

Ensayo De Liners En Alta Tensión

Liners High Voltage Test

Franco Filippa Kindenegt

Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, (Lavaise 610, Santa Fe)
ffilippakindenegt@frsf.utn.edu.ar

Esteban Bernuzzi

Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, (Lavaise 610, Santa Fe)
ebernuzzi@frsf.utn.edu.ar

Maximiliano Cordo

Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, (Lavaise 610, Santa Fe)
mcordo@frsf.utn.edu.ar

Gonzalo Gigliotti

Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, (Lavaise 610, Santa Fe)
gonzalogigliotti@gmail.com

Resumen Ante una tarea de operación de elementos energizados uno de los principales ítems a cumplir radica en preservar la integridad del operario. Estos trabajos pueden presentarse en altura para lo cual, para alturas medias, se opta por una grúa con barquilla. Para asegurar este cumplimiento de seguridad se dispone del elemento aislante liner. El objetivo se centra en el análisis eléctrico del liner para el establecimiento de un ensayo de seguridad eléctrica rutinario. Se presentan las técnicas probadas para su implementación, el procedimiento llevado a cabo, los inconvenientes y los resultados derivados de las experiencias.

Palabras Clave Liner, IEC 61057, EPP, Alta Tensión, TCT.

Abstract When operating energized elements, one of the main items to comply with is to preserve the integrity of the operator. These works can be performed at heights, for which, for medium heights, a crane with a nacelle is chosen. To ensure this safety compliance, the liner insulating element is used. The objective is focused on the electrical analysis of the liner for the establishment of a routine electrical safety test. The techniques tested for its implementation, the procedure carried out, the drawbacks and the results derived from the experiences are presented.

Keywords Liner, IEC 61057, EPP, high voltage, TCT.

Introducción

Las empresas de energía en varias ocasiones realizan trabajos con tensión (TCT), ya sea en mantenimiento de postes, transformadores o líneas de baja y media tensión, en donde se encuentran expuestos si no utilizan el equipamiento adecuado. Por esta razón cuentan con instrumentos y elementos de protección personal (EPP) con cierto grado de aislación dependiendo de la situación en la que se trabaje. Según la norma específica de cada elemento en cuestión, se pueden clasificar en distintas clases.

Dentro de estos equipos que aseguran al trabajador, se encuentra el *liner* (Figura 3). Este dispositivo con forma de cesta, generalmente fabricado con algún polímero, se ubica en el interior de la plataforma del cabezal de las grúas empleadas para TCT. Dentro del mismo, va alojado el operario designado al trabajo utilizando los correspondientes EPP que se suman a la protección que brinda el liner y la aislación del chasis.

Dentro de la UTN Facultad Regional de Santa Fe se encuentra el Laboratorio de Mediciones y Ensayos (LAMYEN), en la sección de Alta Tensión, perteneciente al Centro I+D en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE), el cual se encarga de realizar ensayos rutinarios de instrumentos y elementos de protección personal (EPP) utilizados para realizar trabajos con tensión (TCT). Dentro de las diversas actividades que realiza el laboratorio, se encuentra el ensayo de las propiedades dieléctricas de una cesta aislante (también denominada como liner) la cual se ubica en el chasis de una grúa. Para el mismo, se diseñó y fabricó un dispositivo con el objetivo de que cumpla con los lineamientos exigidos en la norma IEC 61057 donde se verifica si el dispositivo es apto para su uso, es decir, que mantenga todas sus propiedades aislantes.

Descripción

La norma IEC 61057 indica que para realizar el ensayo se debe colocar el liner en el interior de un tanque de agua (Figura 1). Luego, se debe incorporar agua hasta un cierto nivel determinado por la norma tanto dentro del liner como dentro del tanque. El liner debe apoyarse en algún tipo de soporte o taco aislante que lo separe del fondo del tanque. Se debe colocar un elemento metálico que actúe como electrodo sobre la pared interna de la superficie del tanque, el cual esté conectado firmemente a una puesta a tierra. También se debe incorporar otro elemento metálico sumergido en el centro del liner, que actúa como electrodo de potencial (Figura 2). Dicho electrodo se coloca a un potencial de 35[kV] de CA a una frecuencia de entre 45 a 60[Hz]. Para el caso se adoptó una frecuencia igual a 50 [Hz] ya que es igual a la frecuencia de red. Para que el dispositivo pase el ensayo debe soportar el potencial aplicado durante 1 minuto; antes de comenzar a tomar el tiempo, se debe alcanzar la tensión de ensayo elevándola a razón de 1[kV/seg]. El circuito se diagrama según la Figura 4.



Figura 1: Tanque de agua con aisladores para ensayo de liner en Alta Tensión.



Figura 2: electrodos utilizados en el ensayo.



Figura 3: dispositivo Liner.

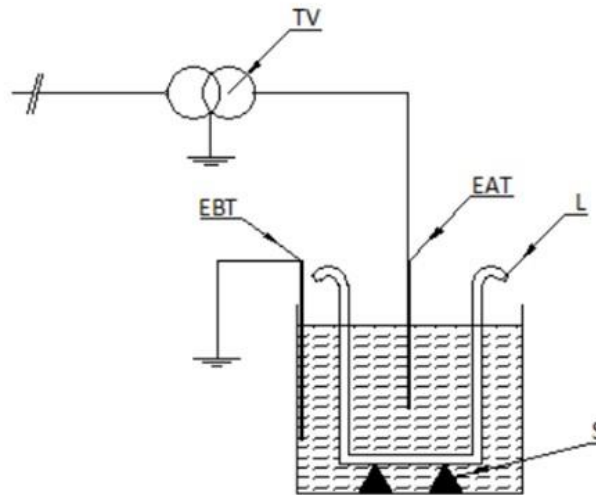


Figura 4: Diagrama de conexión del ensayo según norma IEC 61057. Referencias: TV: transformador de tensión; EAT: electrodo metálico de potencial del ensayo; EBT: electrodo metálico de masa o tierra, del ensayo; L: dispositivo aislante para montaje en chasis de grúa, Liner; S: soportes aislantes para separación con base de tanque.

Desarrollo

Para alcanzar el nivel de tensión requerido para el ensayo de 35 [kV], se utilizó un transformador elevador de tensión (TV001) de relación 132/0,11 [kV], que para una tensión de entrada pequeña se obtiene una salida 1200 veces mayor. Se dispuso de un segundo transformador de 132/0,11 [kV] (TV002), de las mismas características que el anterior, el cual actuaba como transformador reductor para medir con un voltímetro del lado de baja tensión. Se conectó un voltímetro y un amperímetro a la salida del autotransformador y antes del transformador TV001, para llevar un control de los valores de tensión y corriente a medida que se elevaba la tensión y se corroboraba con la tensión del voltímetro en el secundario del transformador TV002. Se pretendía que la corriente que se iba a demandar durante el ensayo iba a ser muy pequeña, debido a que el liner al ser un elemento aislante, presentaría una elevada resistencia eléctrica, lo que, en principio, facilitaría la realización de este ensayo.

El diagrama esquemático del circuito se refleja en la Figura 5.

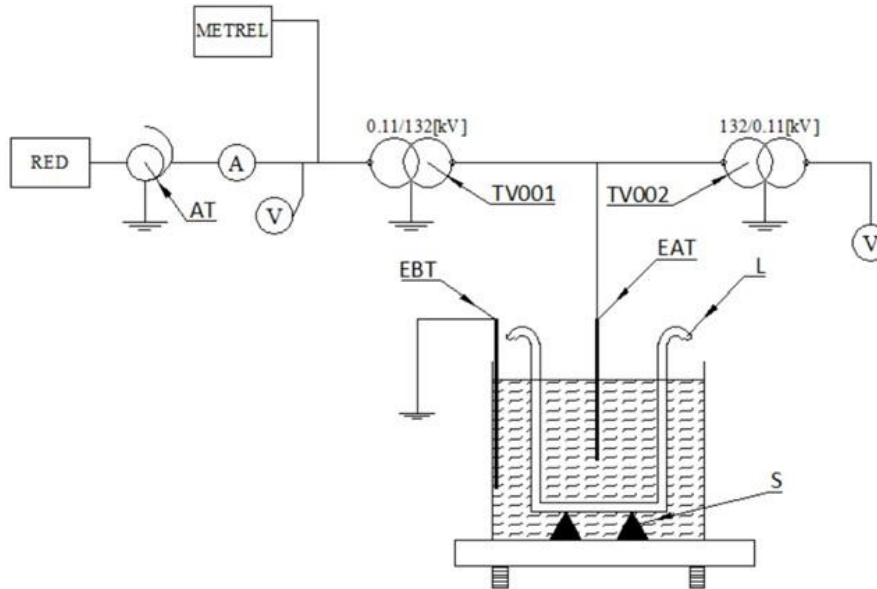


Figura 5: Diagrama de conexión para ensayo con transformadores gemelos 132/0,11[kV] en paralelo.

Referencias: TV001, TV002: Transformadores de tensión 0,11/132 [kV]; S: Soportes aislantes; A: Amperímetro; V: Voltímetro; METREL 2892: Analizador de calidad de energía; RED: Conexión a la red proveedora de energía.

Al proceder con esta configuración no se pudo continuar con el ensayo debido a que se alcanzaba un nivel elevado de corriente al aplicar una tensión cercana a la mitad de la requerida (como se puede ver en la Tabla 1). Esta corriente se encontraba muy próxima a la máxima corriente que soporta el transformador, impidiendo llegar a la tensión requerida para ensayar el dispositivo.

Se decidió conectar un analizador de calidad de energía (METREL 2892), a la entrada del transformador TV001, para registrar los parámetros mientras se aumentaba la tensión nuevamente (desde cero), para luego analizar a fondo los resultados y sacar conclusiones de lo ocurrido (Figura 6, Figura 7, Figura 8 y Tabla 1).



Figura 6: Registro en función del tiempo de los valores TrueRMS de tensión [V] (sup.) y corriente [A] (inf.) del lado primario del transformador TV001.

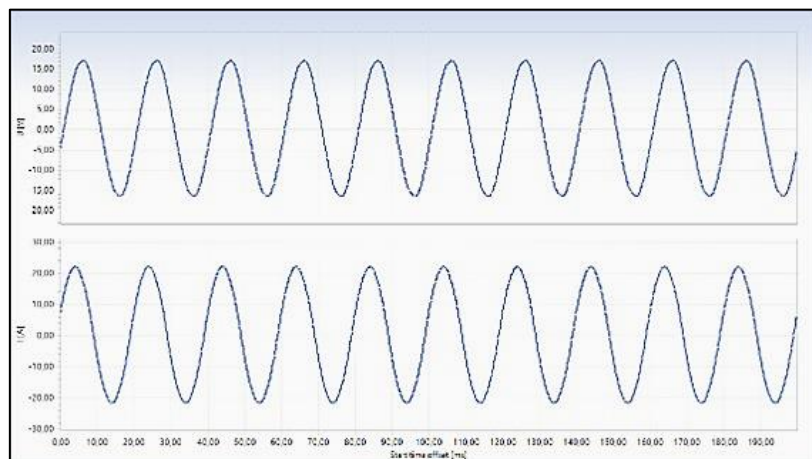


Figura 7: Registro en función del tiempo de tensión [V] (sup.) y corriente [A] (inf.), del lado primario del transformador TV001.

U [V]	Tensión	11,868
I [A]	Corriente	15,533
f [Hz]	Frecuencia	49,992
P [W]	Potencia activa	149,68
Q [VAR]	Potencia reactiva	-107,6
S [VA]	Potencia aparente	184,36
FP	Factor de potencia	0,8119

Tabla 1: Parámetros eléctricos obtenidos del registro al valor máximo de tensión TRMS [V] alcanzado en la primera experiencia.

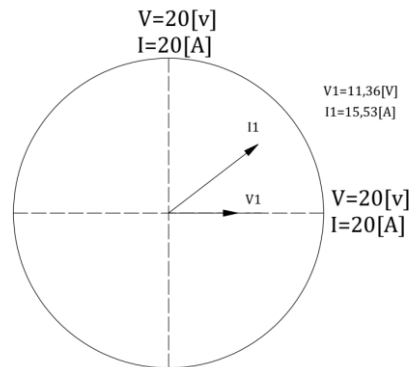


Figura 8: Diagrama vectorial de la corriente y la tensión de Tabla 1.

Ante la necesidad de un menor consumo de corriente del lado primario para una misma potencia activa, una alternativa era aumentar la tensión. Por esta razón, se optó por una nueva configuración cambiando el transformador TV001, por uno de menor relación de transformación: el transformador TV003 de 33/0,11[kV]. Las conexiones realizadas tendrían la misma configuración que la enseñada en la Figura 5.

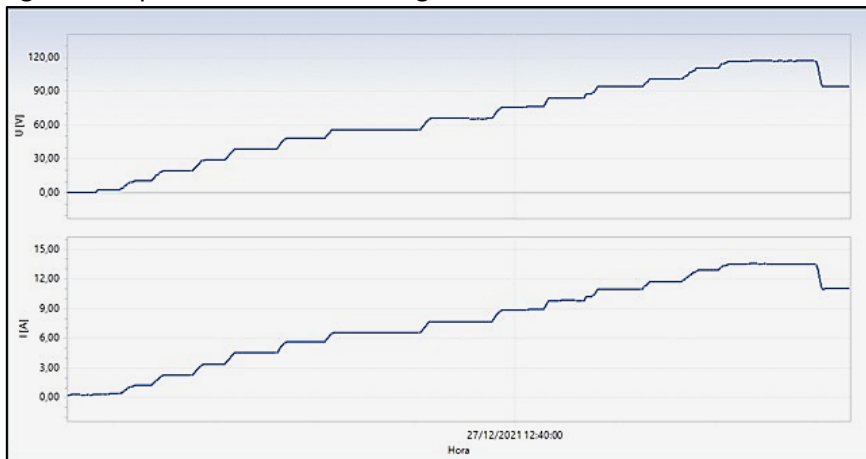


Figura 9: Registro en función del tiempo de los valores TrueRMS de tensión [V] (sup.) y corriente [A] (inf.) del lado primario del transformador TV003.

U [V]	Tensión	116,56
I [A]	Corriente	13,491
f [Hz]	Frecuencia	49,975
P [W]	Potencia activa	116,93
Q [VAr]	Potencia reactiva	-1.568,10
S [VA]	Potencia aparente	1.572,40
FP	Factor de potencia	0,0744

Tabla 2: Parámetros eléctricos a tensión TRMS [V] de ensayo, con transformador TV003.

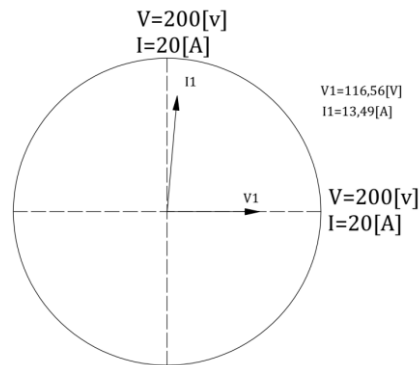


Figura 10: Diagrama vectorial de corriente y tensión de Tabla 2.

Resultados

La potencia aparente del liner resulta constante, lo cual es lógico teniendo en cuenta que la tensión aplicada y la carga son la misma. Sin embargo, reflejado al primario de los TV usados hay variaciones apreciables. De la Tabla 2 se puede concluir que, a tensión de ensayo, el liner demanda una corriente de aproximadamente 45 [mA] (del lado secundario de los transformadores) a 35 [kV]. Con el TV001 los 45 [mA], por la relación de transformación de 1200:1 serían unos 54[A] del lado primario, lo que resultaba fuera de alcance para el transformador.

Se alcanzó la tensión necesaria con éxito usando el TV003 quedando establecidos los parámetros para futuros ensayos de liners.

Conclusión

Después de todas las pruebas mostradas se logró concluir que el liner sumergido en agua a altas tensiones tiene un comportamiento como 'impedancia eléctrica' de carácter capacitivo muy pronunciado. Esto es apreciable al analizar el factor de potencia, la magnitud de la potencia reactiva y el desfase entre la tensión y la corriente vistos en la Figura 6. Incluso es de notar que su capacitancia es ampliamente mayor que la inductancia de TV003 (transformador de relación 300:1) y solo algunas veces mayor que la de los TV001 y TV002 (transformador de relación 1200:1).

Una alternativa para reducir la gran demanda de corriente presente durante el ensayo aumentando la frecuencia a la cual se realice, teniendo como límite según la norma 60 [Hz], ya que esto reduciría la reactancia capacitiva del dispositivo. El instituto ANSI estipula que el ensayo también puede ser llevado a cabo con una fuente DC que anularía el efecto capacitivo.

Referencias

- Electrical Insulation Conference. (2011). *Dry Testing of Non-conductive Liners*. Annapolis.
- Hipotronics Engineering Staff, H. I. (2009). *Effects of stray capacitancia on high voltage testing of vehicle-mounted elevating and rotating aerial devices in accordance with ANSI/SIA A92.2-2009*. North Brewster.
- IEC. (2017). *IEC 61057- Live Working Insulating aerial devices for mounting on a chassis*.
- Standards, ANSI/SIA. (2009). *Periodic/ Maintenance Test Procedures for Insulating Liners*.