útil de un activo físico. al realizar inspecciones y ensayos eléctricos regulares, se puede asegurar que los

equipos estén operando en óptimas condiciones, lo que a su vez reduce la necesidad de reemplazar los equipos los equipos con frecuencia.

En resumen, se ha elegido centrarse en el mantenimiento preventivo porque se cree que es la estrategia más efectiva para garantizar la operación segura y eficiente de los equipos eléctricos, minimizar la inactividad, y prolongar la vida útil de los equipos.

CAPTULO 2: DESCRIPCION DE EQUIPO

2 DESCRIPCION DE EQUIPO

2.1 BREAKER O INTERRUPTOR

Un interruptor es un dispositivo eléctrico que permite controlar la corriente eléctrica, su funcionamiento principal es permitir o detener el flujo de corriente de manera manual o automática.

Estos dispositivos tienen diferentes tipos de formas y tamaños los cuales van dependiendo de la capacidad requerida.

Otra de las funciones que cumple un interruptor es la protección por una sobrecarga o cortocircuitos proporcionando una seguridad de los dispositivos y sistemas eléctricos.

Este tipo de breaker tiene más funciones que un común, estos constan con protección por sobrecarga, corriente instantánea, corriente de tierra y cortocircuito.



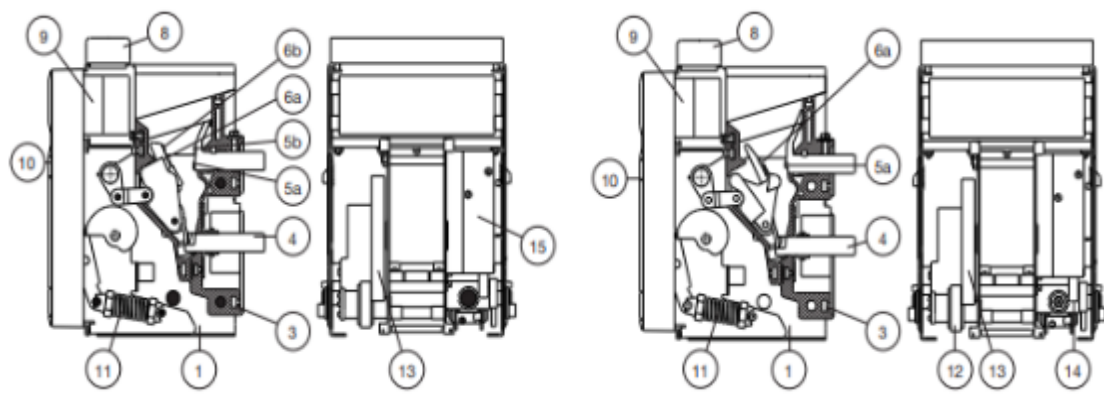
Fuente: Imagen propia

Figura 2-1 Tipo de Breaker

2.1.1 Componentes.

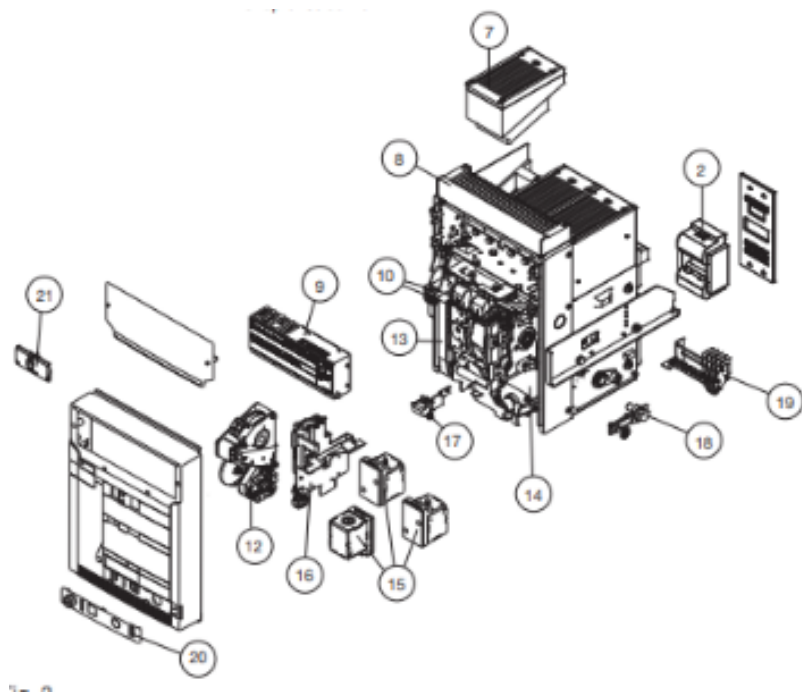
En figura 2-2 y 2-3 muestra la ubicación de los componentes que contiene un breaker.

- Estructura porta de chapa de acero (1)
- Sensor de corriente para relé de protección (2)
- Caja aislante soporté terminales (3)
- Terminales posteriores horizontales (4)
- Placa de contacto principal fijos (5a)
- Placa contacto rompe arcos (5b)
- Placa contacto principal móviles (6a)
- Placa contactos rompe arcos móviles (6b)
- Cámara de arco (7)
- Placa de bornes (8)
- Relé de protección (9)
- Mando de cierre y apertura del interruptor (10)
- Resorte de cierre (11)
- Motorreductor carga resorte (12)
- Palanca para la carga manual de los resortes de cierre (13)
- Dispositivo de extracción (14)
- Relés de servicios (de cierre, de apertura, de mínima tensión) (15)
- Soporte para relés (16)
- Cuenta maniobras (17)
- Puesta a tierra (18)
- Contactos auxiliares (19)
- Bloqueo a llave y candados en posición insertados- extraídos prueba. (20)
- Bloqueo a llave en posición de abierto. (21)



Fuente: Manual de ABB

Figura 2-2 Partes de interruptor n°1



Fuente: Manual de ABB

Figura 2-3 Partes de Interruptor n°2

2.1.2 Instrumentos.

2.1.2.1 Megger medidor de aislador.

El Megger, o megohmetro, es un equipo eléctrico, utilizado para medir resistencia de aislación en sistemas eléctricos. En cual se aplica una tensión continua de alto voltaje entre conductores y el aislamiento para identificar posibles problemas o debilidades en el aislamiento.

Como se Aprecia en la figura 2-4 megger S1-1068



Fuente: imagen propia

Figura 2-4 Megger S1-1068

2.1.2.2 Megger DLRO

EL DLRO es un tipo de megger específico como se muestra en la figura 2-5, que se utiliza para medir baja resistencia en sistemas eléctricos. A diferencia de un Megger normal, este es diseñado para medir resistencia en un rango de mili ohmios a ohmios.

Este instrumento se utiliza una corriente alta y una baja tensión, para así obtener mediciones más precisas de resistencia en conductores.

En la figura 2-5 se representa el equipo DLRO



Fuente: Imagen propia

Figura 2-5 Equipo DLRO

2.1.2.3 Egil

Este instrumento egil (Electronic time Overcurrent Relay Test Set), es un dispositivo que realiza prueba en relés electrónicos de protección de corriente. Estos son fundamentales para detectar y proteger contra condiciones de sobrecorriente que pueden dañar el activo físico, o generar situaciones peligrosas sistemas eléctricos.

La función en estos casos es activar unas bobinas que realizan la apertura y cierre del interruptor, con la finalidad de ver los tiempos que se demora en abrir o cerrar equipo, y verificar que cada fase está acorde al tiempo, y no se encuentren un desfase muy alto.

En la figura 2-6 se muestra el egil utilizado



Fuente: imagen propia

Figura 2-6 Equipo Egil

2.1.2.4 Multitester

Un multitester o también conocido como multímetro, es una herramienta eléctrica que es utilizada para realizar mediciones de diferentes magnitudes, tales como Mediciones de Voltaje AC y DC, Amper, frecuencia, resistencia y temperatura.

En la figura 2-7 se muestra un multitester versión amperímetro de tenaza



Fuente: Imagen propia

Figura 2-7 amperímetro de tenazas

2.1.2.5 TS3 ABB SACE

Es un equipo para realiza pruebas, configuración monitores de relés de protección electrónicos, estos permiten conexión y comunicación con los relés mediante puertos de USB, Ethernet.

Este equipo realiza un monitoreo en tiempo real de estado de los relés de protección visualizando valores de tensión, corriente, estados de disparos.

En la figura 2-8 se presenta equipo TS3



Fuente: <https://protecequip.com/products/abb-ts3-trip-unit-test-set>

Figura 2-8 Equipo TS3

- Forma de Uso.

Conectar el SACE TS3 al interruptor automático usando cables provistos.

Seleccionar tipo de prueba (Módulos de protección)

Establecer parámetros de prueba (Guiarse por punto 2.2.6)

Iniciar pruebas y monitoreo.

El equipo SACE TS3 Mostrara resultados obtenidos.

2.1.2.6 INGVAR.

Es un dispositivo avanzado para realizar ensayos de inyección primaria en equipos de relés de protección e interruptores. Ofrece hasta 5000 A de salida y está diseñado para ser portátil y eficiente.

En figura 2-9 se presenta equipo INGVAR



Fuente: https://embed.widencdn.net/pdf/plus/megger/zqemlfjnjsk/INGVAR_DS_eses.pdf

Figura 2-9 Equipo INGVAR.

Asegurar que las unidades de control y corriente estén apagadas.

Conecte la entrada de suministro al conector CEE de 3 pines (16 A)

Utilizar perilla para regular corriente y establecer valores deseado.

Utilizar conector múltiple para interconectar las unidades de control y de corriente.

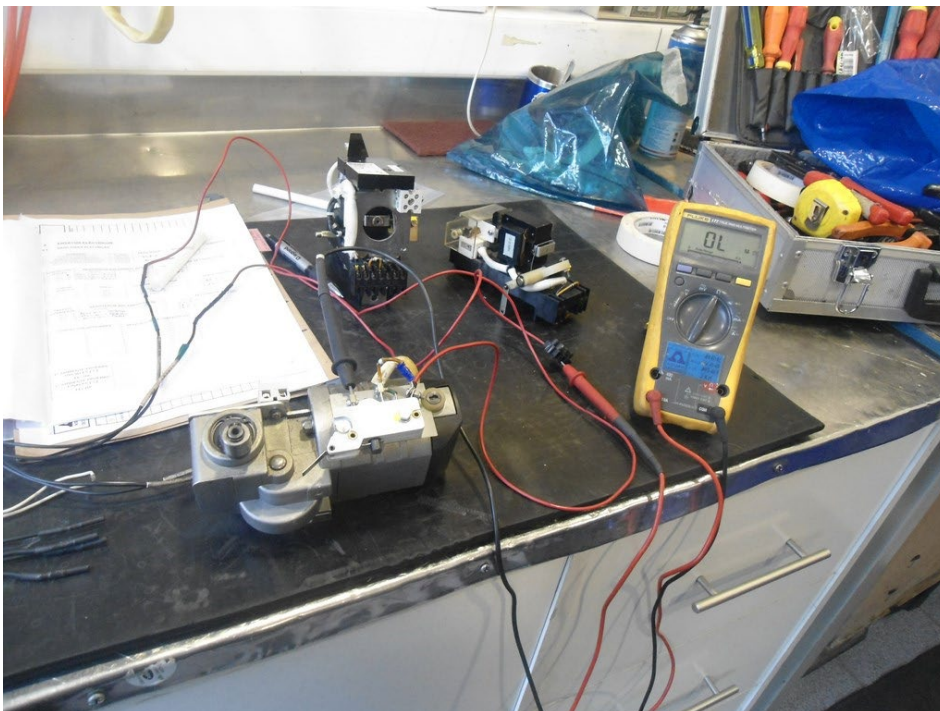
2.2 TIPOS DE PRUEBAS Y ENSAYOS

- Resistencia Óhmica
- Resistencia de aislación
- Resistencia de contacto
- Prueba de simultaneidad y tiempo de operación
- Pruebas de inyección de corriente
- Pruebas de módulo de protección.

2.2.1 Resistencia Óhmica

La resistencia óhmica, también conocida como resistencias puras, son elementos eléctricos pasivos al flujo de corriente eléctrica en un circuito. La resistencia eléctrica se mide en ohmios y representa la relación entre el voltaje y la corriente que fluye a través de ella según la ley de ohm.

En la figura 2-10 se presenta prueba de medición óhmica en el motor de recargar.



Fuente: imagen Propia.

Figura 2-10 Prueba de resistencia Óhmicas

Como se representa en la tabla 2-1 son los equipos y puntos de medición óhmicas.

Tabla 2-1 Equipo a medir

Equipos para medir	Puntos de medición			
Motor de recarga VC				
Transformadores	A-B		C-D	
Bobinas YU-YO-YC	A-B	C-D	D-E	C-E

Fuente: Elaboración Propia

2.2.2 Resistencia de aislación

La resistencia de aislación es un ensayo que se realiza en los sistemas eléctricos para verificar la integridad del aislamiento de los equipos y circuitos.

El ensayo consta de aplica una tensión continua del voltaje (normalmente entre 500 a 1000 V) entre las partes conductoras y el aislamiento del breaker, la finalidad es verificar que este dentro de los limites aceptables. Este rige por la normativa IEC

Este valor se mide en ohmios y se utiliza como indicador de la calidad del aislamiento.

En la figura 2-10 se aprecia los puntos donde se realiza la conexión para realizar la medición de aislación. se unen contacto principal L1 y contacto secundario L1a mediante alambre de cobre, mientras L2-L2a- L3-L3a quedan unidos con tierra.

En figura 2-11 se presenta prueba resistencia de aislación.



Fuente: Imagen Propia

Figura 2-11 Prueba Resistencia de aislación.

En tabla 2-2 se muestra listado de equipos a medir y datos obtenidos en los diferentes componentes.

Tabla 2-2: Listado de equipos a medir

Puntos de conexión	Unidad	Mediciones
L1-L1a/L2-L3 a tierra	TΩ	<1.5
L2-L2a/L1-L3 a tierra	TΩ	<1.5
L3-L3a/ L1-L2 a tierra	TΩ	<1.5
YC	GΩ	<750
YO	GΩ	<750
Motor de recarga	GΩ	<750

Fuente: Elaboración Propia

2.2.3 Resistencia de contacto

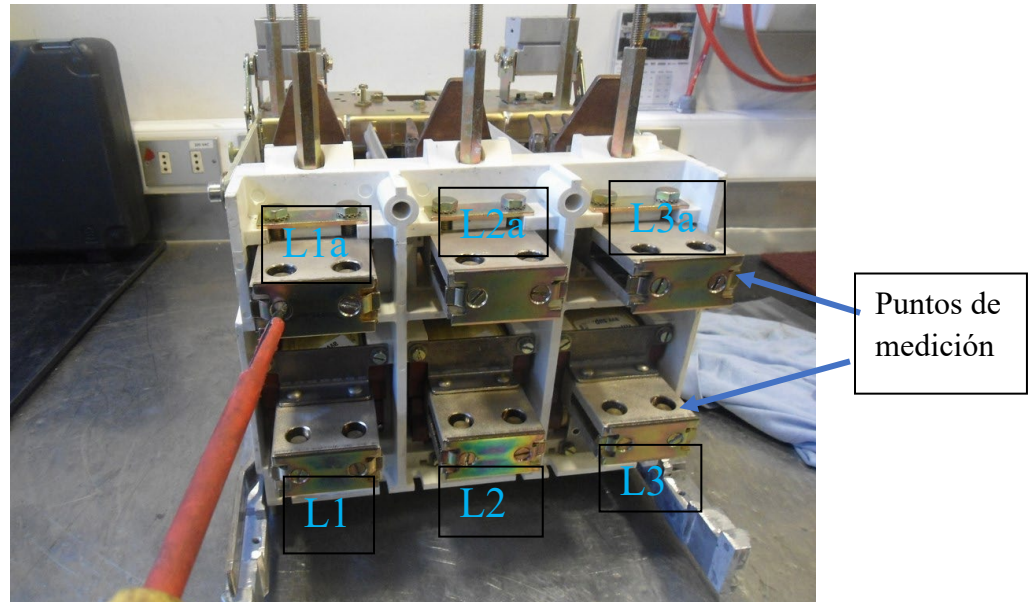
La resistencia de contacto se refiere a la oposición que presenta un punto de contacto eléctrico al flujo de corriente eléctrica.

Esta prueba se mide en ohmios y se puede evaluar utilizando técnicas y equipos específicos, en este caso MEGGER DLRO,

La resistencia de contacto puede estar influenciada por diversos factores, como la rugosidad de las superficies de contacto, la limpieza de las superficies, la presencia de óxidos u otros contaminantes, cada uno de estos puede afectar la calidad de la conexión eléctrica y generar una resistencia adicional.

Este tipo de prueba se realiza según norma IEC 60694 Art 7.3, el cual no debe superar un valor de 20% a los valores del fabricante.

Como se aprecia en la figura 2-12 contactos principales y secundarios, puntos donde se realiza las mediciones.



Fuente: imagen propia

Figura 2-12 Contactos principales y secundarios.

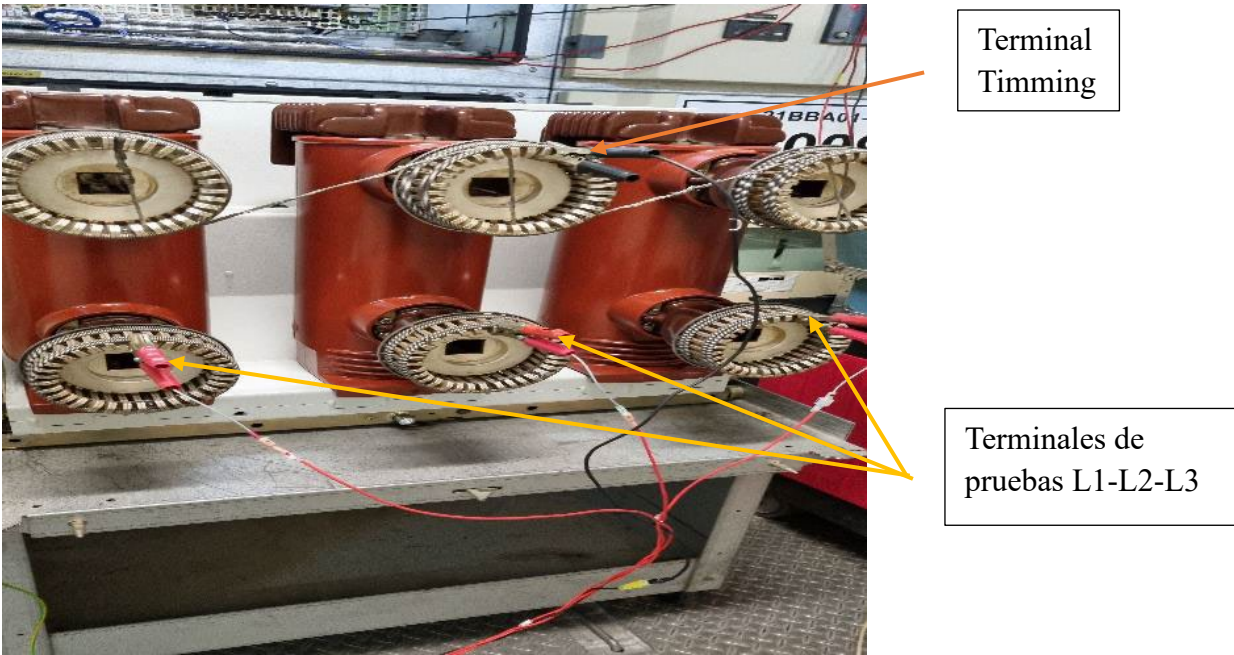
2.2.4 Pruebas simultaneidad y tiempo de operación

Las pruebas de tiempo de operación se realizan para evaluar y verificar el tiempo de respuesta de un dispositivo de protección y control, tales como relés e interruptores.

Para realizar prueba de simultaneidad y tiempo de operación se realiza con equipo Egil, el cual consta de 4 terminales: 3 para contactos principales y un terminal timing para contactos secundarios (estos deben ser unidos)

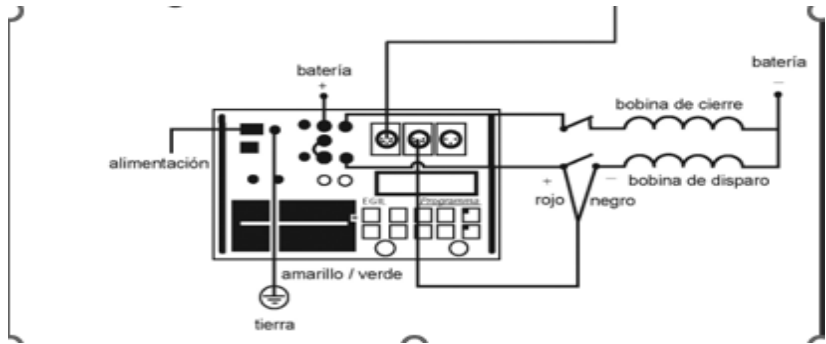
se debe conectar terminales de prueba L1-L2-L3 en contactos principales en cada fase del interruptor, unir los contactos secundarios Mediante alambre de cobre y conectar terminal timing.

Como se observa en figura 2-13 y -2-14 se aprecia como realizar conexión en contactos



Fuente: imagen propia

Figura 2-13 Conexión de terminales



Fuente: imagen proporcionada por empresa

Figura 2-14 Conexión de equipo Egil

En tabla 2-3 se presenta tiempos de operación, y secuencia al realizar pruebas.

Tabla 2-3 Tiempo de operaciones

Función	Unidad de Medida	Tiempos		
		L1	L2	L3
Apertura	Ms	50	48	49
Discrepancia	Ms	2		
Cierre-Apertura	Ms	60	61	60
Discrepancia	Ms	1		
Apertura- Cierre- Apertura	Ms	60	62	61
Discrepancia	Ms	2		

Fuente: Elaboración propia

2.2.5 Pruebas de inyección de corriente

Las pruebas de inyección de corriente son un tipo ensayo eléctrico utilizada para comprobar la integridad y el rendimiento de los sistemas de protección y control en los equipos eléctricos.

Existen varios tipos de pruebas de inyección, tales como pruebas de inyección primaria el cual se inyecta una corriente de alta intensidad directamente en el sistema de protección.

Pruebas de inyección secundarias, se inyecta una corriente de baja intensidad, en transformadores de corriente o transformadores de potencial, se utiliza para evaluar y calibrar estos equipos.

Por ultimo las pruebas de inyección de corriente diferencial, se utiliza para verificar el correcto funcionamiento de los relés de protección diferencial, en esta prueba se aplica corriente en iguales y opuestos en los devanados primarios y secundarios del transformador.

2.2.5.1 Pruebas de inyección primaria

- Desconectar cualquier equipo o carga conectada al sistema para evitar daños.
- Conectar el equipo de inyección de corriente al punto de entrada del sistema o dispositivo que estas probando

- Conectar cables de salida del equipo de inyección directamente a los terminales de entrada del sistema o dispositivos.
- Monitorear y registrar comportamiento del equipo.

En figura 2-15 se presenta prueba inyección de corriente en cada fase



Fuente: imagen propia

Figura 2-15 Prueba de inyección de corriente

Como realizar prueba:

Conectar unidades de control y unidad de corriente del equipo INGVAR.

Conectar barras de corriente del sistema INGVAR a los terminales del breaker. En entrada y salida, esta prueba se realizar por líneas.

Verificar que la conexión esté firmes y seguras.

Ajustar el tiempo de inyección según valores de módulos.

Observar la operación de breaker, debe abrirse el equipo cuando la corriente alcance su valor o tiempo solicitado.

Se recomienda no exceder limites del breaker.

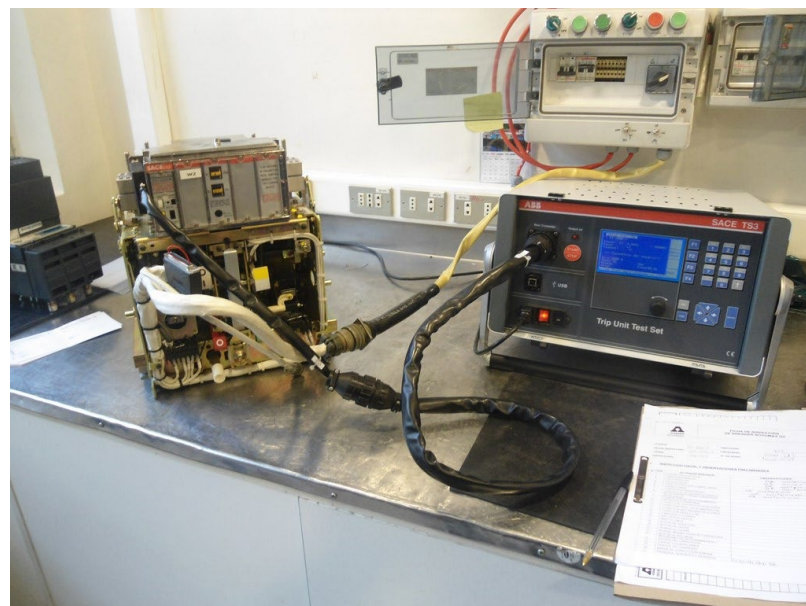
2.2.6 Pruebas de módulo de protección.

Las pruebas de módulos de protección son esenciales para confirmar la eficiencia y fiabilidad de los dispositivos de protección en sistemas eléctricos. Al inyectar una corriente determinada, esta prueba emula situaciones de fallos y verifica que los rele y otros dispositivos de protección actúen adecuadamente.

2.2.6.1 Paso para seguir.

- Identificar el módulo de protección específico a probar.
- Se aísla el relé o dispositivo de protección del sistema eléctrico para garantizar la seguridad durante la prueba.
- Configurar equipo de prueba conforme a las especificaciones del módulo de protección.
- Seleccionar la corriente a inyectar, y duración.
- La inyección de corriente específica al módulo de protección. La magnitud duración y forma de onda de esta corriente dependerá del tipo de prueba y del tipo de dispositivo en cuestión.
- Monitorear las respuestas del rele, verificar que sean acordes a las curvas dadas por fabricante.

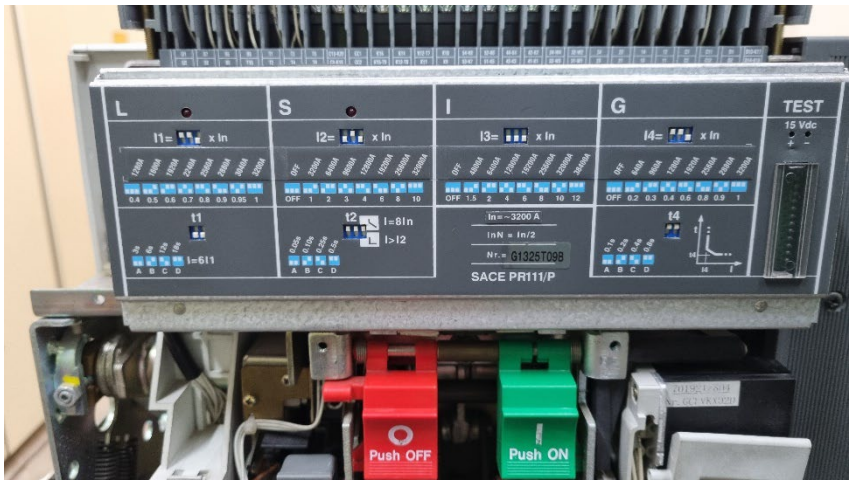
En figura 2-16 prueba en módulos de protección, con equipo TS3



Fuente: Imagen propia

Figura 2-16 Prueba en módulo de protección con equipo TS3

En figura 2-17 se presenta módulo de protección



Fuente: imagen propia

Figura 2-17 Modulo de protección

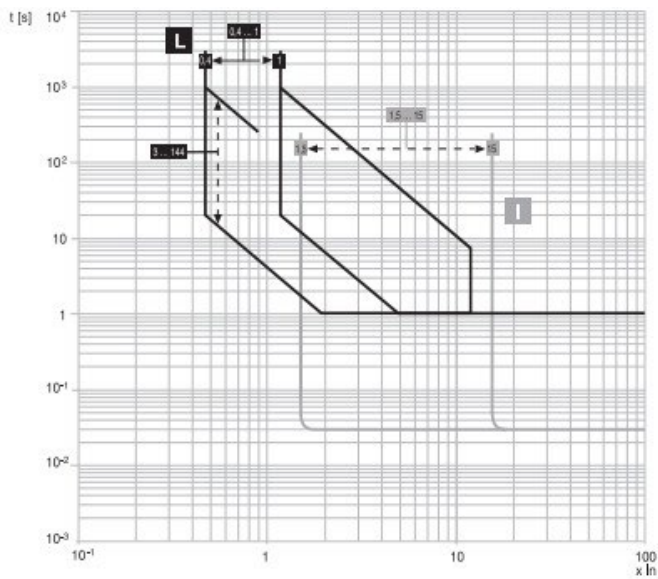
2.2.6.2 Módulo de Sobrecarga (L):

EL módulo de sobrecarga de tiempo largo dependiente es un componente esencial en el sistema de protección de interruptores. Este módulo tiene la funcionalidad de monitorear y proteger el equipo contra corrientes de sobrecarga que puedan persistir durante un periodo de tiempo prolongado

Curva L:

La curva L muestra la relación entre el nivel de sobre carga y el tiempo que tarda el módulo en actuar antes dicho nivel. Esto permite tener una referencia de cómo se espera que el módulo responda ante diferentes niveles de sobrecarga.

en figura 2-18 se aprecia la curva de sobrecarga



Fuente: Manual ABB

Figura 2-18 Curva sobrecarga

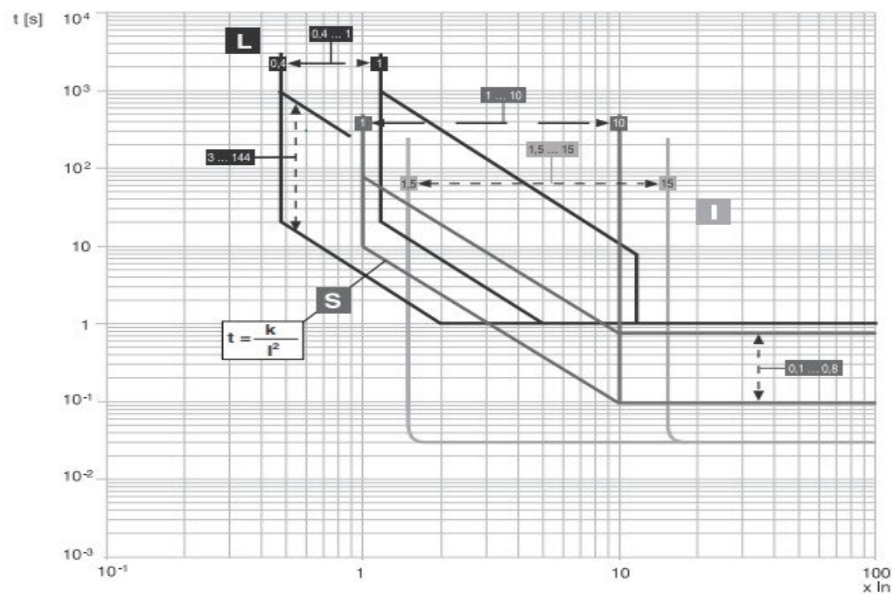
2.2.6.3 Módulo de Cortocircuito (S):

El propósito de este módulo es vigilar y salvaguardar el equipo de corriente de cortocircuito. Estas corrientes surgen al haber un contacto directo entre 2 puntos con diferentes potenciales eléctricos.

Curva:

Las curva S representa la relación entre la magnitud de la corriente de cortocircuito y el tiempo requerido por el módulo para actuar. Esta curva es esencial para determinar el rendimiento del módulo antes distintas situaciones de cortocircuito

en figura 2-19 se aprecia la curva de cortocircuito



Fuente: Manual ABB

Figura 2-19 Curva Corto Circuito

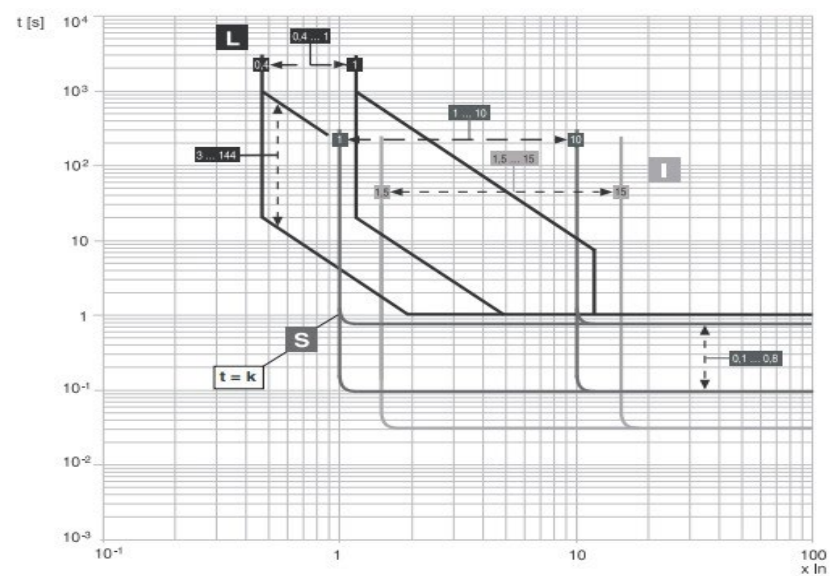
2.2.6.4 Módulo de corriente instantánea (I):

Este módulo de cortocircuito instantáneo tiene objetivo de identificar corrientes sumamente altas que aparecen en el instante de un corto circuito.

Curva:

La curva I proporciona un esquema de como el módulo reacciona antes diversos niveles de corriente instantáneas. Esta curva determina para evaluar la eficiencia del módulo en escenarios críticos.

en figura 2-20 se aprecia la curva corriente instantánea



Fuente: Manual ABB

Figura 2-20 Curva Corriente instantanea

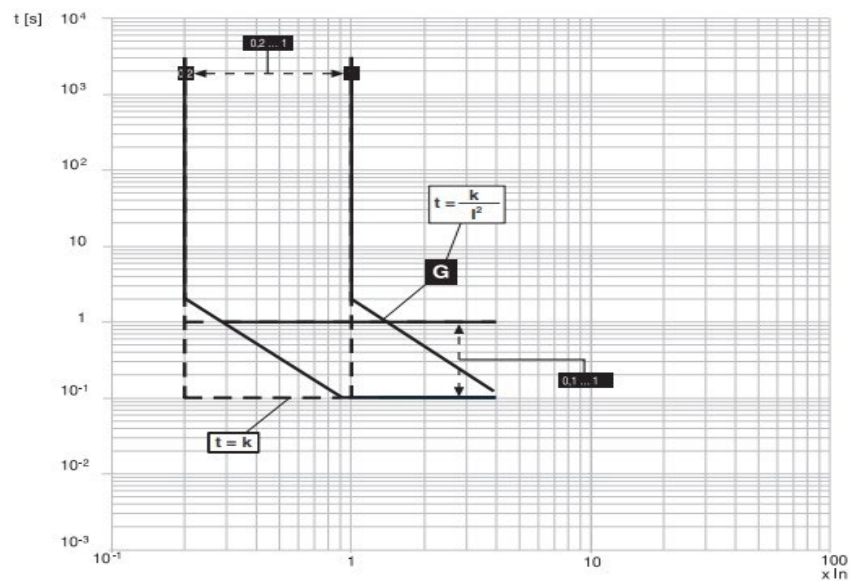
2.2.6.5 Módulo de Tierra: G

El modulo G tiene la misión de identificar corrientes que escapan a tierra. Si detecta una corriente desplazándose hacia tierra a niveles no habituales, entra en acción.

Curva:

Esta curva muestra como el modulo responde antes diferentes magnitudes de corrientes de fugas a tierra, proporciona una visión clara de su desempeño.

en figura 2-21 se aprecia la curva en modulo de tierra.



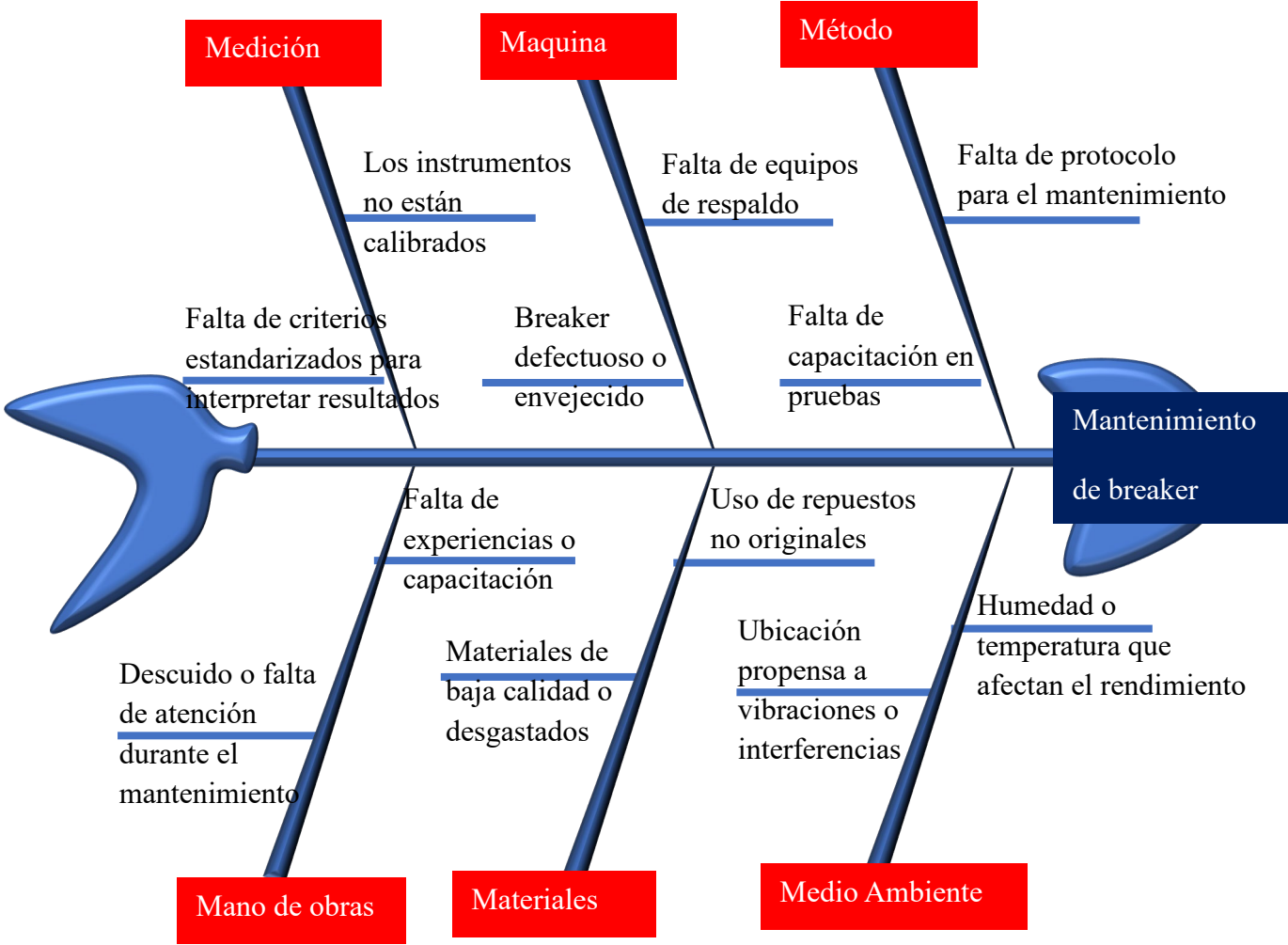
Fuente: Manual ABB

Figura 2-21 Curva Modulo G

2.3 **ISHIKAWA**

El diagrama Ishikawa, también conocida como diagrama de espina de pescado, es una herramienta graficas utilizadas para identificar y representar las posibles causas de un problema específico. Diseñado por Kaoru Oshikawa, este diagrama facilita el análisis de causa y efecto permitiendo los equipos concentrarse en las raíces de los problemas en lugares en los síntomas

2.3.1 **Diagrama de Ishikawa**



En tabla 2-4 se presenta las conclusiones y análisis de ishikawa

Tabla 2-4 Conclusión y análisis de Ishikawa

Problemática	Conclusión
Desgaste de materiales	Las selección, almacenamiento y uso inadecuado de materiales llevan un desgaste prematuro, lo cual aumenta los costos y reduce la eficiencia del proceso
Personal no capacitado	La falta de capacitación adecuada puede conducir a errores operativos, lo que afecta la calidad y eficiencia, es vital invetir en formación y recertificación periódica del personal
Falta de criterios para interpretar resultados	Sin criterios claros y estandarizados, las interpretaciones pueden variar y dar lugar a decisiones erróneas, es necesario establecer benchmarks y capacitar al personal en su correcta interpretación.
No tener procedimiento o instructivo	La ausencia de procedimientos claros puede llevar a inconsistencia y errores en las operaciones. Se requiere documentar, revisar y actualizar regularmente los procedimientos e instructivos.

Fuente: elaboración propia

CAPITULO 3: PROPUESTA DE INSTRUCTIVO

3 INSTRUCTIVO

3.1 Tipos de herramientas, instrumentos e insumos.

3.1.1 Listado de herramientas.

- Juego llave punta corona
- Juego de dados.
- Juego de destornilladores.
- Juego de alicates
- Juego de llave allen

3.1.2 Listado de instrumentos

- Analizador de interruptores (Egil)
- Medidor de aislamiento (Megger S1-1068)
- Medidor de baja resistencia de contacto (Megger DLRO)
- Medidor de módulos (ABB TS3)

3.1.3 Listado de insumos

- Alcohol isopropílico
- W40
- Paños de limpieza
- Grasa grafitada (SRI Grease NLGI 2)
- Grasa para contactos (Pennetrox)
- Grasa de mecanismo (Ep2)
- Brochas
- Guantes de nitrilos
- Lápiz goma
- scotch brithe

3.2 **INICIO DE ACTIVIDAD**

3.2.1 **Retiro de breaker o interruptor.**

Bloqueo de energía

Verificar breaker sin poder de tierra.

Verificar que no se encuentre con energía en circuito.

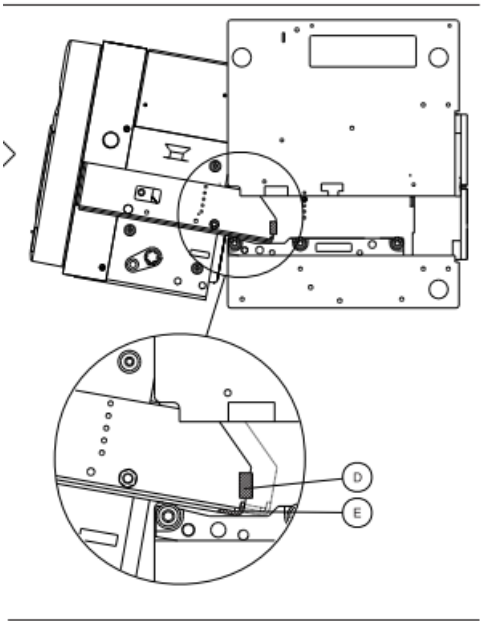


Fuente: imagen propia

Figura 3-1 Bloqueo de interruptor

Utilizar porta breaker para traslado o levantar entre 2 personas.

En figura 3-2 se presenta como realizar retiro de breaker celda



Fuente: Manual ABB

Figura 3-2 Movimiento para retiro de breaker

3.2.2 inspección Visual.

verificar contorno del equipo.

En la figura 3.2 se representa parte desprendidas del breaker al realizar retiro.



Fuente: imagen propia

Figura 3-3 parte desprendida del breaker.

3.2.3 Realizar pruebas de apertura- cierre forma manual.

Utilizar palanca mecánica un total de 7 veces (esto genera una vuelta completa activando Switch de motor).

Presionar botón I para realizar cierre de breaker.

Seguidamente O para realiza apertura.

Como se aprecia en figura 3.3 breaker se indica palanca mecánica.



Palanca mecánica

Fuente: imagen propia

Figura 3-4 Breaker indicando palanca mecánica.

3.2.4 Traslado de equipo a taller o en terreno.

Se debe utilizar porta interruptores correspondiente.

Tener precaución de golpes en momento de traslado en auto.

3.2.5 Efectuar pruebas de resistencia de contacto iniciales.

Utilizar megger DLRO en modo automático o inductivo.

Como se aprecia en figura 3-4 en modo de medición.

Guiarse por punto 2.2.3 Prueba de resistencia de contacto



Fuente: imagen propia

Figura 3-5 Modo de medición

Realizar medición en polos del breaker, comprobar que breaker este en modo cerrado.

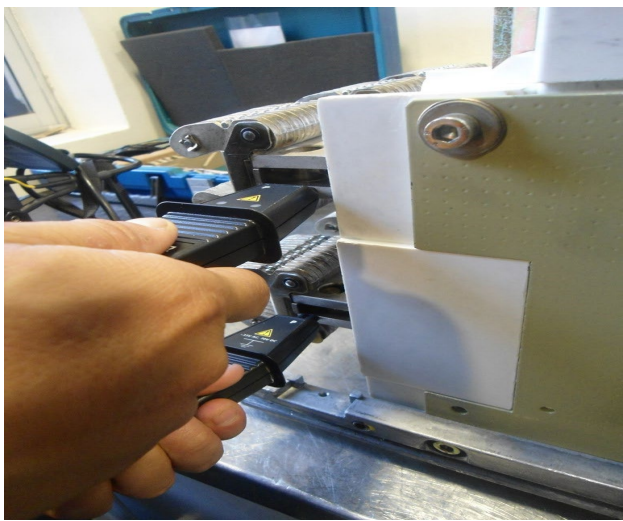
Puntos de medición.

Como se re representa en figura 3-5 medición con equipo DLRO

- L1-L1a
- L2-L2a
- L3-L3a

Estos Valores deben ser en unidad MicroOhmios ($\mu\Omega$), además deben tener valor inferior a $40 \mu\Omega$ y no deben superar el 20% de valoro dado por fabricante.

Recordar que no se realiza limpieza en contactos en mediciones iniciales.



Fuente: imagen Propia

Figura 3-6 Medición con equipo DLRO

3.2.6 Efectuar medición de resistencia de aislación

Utilizar equipo Megger

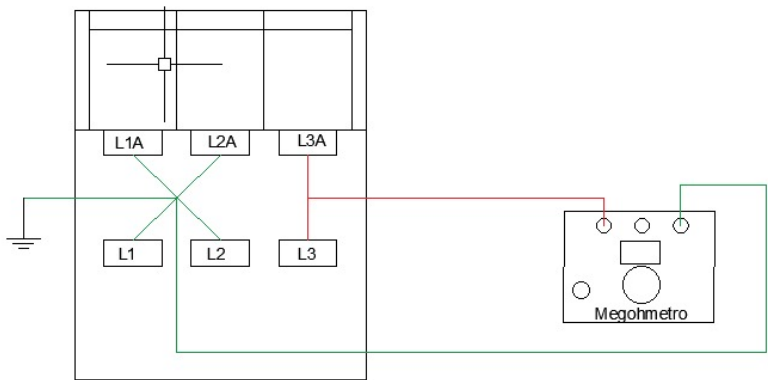
Guiarse por punto 2.2.2 resistencia de aislación

Esta se realiza por línea respecto a masa o tierra.

L1 / L2-L3 a tierra

L2 / L1-L3 a tierra

L3 / L1-L2 a tierra



Fuente: imagen propia

Figura 3-7 conexión L3-L3a / L1-L2 a tierra

Se efectúa una resistencia de aislación total.

L1-L2-L3 / Tierra

Valor obtenido debe ser similar entre línea.

En caso de tener variaciones muy amplias tener como observación.

3.2.7 Ingresar breaker a zócalo.

Usar porta- interruptor o entre 2 personas realizar montaje de breaker en interior de zócalo correspondiente.

En caso de que el breaker no corresponda a ninguno de los 2 zócalos, se realiza pruebas en mesón.

En figura 3-8 se presenta el zocalo que tiene el taller.



Fuente: imagen propia

Figura 3-8 Zocalos

3.2.8 Efectuar prueba de inyección de corriente.

Verificar equipo en modo cerrado.

Realizar conexiónado.

Si calzo de los zócalos, no sirve se requiere utilizar cables 4/0 o 2/0 dependiendo el tipo de breaker y mantener distancia mínima de un metro al iniciar la prueba.

Guiarse por punto 2.2.5 para realizar pruebas de inyección de corriente.

3.2.9 Retiro de zócalo y realizar desmonte de elementos.

Verificar equipo des- energizado para realizar retiro.

Utilizar porta-interruptor o realizar maniobra entre 2 personas.

Realizar retiro de los siguientes componentes.

- Tapa principal
- Cubre llamas
- Mordazas traseras

En figura 3-8 cubre llamas se representa el daño generado por los arcos eléctricos.



Fuente: Imagen propia

Figura 3-9 Cubres llamas

3.2.10 Realizar pruebas de tiempo de apertura y cierre

Usar equipo Egil.

Realizar conexión especificada en punto 2.2.4

Realizar secuencia:

- Cierre de forma manual.
- Apertura.
- Cierre- apertura.
- Apertura-cierre- apertura.

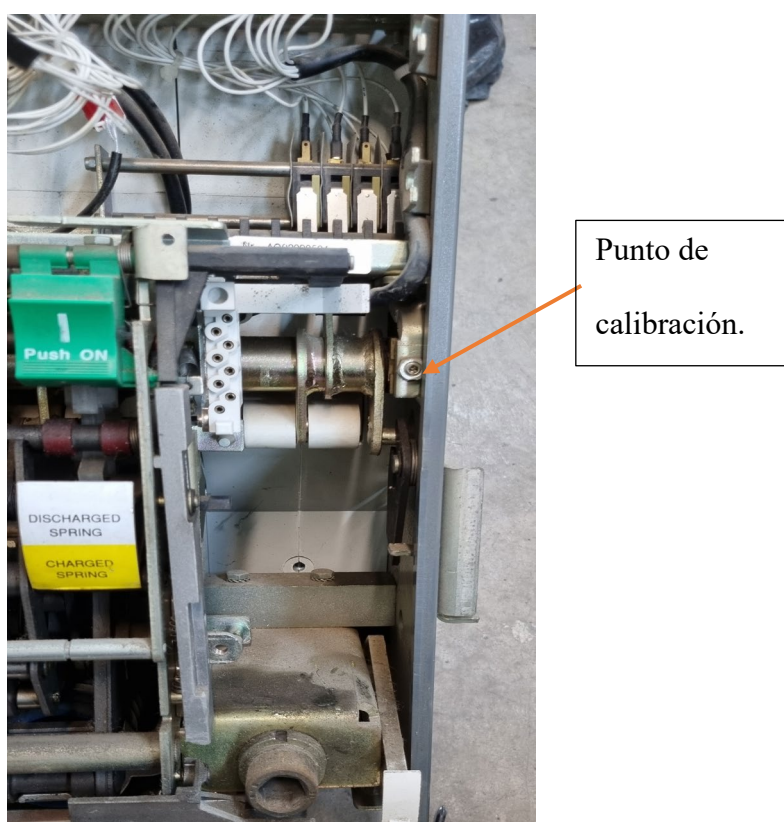
3.2.11 Realizar mediciones de GAP en contactos de sacrificio.

- Herramienta por utilizar feeler sistema métrico o pulgada.
- Realizar medición de espesor de contactos de sacrificio con breaker cerrado pasando feeler entre la separación que se encuentra entre los contactos de sacrificio.
- Margen de espesor tiene rango de rango 1.0mm a 1.5 mm (margen varía dependiendo el tipo de breaker).

En caso de superar o ser inferior que rango proporcionado ajustarlo. En eje principal de parte mecánica.

En figura 3-9 calibración de eje principal se indicará puntos para realizar calibración.

Se encuentra parte superior de bobinas de apertura-cierre



Fuente: imagen propia

Figura 3-10 Calibración de eje principal

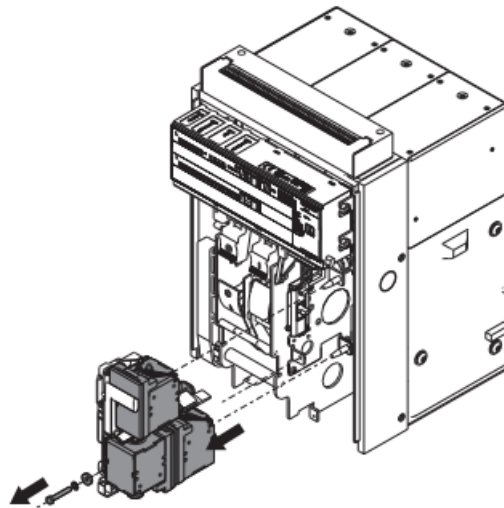
3.2.12 Efectuar desmonte de componentes:

Listado de componentes.

- Cableado principal.
- Bobinas de mínima tensión.
- Bobina de apertura y cierre.
- Motor de recarga.

- Contactos principales.
- Transformadores de corriente.
- Barra de conducción de masa.

En figura 3-11 se presenta retiro de bobinas



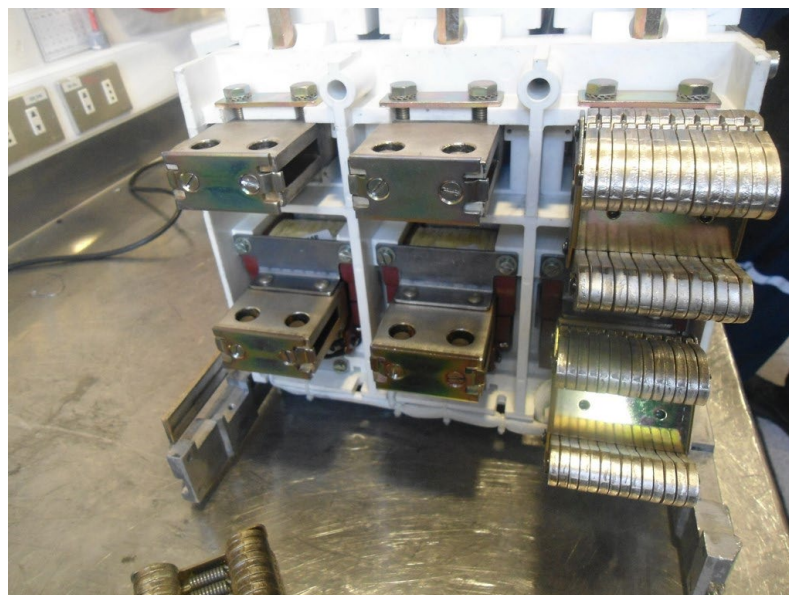
Fuente: manual ABB

Figura 3-11 Retiro de bobinas

3.2.13 Realizar limpieza de contactos principales.

Evitar limpiar con elementos abrasivos, estos contactos son bañados en plata.

En figura 3-12 se presenta donde se realiza la limpieza de contacto.



Fuente: imagen proporcionada por empresa.

Figura 3-12 limpieza de contacto.

Limpiar contactos de sacrificio con scotchf brithe levemente, lápiz goma, diluyente (alcohol isopropílico) paños guapes.

Se recomienda utilizar soplador al terminar limpieza. Se debe a que pueden quedar residuos.

En figura 3-13 contactos de sacrificio, se aprecia el daño realizado por arcos eléctricos.

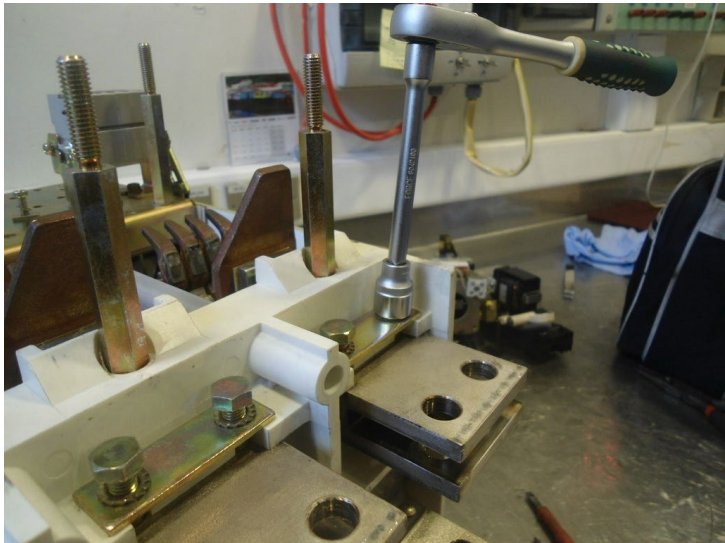


Fuente: imagen propia

Figura 3-13 contactos de sacrificio.

3.2.14 Desmante y limpieza de contactos auxiliares.

En figura 3-14 se aprecia como realizar el desmante de contactos. para realizar limpieza interna



Fuente: imagen propia.

Figura 3-14 desmante de contactos.

3.2.15 Desarme de motor de recarga.

- Inspección visual.
 - Verificar estados de carbones.
 - Realizar limpieza de estator y rotor
 - Desarmar parte reductora de motor y realizar limpieza de componentes.
 - Retirar toda la grasa.
 - Limpieza debe ser realizada con dielectric y alcohol isopropílico.
 - Dejar en horno durante toda la noche a temperatura a de 50° C.
 - Una vez seco y frio, proceder al armado de motor de recarga
 - Engrasar parte de engranajes con grasa recomendada el proveedor (en este caso M2)
- Verificar estado Switch.

En figura 3-15 se aprecia el desarme de motor y parte reductora.



Fuente: imagen propia

Figura 3-15 desarme de motor y parte reductora

3.2.16 Efectuar medición de aislamiento a motor y resistencia.

Tabla 3-1 Medición de resistencia de motor

Equipo	Resistencia Óhmica	Resistencia Aislación
Motor	104 a 110 Ω	8.9 G Ω

Fuente: Elaboración propia

3.2.17 Limpiar de bobinas y transformador.

- Bobina de mínima tensión
- Bobinas de apertura
- Bobina de cierre
- Transformadores de corrientes 3 unidades



• Fuente: imagen propia

• Figura 3-16 Transformador de línea



Fuente: imagen propia.

Figura 3-17 Bobinas YU y YC

3.2.18 Realizar medición de aislación y de resistencia.

En listado de componentes.

Tabla 3-2 mediciones resistencia Óhmica y resistencia de aislación

Componente	Resistencia Óhmica				Resist. aislación
Bobinas YO	A-B	C-D	D-E	C-E	<750 Ω
	17-20 Ω	11-13 k Ω	11-13 k Ω	220-240 Ω	
Bobina YC	A-B	C-D	D-E	C-E	<750 Ω
	17-20 Ω	11-13 k Ω	11-13 k Ω	220-240 Ω	
Bobina YU	A-B	C-D	D-E	C-E	<750 Ω
	17-20 Ω	11-13 k Ω	11-13 k Ω	220-240 Ω	
Transformador línea 1	A-B		C-D		N/A
	1.5 Ω		38 Ω		
Transformador línea 2	A-B		C-D		N/A
	1.5 Ω		38 Ω		
Transformador línea 3	A-B		C-D		N/A
	1.5 Ω		38 Ω		

Fuente: Elaboración propia.

3.2.19 Limpiar chasis de breaker

- Uso de solvente Dielectric y alcohol isopropílico.
- Remover Grasas en accionamiento mecánico



Fuente: imagen propia.

Figura 3-18 Chasis de breaker desarmado.

3.2.20 Efectuar inspección y pruebas de módulo de protección

Ejecutar pruebas de disparos en tarjetas L-S-I-G. ver puntos 2.2.6

Verificar con curvas de módulos, tiempo de corte.

En figura 3-19 se presenta prueba de protecciones.



Fuente: Imagen propia.

Figura 3-19 prueba de protecciones

3.2.21 Inspección de módulos de baterías

- Retiro de baterías
- Chequear batería.
- Realizar medición en baterías.

3.2.22 Armado de breaker

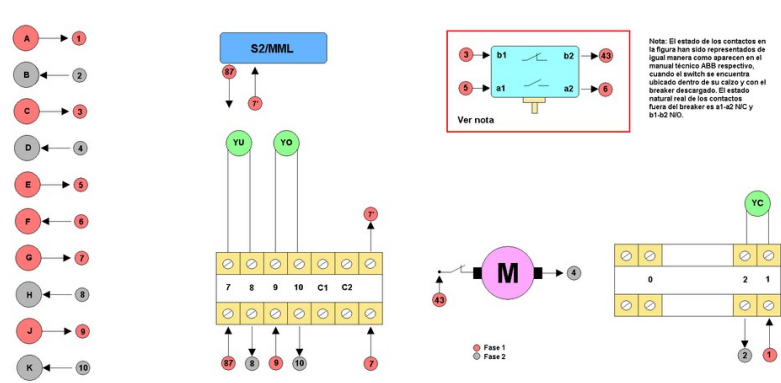
- Comenzar con instalar cableado principal.
- Instalación de bobinas (bobinas de apertura – cierre)
- Seguidamente motor de recarga.
- Montar contactos principales y transformador de corrientes.
- Reapriete de tornillos y terminales.

3.2.23 Realizar conexión de cableado.

- Módulo de protección
- Motor de recarga.
- Verificar conexión de componente.

En figura 3-20 se presenta donde se realiza elconexionado

Conexion general de control Breakers G3/MM2



Fuente: imagen proporcionada por empresa.

Figura 3-20 conexionado

3.2.24 Efectuar pruebas de apertura- cierre de forma manual

- Mediante palanca mecánica, debe ser accionada 7 veces (esto sería una vuelta completa para realizar accionamiento), con el fin de recargar motor.
- Se realizar 2 veces la misma secuencia.

Realizar inspección en contactos de sacrificio y realizar medición con feeler.

3.2.25 Realizar pruebas de inyección de corriente

- Mantener distancia prudente para realizar esta prueba.
- Dejar delimitada el área.

3.2.26 Ejecutar ensayos finales.

- Resistencia de aislación. Ver puntos 2.2.2

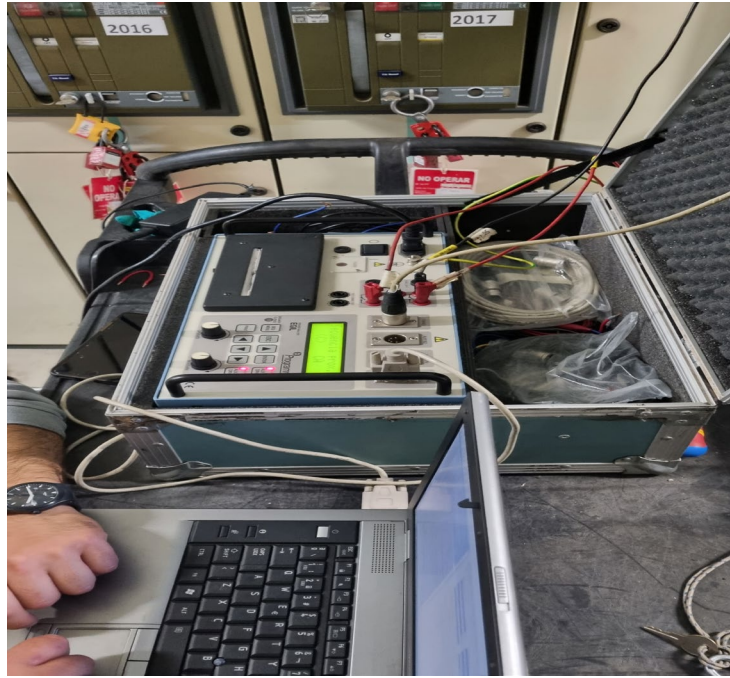
Valores obtenidos deben ser superior a los iniciales.

- Resistencia de contactos. guiarse con punto 2.2.3

Valores Obtenidos deben ser inferior a medidas iniciales.

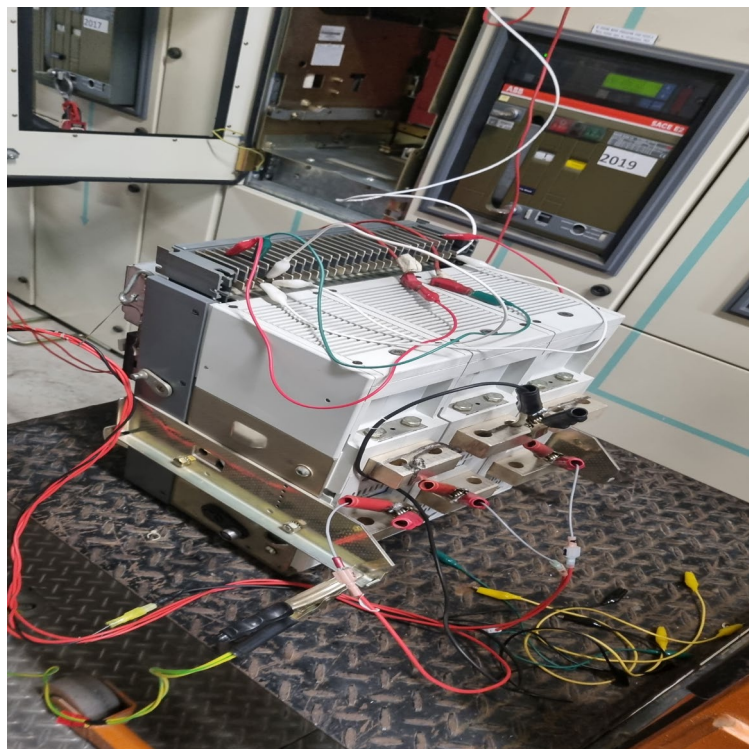
- Pruebas de Apertura- Cierre forma automática. Ir a punto 2.2.4

Valores Obtenidos deben ser inferior o igual a los datos entregados en pruebas iniciales



Fuente: imagen propia

Figura 3-21 Prueba de simultaneidad finales



Fuente: imagen propia

Figura 3-22 Pruebas finales de breaker

3.2.27 Montaje de breaker en celda.

- Verificar celda sin energía.
- Levantar breaker entre 2 personas o porta interruptor para realizar maniobra.
- Realizar pruebas de funcionamiento

En figura 3-23 se presenta breaker instalado.



Fuente: imagen propia

Figura 3-23 Instalación de breaker en celda.

CONCLUSIÓN

El proceso de mantenimiento y pruebas de un breaker revela ser una tarea meticulosa y especializada, esencial para quienes desean garantizar el funcionamiento adecuado de dicho dispositivo. A lo largo del instructivo proporcionado, se evidencia la importancia de seguir un protocolo detallado que abarca desde el retiro seguro del interruptor, pasando por inspecciones visuales, hasta llegar a pruebas y ensayos de precisión.

El especialista que sigue este protocolo tiene la responsabilidad de verificar aspectos cruciales como la resistencia de contacto, el nivel de aislamiento y la operabilidad mecánica del breaker. Las imágenes incluidas en la guía son de gran valor, proporcionando un apoyo visual para garantizar la correcta ejecución de cada paso.

Dentro de las tareas descritas, se observa la inclusión de acciones correctas como la limpieza detallada de componentes y el desmontaje y montaje de partes específicas. Estos procedimientos, cuando se realizan correctamente, no solo buscan asegurar la operatividad del breaker, sino también prolongar su vida útil y prevenir fallos que podrían resultar en consecuencias graves para las instalaciones y personas involucradas.

En definitiva, el instructivo subraya la relevancia del mantenimiento y pruebas de breakers en la industria eléctrica. Quienes opten por adherirse a esta guía detallada podrán asegurarse de que estos componentes esenciales funcionen de manera confiable, segura y efectiva.

RECOMENDACIÓN

Realizar inspecciones visuales antes de cualquier procedimiento, para detectar posibles deterioro, daños o contaminación.

En pruebas eléctricas mantener distancia apropiada.

Realizar cambio a switch de motor de recarga.

Dejar descargado el breaker antes de realizar lubricación, para evitar posibles atrapamientos de manos.

Utilizar EPP apropiado para el retiro.

BIBLOGRAFIA

<https://elektroenergy.com/servicios/pruebas-de-inyeccion-de-corriente-a-interruptores-de-baja-y-media-tension/>

<https://www.ingesat.cl/>

<https://www.salesforce.com/mx/blog/2022/01/diagrama-de-ishikawa-que-es.html#:~:text=El%20diagrama%20de%20Ishikawa%20%E2%80%94tambi%C3%A9n,%20problema%20en%20su%20ra%C3%ADz.>

<https://www.omicronenergy.com/es/aplicacion/pruebas-a-protecciones/pruebas-de-reles-de-proteccion/>

Manual breaker ABB SACE E2

https://embed.widencdn.net/pdf/plus/megger/zqemlfjnsk/INGVAR_DS_eses.pdf