

Evaluación correcta de un estudio de arco eléctrico

Presentado por el staff de ingenieros de Kay Electric CA y tomado de ECM

Consideraciones Generales

Si usted está realizando un estudio de arco eléctrico, lo más probable es que use los servicios de una empresa que le ofrece dicho estudio o quizás Usted piense que su personal tiene la suficiente capacidad para ejecutarlo; sin embargo es importante acotar los siguientes elementos preliminares antes de decidirse por su propio personal o por la empresa, aunque le ofrezca el precio más bajo, ya que los resultados de una mala o incorrecta decisión pueden tener consecuencias catastróficas en su empresa.

Hoy en día y dada la crítica situación económica que nos embarga globalmente y más en nuestro país, se vuelve común las contrataciones bajo un alcance técnico muy escaso y es el personal de compras tomando decisiones basadas exclusivamente en precios.

Los elementos más importantes son los siguientes:

Que software usa la empresa oferente ?

Que experiencia real ofrece; no solo el poseer la licencia original del software los distintos trabajos correctamente realizados con anterioridad ?

Cuál es el background de la persona que realizara el estudio ?; no solo se requiere ser ingeniero electricista sino que debe ser del area de potencia industrial con conocimientos claros y concretos sobre protecciones y la forma como operan los equipos eléctricos industriales, es muy común ver ingenieros electricistas de otras disciplinas o ingenieros con experiencia en otras áreas disitntas a las de potencia, tales como electrónica, comunicaciones ó sistemas de control, que de la noche a la mañana se “saltan” al área de potencia y pretenden realizar servicios de este tipo bajo la premisa de que la electricidad es básica y que los conocimientos básicos aplican complemente, pero es un error porque es fácil cometer errores basado en el desconocimiento de una disciplina.

Muchas de las personas que se creen conocedoras de la materia, creen que realizar un estudio es solo pulsar un botón y que el estudio saldrá como arte de magia por el puerto de salida del computador, bueno no puede haber una cosa más errónea que esta. Los puntos que consideramos de vital importancia al ejecutar un estudio, son los siguientes:



Paladin® DesignBase™
Arc Flash & Fault Analysis

The advertisement features a man in a light-colored striped shirt and dark tie standing with his arms crossed on the left. On the right, a computer monitor displays the software interface. The screen shows a graph titled 'Event Time Curve (kA)' with a red shaded area on the left and a green shaded area on the right. The x-axis is labeled 'Time (ms)' and the y-axis is labeled 'Current (kA)'. The software interface includes various menu options and a legend.

Impedancia de la Fuente

Las fuentes de corriente de falla, tal como generadores, no pueden generar infinitamente energía eléctrica de falla; por el contrario, las magnitudes de las corrientes de falla están limitadas por la impedancia interna del generador, así como también por las impedancias de la línea de transmisión, la impedancia del transformador y los reactores en serie cuando estén presentes. Usted puede modelar la fuente ya bien sea sin esas impedancias y lo asume como una barra infinita o por el contrario las toma en cuenta y lo acerca a la realidad



Esa asunción de una barra infinita, muy utilizada por muchos ingenieros para simplificar procedimientos y cálculos, resultará en un resultado falso donde hay unas corrientes de fallas más elevadas que la real y un disparo más rápido de los dispositivos de protección (breakers, relés y fusibles), esto pareciera no ser un problema pero si lo es ya que los niveles de energía incidente, razón del estudio de arco eléctrico, se presentaran como valores más bajos de los reales.

La energía incidente, durante el arco eléctrico, es una medida de la energía térmica que se impone sobre la superficie (por decir una persona) a cierta distancia de la fuente, expresada en Joules por centímetro cuadrado (cm^2). Dicho, esto si calculamos en un punto una energía

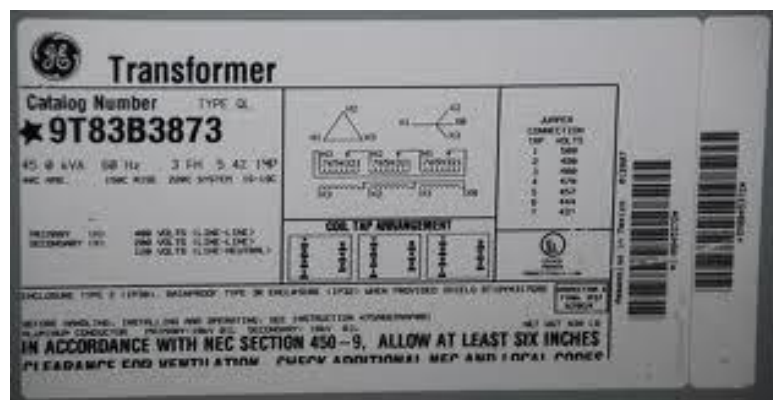
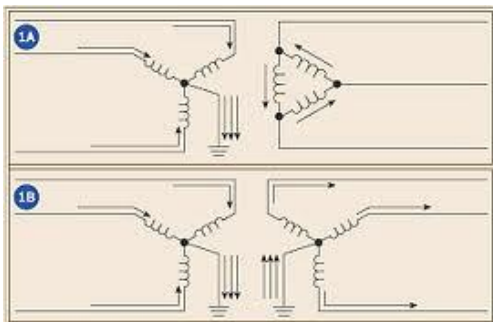
incidente basado en una impedancia infinita, tendremos al final un resultado erróneo e inferior al verdadero valor de energía incidente que hay en el punto y dejaríamos de proteger a personas contra ese evento.

Cuando Usted tenga la impedancia de la Fuente, asegúrese que entiende en qué punto es calculado. Típicamente, usted querrá calcularlo hasta el punto de conexión con la empresa de servicio eléctrico; si hay un transformador en la entrada, asegúrese de nuevo si la empresa de servicio eléctrico incluyó esta impedancia de valor que le dio o no. Este es un aspecto crítico de un estudio de arco eléctrico que no debe dejarse para ultima hora ya que por lo general no están rápidamente disponibles por parte de las empresas de servicio eléctrico. El modelar incorrectamente a la impedancia de la fuente, tiene un gran impacto en el estudio de modo que asegúrese de tener data real y confiable sino el gasto de dinero al realizar el estudio puede ser sencillamente una erogación monetaria que arrojará resultados incorrectos que pondrán en riesgo la vida de personas.

Puesta a tierra del transformador

Durante el proceso de recolección de la data de campo, es fácil no registrar como está puesto a tierra el neutro del transformador. Usted puede tener un neutro sólidamente aterrado, aterrado con baja Resistencia, aterrado con alta resistencia o por el contrario no tener ningún tipo de aterramiento. Usted podrá tener asunciones sobre otros elementos del transformador pero nunca asuma su conexión a tierra sino la tiene vuelva al campo y revise.

Como afecta esto al estudio ? bajo la conexión de sólidamente aterrado, el transformador proporciona altas corrientes de falla en el secundario; esto conduce a disparos más rápidos de las protecciones con una consecuente menor energía incidente en el punto. Una conexión de puesta a tierra a través de una baja Resistencia, proporciona una corriente de falla más baja y una mayor energía incidente ;una conexión de puesta a tierra a través de alta resistencia proporciona bajísimas corrientes de falla a tierra y no disparan a la primera falla a tierra; igual sucede con las conexiones aisladas el neutro de tierra.



IEEE 1584 o NESC artículo 410?

Algunas veces, el alcance del trabajo en un estudio de arco electric, se extiende más allá de las subestaciones de distribución de uso interior e incluye las subestaciones de uso exterior y las líneas de distribución. Esto nos hace formular una pregunta interesante: Deberíamos seguir aplicando el estándar 1584? Probablemente no debido a las siguientes razones: Las ecuaciones del IEEE 1584 fue desarrollado empíricamente para sistemas eléctricos entre 208 V y 15 Kv, con distancias entre conductores energizados entre 13 mm y 152 mm. El arco que se origina en una falla monofásica, es tal que fácilmente se creará una falla trifásica; no obstante, con qué frecuencia usted ha observado escalar una falla monofásica en una falla trifásica en una subestación? No frecuentemente, por supuesto...La gran mayoría de las fallas, son despejadas a los pocos ciclos de su iniciación; bajo tal escenario, usar las corrientes de falla monofásicas para calcular la energía incidente del arco eléctrico, es más significativa que usar los valores de fallas trifásicos, tal como los emplea el IEEE Std 1584.

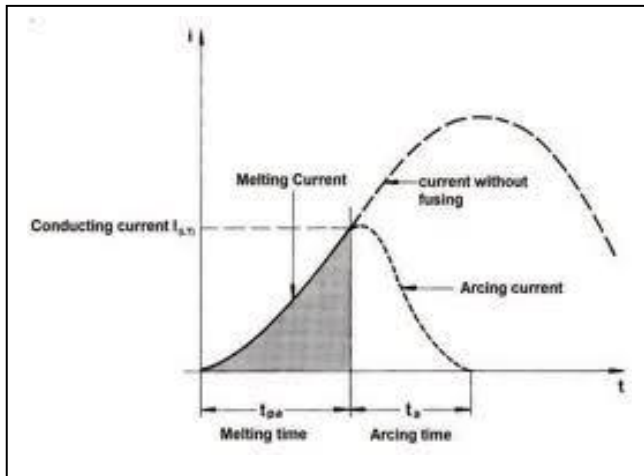
Por lo tanto, extrapolando una solución para un cálculo de arco eléctrico en subestaciones o líneas con valores nominales de 34.5kV o 69kV usando el Std IEEE 1584, los resultados no son realísticos. En la mayoría de los casos, generado resultados muy conservadores, con grandes distancias de trabajo tales como 30 pies ó más y bajo un requerimiento de equipo de protección personal (PPE) que limita el desempeño en el trabajo.

Hay algunos pocos desarrolladores de software en la industria que pueden modelar arcos monofásicos con el propósito de determinar la energía incidente en subestaciones. Seleccionar el standard correcto para el estudio de arco eléctrico, es tan importante como una recolección correcta de data en el campo; más allá del NFPA 70E, hay otros métodos descritos en la tabla de abajo y que se pueden usar a discreción del proyectista; sin embargo, NFPA 70E y IEEE 1584, son los estándares más usados e implementados en sistemas encerrados de baja y media tensión, mientras que las tablas del NESC, son más usadas en sistemas de alto voltaje abiertos.

Corrientes de falla francas vs Corrientes de falla de arco.

Hay dos corrientes de falla que no son lo mismo en sistemas con voltajes hasta 1000 Vac. Por definición, una falla franca, no tiene impedancia de falla asociada, mientras que una falla de arco, si tiene una impedancia asociada con el arco; la falla franca, tiene una magnitud superior que la corriente de falla de arco. Los dispositivos de protección en los sistemas de baja tensión, están coordinados para disparar en función de las corrientes de falla franca y no de las corrientes de arco.

Debido a que el tiempo de despeje de falla de los dispositivos de protección, es un factor importante en el cálculo de la energía incidente, usted debe entender que es el tiempo de



Bus	Bus Voltage (kV)	First-cycle (momentary)		Contact-parting (interrupting)	
		Symmetrical rms current (kA)	Short-circuit X / R	Symmetrical rms current (kA)	Short-circuit X / R
1	115	5.175	15.4	5.127	15.0
2	13.8	8.920	16.6	8.399	16.2
3	0.48	23.910	7.0	-	-
4	2.4	18.887	16.4	17.398	15.4

disparo para despejar la corriente de arco lo que se usa en los cálculos no el tiempo de disparo asociado con el disparo para fallas francas.

Al programar los relés para un disparo más rápido, basado en los valores de corriente de arco, se sacrifique la coordinación de los relés y puede perfectamente sacar una gran área fuera de servicio al momento de un disparo bajo falla; sin embargo ahora en la coordinación de protecciones, la seguridad está por encima de la propia selectividad.

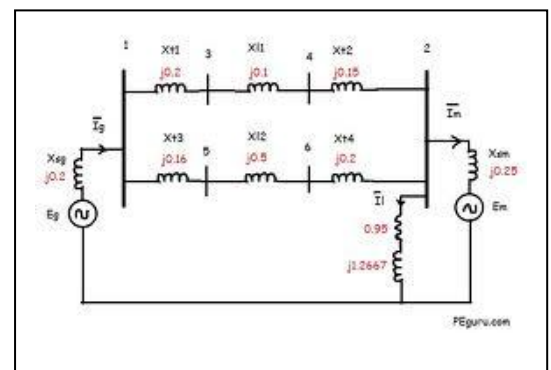


Impedancia del circuito

Tal como ya hemos mencionado en el presente artículo, tanto la magnitud de la corriente de falla como el tiempo de actuación de las protecciones, afectan significativamente los valores de la energía incidente durante la ocurrencia de un arco eléctrico. La corriente de falla disponible en un sistema, es el resultado de cómo se encuentra configurada la red y la forma como los componentes activos y pasivos son conectados; por ejemplo, si se tienen múltiples transformadores alimentando un ducto de barras, la magnitud de la corriente de falla, aumentará significativamente; esto es debido a la reducción del total de la impedancia; cuando los transformadores están en paralelo; adicionalmente si existe una unidad dentro de la planta generando electricidad durante ciertos períodos de tiempo; estos valores de corriente de falla, deberán ser considerados también

Asegúrese de que Usted comprende perfectamente como se conecta su sistema eléctrico de potencia y como opera; los cambios en la configuración del sistema afectarán los valores de corriente de falla y por ende los valores de energía incidente; este entendimiento global del sistema, es crítico para realizar correctamente un estudio de arco eléctrico.

Los cinco puntos mencionados en este artículo, son apenas unos pocos de los parámetros que efectivamente son requeridos para que un estudio completo de ingeniería presente un estudio confiable de arco eléctrico; solo representan unos elementos básicos para que el lector entienda la importancia de las distintas variables que afectan la realización de un estudio de arco eléctrico; hay consideraciones particulares para cada sistema eléctrico que deben ser evaluadas, algunas dependiendo de las condiciones del sitio, construcción y tipo de tablero usados en la planta, de ahí que insistimos que una cosa es tener el recurso para adquirir un software de arco eléctrico y otra es tener la capacidad y conocimiento para conducir un estudio correcto de arco eléctrico, tal como el tener el dinero para adquirir un avión F16 y otra cosa es tener la destreza para manejarlo y operarlo correctamente.



Fuente**Limitaciones / Parámetros****Paper de Doughty
Y Neal**

Calcula la energía incidente para arcos trifásicos en sistemas eléctricos hasta 600 V; aplica en corrientes de cortocircuito entre 16 Ka y 50 Ka.

Paper de Ralph Lee

Calcula la energía incidente para arcos trifásicos en sistemas eléctricos abiertos al aire, por encima de 600 V; los cálculos se vuelven más conservadores en la medida que el voltaje incrementa.

IEEE Std 1584

Calcula la energía incidente y los límites de protección del arco eléctrico para sistemas eléctricos entre 600 V y 15 Kv, 3 fases, 50 / 60 hz, desde 700 A hasta 106.000 A de corriente de cortocircuito y conductores de 13 a 152 mm de espaciamiento.

**ANSI / IEEE C2
NESC
Sección 410 Tablas
410-1
Y tabla 410-2**

Calcula la energía incidente en arcos de fase a tierra abiertos al aire; desde 1 Kv hasta 500 Kv en trabajos en vivo

Tabla tomada del NFPA 70E 2012.