

**DISPAROS NO IDENTIFICADOS DE INTERRUPTORES DE POTENCIA
CAUSAS Y MEDIDAS PREVENTIVAS**
Ing. Melitón Ángeles Martínez
Prexaid S de R L , Oaxaca Mexico

RESUMEN: En algunas subestaciones eléctricas eventualmente se presentan disparos no identificados o de origen desconocido de interruptores de potencia, conocidos como “*disparos fantasmas*”.

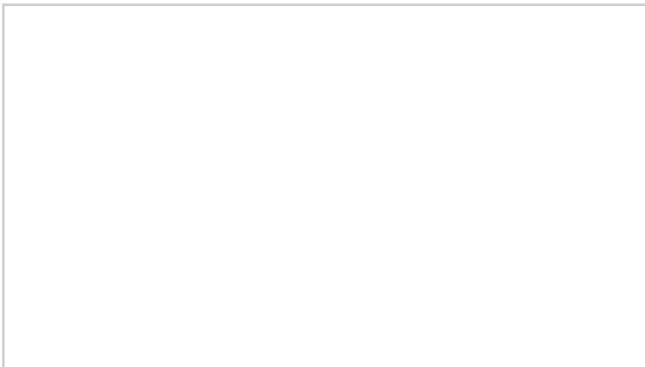
En este trabajo se presenta un análisis sobre las posibles causas de estos eventos tales como la forma de conexión del banco de baterías, el nivel de aislamiento de los equipos protección, control de interruptores, los cables de control, que en combinación con las tensiones inducidas por las descargas atmosféricas como por las propias corrientes de fallas monofásicas que circulan por el neutro de los transformadores de potencia pueden producir dichos disparos. Se incluyen algunas propuestas que pudieran ponerse en practica para prevenir o disminuir este tipo de eventos.

INTRODUCCION: Los disparos de origen desconocido en las subestaciones de potencia conocidos como *disparos fantasmas* se pueden presentar en cualquier subestación, sin embargo pudieran ser mas frecuentes en zonas de muy alta humedad en donde los cables de control pueden permanecer largas temporadas bajo el agua combinado con un alto nivel cerámico, ya que lo primero deteriora el aislamiento y lo segundo puede producir tensiones inducidas momentáneas que combinadas con el positivo aterrizado del banco de baterías conforman las condiciones necesarias para producir un *disparo fantasma*.

Cuando se presenta una falla en la línea “A” del sistema de potencia provocada por una descarga atmosférica el esquema de protección opera correctamente para disparar el interruptor de la línea A, pero simultáneamente se dispara el interruptor de la línea B, sin una causa evidente a este le llamamos *disparo fantasma*.

A continuación se presentan los elementos que intervienen en este tipo de eventos.

El Banco de Baterías. Esta es la fuente de energía que le da autonomía de operación de los equipos de control, protección e interruptores de potencia de una subestación, cuyo diseño de



conexión requiere de una revisión para adecuarlo a ciertos requerimientos para un mejor desempeño.

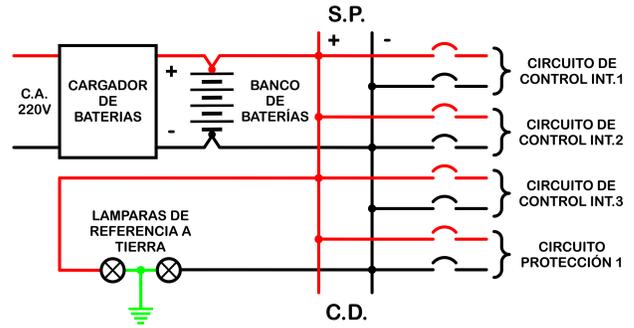


Figura 1. Arreglo típico de un sistema de cd.

La referencia a tierra del sistema de cd.- En la mayoría de los casos solo se cuenta con la referencia clásica de 2 lámparas incandescentes en serie cuyo común se conecta a la tierra física de la subestación. Aunque este arreglo es conveniente para la operación del sistema de cd, solo permite observar algún grado de desbalance en la intensidad de la luminosidad lo cual hace suponer que existe una pequeña corriente de fuga en el sistema de cd ver figura 1.

El positivo a tierra.- Esta es una condición que se debe evitar ya que representa el mayor riesgo de que se presente un *disparo fantasma*, como se notara mas adelante. ver Figura 8.

Falla de aislamiento de los equipos conectados al banco de baterías.- Aunque hay una gran cantidad de equipos que se alimentan de esta fuente de cd, la mayoría de las fallas de aislamiento que se presentan son debido al deterioro del aislamiento en los cables de control.

El cable de control.- El medio ambiente influye de manera directa en el deterioro del aislamiento mediante las altas temperaturas con ambientes secos y demasiado húmedos al grado de que los conductores del control de interruptores pueden quedar sumergidos en el agua; pero también de manera indirecta mediante sobretensiones inducidas por las corrientes de las descargas atmosféricas.

Factor adicional constituye el hecho de que en algunas instalaciones intervienen dos especialidades, el área encargada de los equipos de protección y el área responsable del equipo primario dejando los cables de control sin el debido mantenimiento o en terreno de nadie.

Localización del cable dañado:- Para discriminar cual circuito de cd esta aterrizado se acostumbra abrir y cerrar cada uno de los ITMs, con el consecuente riesgo de que al apagar

o encender los equipos de protección se produzcan disparos indeseados de los interruptores.

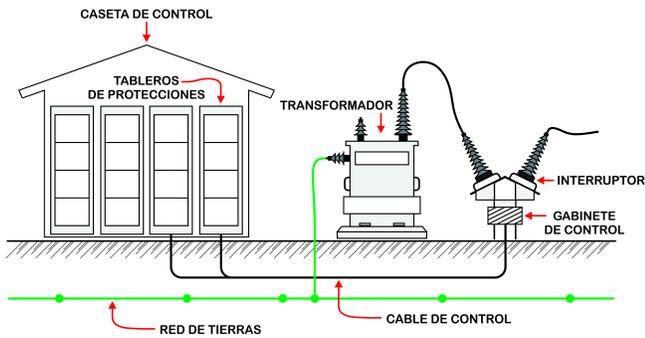


Figura 2. Algunos Elementos de una Subestación Eléctrica.

Sobretensiones Directas:- Se presentan cuando:

- a).- Una descarga atmosférica cae directamente sobre los conductores de fase en una línea de transmisión.
- b).- El sistema de cd es contaminada con una Corriente Alterna dentro de los servicios propios de la subestación.
- c).- Aterrizamiento deficiente del neutro de un transformador.

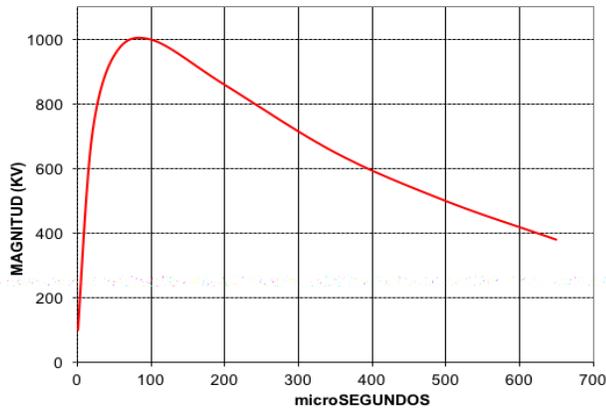


Figura 3. Forma del impulso de una descarga atmosférica.

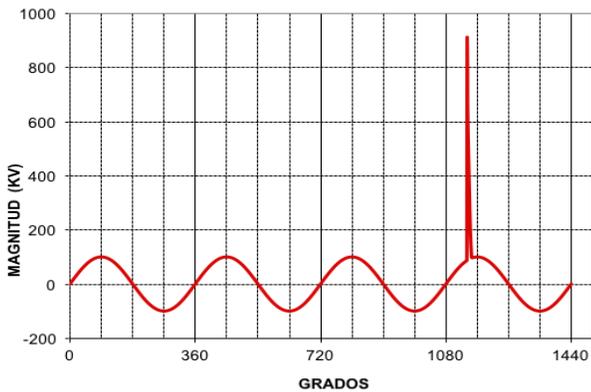


Figura 4. Impulso de una descarga en el sistema de 60 Hz.

Sobretensión Inducida por descarga atmosférica:- No tenemos una medida exacta de las corrientes de rayo ya que existen muchos factores que incurren en su producción, pero para fines de análisis asumamos algunos valores establecidos por la norma internacional IEC 62305, cuyo valor se establece

entre los 100 y los 200 kA y una forma de impulso con duración de 20/500 μ S. La forma de una tensión de rayo se muestra en la figura 3, y la forma de la misma tensión combinada con la tensión del sistema de potencia a 60 Hz se observa en la figura 4.

Este impulso de corriente puede llegar a la subestación a través del hilo de guarda si el rayo cayó sobre el guarda de la línea o puede llegar a través del apartarrayos si el rayo ha caído directamente sobre los conductores de fase. En ambos casos esta corriente genera un campo magnético alrededor del conductor que la conduce y consecuentemente induce una tensión en todos los conductores cercanos al mismo. Este fenómeno se muestra en la figura 5.

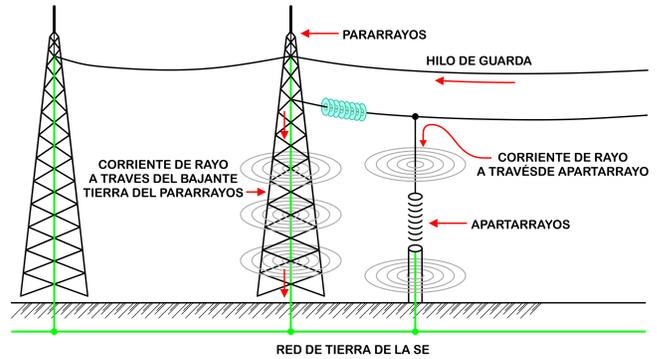


Figura 5. Como se descargan las corrientes de una descarga Atmosferica.

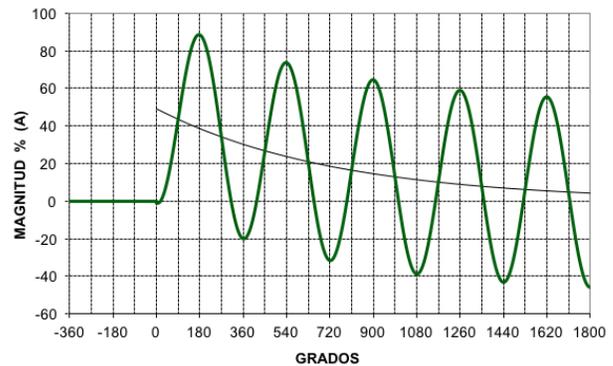


Figura 6. Corriente de una falla monofásica.

Sobretensión Inducida por falla del sistema:-

Cada vez que se presenta una falla de cortocircuito en el sistema de potencia circularan por los conductores del circuito fallado una corriente cuyo valor dependerá de la impedancia equivalente del sistema, y de la potencia de la fuente que la alimenta, en cualquier caso estas corrientes generan campos magnéticos alrededor de los conductores involucrados y estos inducen tensiones en cualquier conductor adyacente. Cabe resaltar que pueden ser mayores las tensiones inducidas por las corrientes de fallas monofásicas, ya que circularan por la malla de tierra de la subestación para retornar al neutro aterrizado del transformador que alimenta la falla. Obviamente una falla cercana a la subestación conllevará una mayor corriente que una falla lejana a la misma con lo cual será mayor la tensión inducida por una falla cercana. La figura 6 muestra la forma que puede tener esta corriente.

Sobretensión producida por operación de seccionadores:-

Durante la apertura y/o cierre de las cuchillas seccionadoras en SE's de EAT se pueden observar arcos eléctricos que son provocados por las sobretensiones que se presentan durante estas operaciones y también pueden inducir sobretensiones en los cables de control.

DESARROLLO.

Derivado del comportamiento observado en algunos equipos discriminadores de disparos y los equipos monitores de bobinas de disparo en interruptores de potencia se obtienen algunas bases para concluir que existen corrientes transitorias en los conductores instalados en las subestaciones que son provocadas por sobretensiones inducidas en dichos conductores, por otro lado también se han detectado pequeñas corrientes permanentes en los conductores provocadas por deterioro del aislamiento.

Estas situaciones conjugadas con los elementos presentados previamente en la introducción nos llevan a plantear el diagrama lógico de la figura 9 que nos ayuda a determinar las posibles causas de los *disparos fantasmas*.

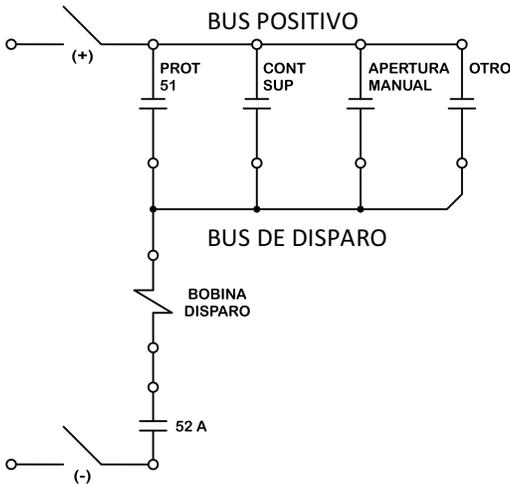


Figura 7: Circuito de disparo de un interruptor.

Los disparos no intencionales de un interruptor se pueden presentar bajo las siguientes situaciones.

SITUACION 1.- Cuando el positivo del sistema de cd queda permanentemente aterrizado y se presenta momentáneamente una tierra en el bus de disparo de cualquier interruptor de la SE, ese interruptor se disparará. Ver [figura 8](#).

SITUACION 2.- Cuando el bus de disparo de cualquier interruptor de la SE queda aterrizado permanentemente, lo cual no es detectable por el arreglo de referenciamiento (figura 1), y momentáneamente se presenta un aterrizamiento del positivo del sistema de cd también provocara disparo del interruptor. En las dos causas, la tierra en el bus de disparo o en el positivo pueden ser momentáneo o permanente.

SITUACION 3.- Sobretensión que provoque arqueo en los contactos de disparo.

SITUACION 4.- Daño mecánico o por roedores.

Estas situaciones se presentan en combinación con la forma de referenciamiento a tierra de la fuente de cd observado en

[la fig 1](#). Este referenciamiento es adecuado y conveniente ya que permite lo siguiente:

- 1.- Observar cuando hay un problema de aislamiento en el sistema de cd.
- 2.- Observar la degradación del aislamiento, con el aumento en la intensidad luminosa en una lámpara y la disminución en la otra y viceversa.
- 3.- Permite la supervivencia del circuito aun cuando alguno de los polos se vaya a tierra

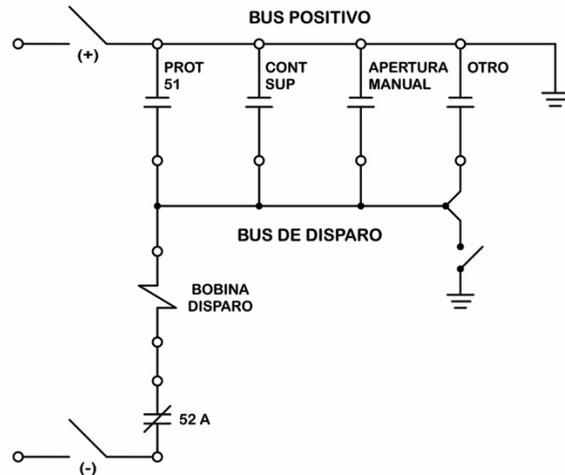


Figura 8: Condiciones que producirán disparo del interruptor.

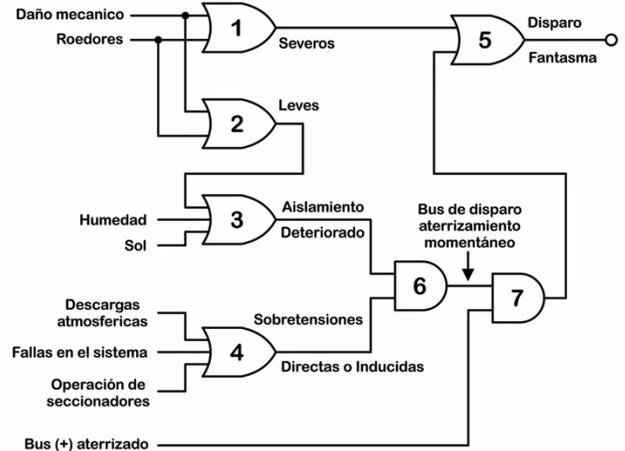


Figura 9.- Diagrama Lógico de para un disparo fantasma.

Como se puede observar en la figura 9, un aislamiento deteriorado en combinación con una sobretensión conducen a las situaciones 1 y 2 es decir un *disparo fantasma* y la probabilidad del disparo aumenta si el positivo esta aterrizado. También se muestra que las sobretensiones pueden ser directas o inducidas por las descargas atmosféricas o por las corrientes de falla.

Las causas del deterioro del aislamiento pueden ser por daño mecánico, roedores, humedad, exposición a rayos solares que en primera instancia reducen el nivel de aislamiento y finalmente el sistema de cd se queda aterrizado.

EJEMPLO.- Se produce una descarga atmosférica sobre el circuito "A" cerca de la SE, lo cual provoca una falla monofásica en este circuito, la protección del circuito opera correctamente abriendo el interruptor del mismo, pero simultáneamente la corriente del rayo circula por este circuito hasta la red de tierras de la SE, el impulso de rayo induce una sobretensión momentánea en los conductores cercanos a la trayectoria de la corriente de rayo, si el (+) del sistema de cd está aterrizado y algún conductor de disparo de un circuito "X" se encuentra con débil aislamiento, se presenta la posibilidad de que se produzca el disparo del interruptor "X".

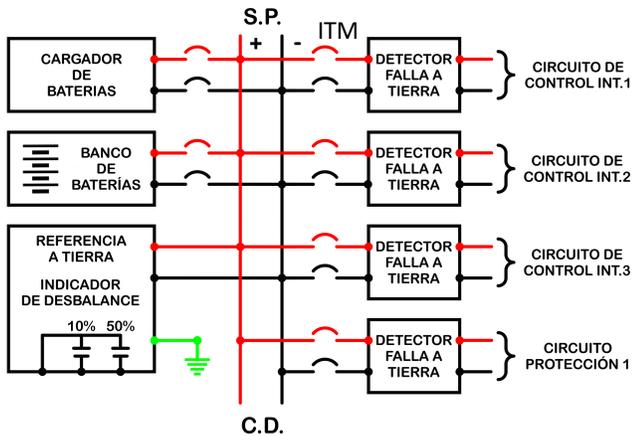


Figura 10.- Arreglo propuesto para mejorar el desempeño y detección de fallas del aislamiento de los cables de control.

CONCLUSIONES:

- 1.- Siempre existirá la posibilidad de deterioro del aislamiento de los equipos de protección y control conectados a la fuente de cd en las SE's, y el elemento más vulnerable son los cables de control que eventualmente pueden quedar conectados con la red de tierras de la SE.
- 2.- Todas las descargas atmosféricas tenderán a descargarse a través de la red de tierras de las subestaciones.
- 3.- Todas las fallas monofásicas necesariamente provocarán el flujo de una corriente que circulara por el neutro de los transformadores que las alimentan circulando también por la red de tierras de la subestación.
- 4.- Las corrientes por descargas atmosféricas y las corrientes por fallas en la red de ca provocan tensiones inducidas en los cables de control de la SE.
- 5.- Al presentarse cualquiera de los puntos 2 o 3 combinado con el punto 1, se cumplen las condiciones para producirse un disparo fantasma.

RECOMENDACIONES.

- 1.- Mejorar el esquema de referenciamiento a tierra del banco de baterías para tener algún contacto que indique el grado de desbalance de las tensiones con respecto a tierra, figura 10.
- 2.- Independizar los cargadores de las baterías conectando cada uno a las barras de cd mediante ITM's. Esto permitirá separar el banco de baterías para su mantenimiento, dejando conectado el cargador a las barras de cd sin interrupción de la

alimentación a los equipos de la SE, como se muestra en la figura 10.

3.- Utilizar detectores de falla a tierra o detectores de corriente de fuga para cada uno de los circuitos del bus de cd priorizando los de disparos de interruptores como se muestra en la figura 10.

4.- Es importante discriminar los circuitos fallados ya que si existe un (+) a tierra y luego se presenta un (-) a tierra, esto provocará la descarga del banco de baterías.

ABREVIATURAS

ITM: Interruptor Termo Magnético.
 SE Subestación Eléctrica.
 cd Corriente directa.
 ca Corriente alterna.
 EAT Extra Alta Tensión.

BIBLIOGRAFIA:

Howard J Sutton, Transients induced in control cables located in EHV, IEEE Transactions on power apparatus and systems july/august 1970. Pp 325-334.
 W. A. Elmore, Protection Against Transients and surges, Applied Protective Relaying. Westinghouse Electric Corporation, 1982. Pp 4-1 – 4-8.

Richard L Bean, Nicolas Chackan, Transformers for the Electric Power Industry, Westinghouse Electric Corporation, 1959.

Richard Roeper, Las Corrientes de cortocircuito en las redes trifásicas, Siemens 5ª edición alemana, noviembre 1970.

NG. MELITON ANGELES MARTINEZ.



BIOGRAFIA: Nació en San Pedro Quiatoni Oaxaca en 1953, Egresado del Instituto Tecnológico de Oaxaca en 1980 graduado como Ingeniero Industrial Electricista.

Trabajó en la Comisión Federal de Electricidad de Nov/1974 a mayo/1992 desempeñando diferentes cargos en la Región de Transmisión Sureste. Miembro del Comité Nacional de Protecciones. Instructor de diversos cursos sobre su especialidad. Autor de varios artículos técnicos y ponente en diversos eventos. En 1991 merecedor de la Medalla ADOLFO LOPEZ MATEOS al mérito electricista por su destacado desempeño dentro de la C.F.E.

Consultor e instructor en la especialidad de protección y medición para México y Centroamérica a través de la empresa Servicios especializados de Ingeniería de Protecciones Eléctricas, Actualmente se desempeña como Director de la Empresa Prelxaid S de RL en la ciudad de Oaxaca Oax. México.