



## CÁMARAS TÉRMICAS EN SUBESTACIÓN ELÉCTRICA (SSEE)

La supervisión efectiva de las subestaciones eléctricas es fundamental para mantener la integridad y confiabilidad del suministro eléctrico. Mientras que el SCADA proporciona un entendimiento profundo de las variables eléctricas, **LAMSCAM** ofrece una visión detallada de la salud térmica de la instalación. La combinación de ambos sistemas asegura que las subestaciones operen de manera óptima, mejorando la seguridad y reduciendo la variabilidad de la operación.



## Introducción

En el ámbito de la energía eléctrica, las subestaciones juegan un papel crítico en la distribución y transformación de la electricidad desde las plantas generadoras hasta los consumidores finales. Para asegurar la eficiencia y confiabilidad de estas instalaciones, es esencial monitorear diversas variables eléctricas y de temperatura.

Los sistemas SCADA como las Cámaras Térmicas, ambas en conjunto, pueden colaborar en la operación, mantención y seguridad de la SSEE.

El sistema SCADA es una solución diseñada para procesar y analizar datos de operación en tiempo real de diferentes puntos de un sistema productivo. En el contexto de una subestación eléctrica, el sistema SCADA supervisa variables eléctricas como voltaje, corriente, frecuencia, potencia, entre otras funciones. Estas variables son esenciales para operar y controlar el rendimiento de la subestación. Al monitorear estos datos, el SCADA ayuda a prevenir fallos, maximizar la eficiencia y garantizar una entrega segura de electricidad.

Mientras que **LAMSCAM** con las cámaras térmicas, se enfoca en monitorear la variable de temperatura de la SSEE. Las subestaciones eléctricas, con sus numerosos equipos, operando todo el tiempo, generando calor, los cuales al trabajar en alguna condición anómala puede provocarse un aumento inusual en la temperatura debido a un problema técnico. Los sobrecalentamientos podrían llevar a la SSEE a un fallo prematuro de los equipos o crear un problema catastrófico como incendio.

La solución **LAMSCAM**, mediante cámaras térmicas, captura datos de calor en tiempo real en diferentes áreas de la SSEE, como en transformadores, desconectadores, aisladores, condensadores, filtros armónicos, entre otros. Luego esta información térmica se muestra en el dashboard de monitoreo (Figuras 3.1 y 3.2), como datos de temperatura en línea de múltiples puntos, generando alarmas visuales y acústica cuando se detectan anomalías, registros históricos para la trazabilidad de la temperatura, conectividad de datos al SCADA y mucho más; permitiendo tomar acciones correctivas antes que se conviertan en problemas complejos, y así tener una operación segura, reduciendo el desplazamiento del personal a terreno, con menores costos de mantención y mejor sustentabilidad.



Figura 1: Funcionalidades de LamsCam en SSEE

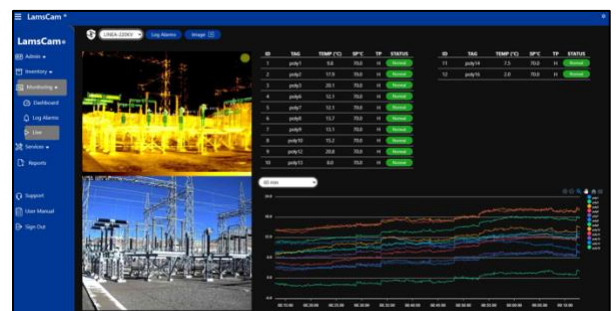


Figura 2: Funcionalidades de LamsCam en SSEE

## “VENTAJAS DE USAR LAMSCAM EN SSEE”

### 1.1. Conectores

Los conectores son componentes esenciales en cualquier circuito eléctrico ya que actúan como puentes, facilitando la conexión entre diferentes partes de un circuito. A pesar de su importancia, a menudo son pasados por alto en cuanto a su mantenimiento y revisión, lo que puede dar lugar a varios problemas.

El sobrecalentamiento es uno de los problemas más comunes asociados con los conectores. Cuando un conector se calienta más de lo debido, puede ser indicativo de problemas que, si no se atienden a tiempo, pueden llevar a fallas catastróficas. Las causas del sobrecalentamiento en conectores son:

- **Conexiones sueltas:** una conexión suelta puede ser resultado de un montaje deficiente o debido al desgaste y vibración con el tiempo. Si esta conexión no asegura un contacto sólido y firme entre las partes, puede resultar en una alta resistencia eléctrica y por ende, un sobrecalentamiento.
- **Conexiones corroídas:** la corrosión puede ser causada por la exposición a ambientes húmedos, salinos o corrosivos. Cuando un conector se corroe, la superficie de contacto se deteriora, aumentando la resistencia y generando calor excesivo durante el paso de la corriente.
- **Arcos internos:** estos chispazos que se generan cuando la corriente eléctrica salta a través de un espacio en el conector, en lugar de seguir un camino conductivo establecido, crean un arco eléctrico que puede generar mucho calor y dañar rápidamente los componentes del conector
- **Averías del aislamiento:** el aislamiento evita que la corriente escape y entre en

contacto con otros componentes o con el exterior. Si este aislamiento se daña, puede causar cortocircuitos o permitir que la corriente escape, generando calor en lugares no deseados.

### 1.2. Transformadores

Los transformadores son susceptibles a una serie de problemas y desafíos operativos que pueden afectar su rendimiento y en casos extremos, incluso provocar fallas catastróficas. Los problemas más reiterados es el sobrecalentamiento, pueden deberse a:

- **Sobrecargas:** son una de las principales causas de sobrecalentamiento en los transformadores. Cuando la demanda de energía supera la capacidad nominal del transformador, este puede calentarse en exceso, dañando el aislamiento y los bobinados internos. Lo que a su vez conlleva a una reducción en la vida útil del transformador y en última instancia, a una falla catastrófica.
- **Sobrecalentamiento en la saturación del núcleo:** cuando un transformador opera a un nivel de flujo magnético muy alto, el núcleo del transformador se satura, lo que provoca un aumento en la corriente y por lo tanto de calor. Esto puede dañar los materiales del núcleo y los devanados por sobre temperatura, lo que puede llevar a problemas graves en el transformador.
- **Fallas en el sistema de refrigeración:** los transformadores suelen estar equipados con sistemas de enfriamiento, como radiadores y aceite aislante para disipar el calor generado durante la operación. Si estos sistemas de refrigeración fallan o no funcionan de manera eficiente, el transformador puede sobrecalentarse y experimentar daños significativos.

- **Fugas de aceite:** el aceite aislante es fundamental para mantener la temperatura bajo control y prevenir la oxidación de los componentes internos. Si se produce una fuga en el sistema de aceite, no solo se pierde el aislamiento, sino que también se corre el riesgo de un incendio por sobre calentamiento.

### 1.3. Desconectadores

Los desconectadores tienden a tener diversos problemas que pueden comprometer su funcionamiento seguro y eficiente, siendo el más usual el sobrecalentamiento, que puede ser desencadenado por:

- **Contactos desgastados:** que resultan en una conexión eléctrica deficiente y generan una resistencia adicional que conduce al aumento de la temperatura.
- **Baja lubricación:** de los mecanismos internos de los desconectadores, puede causar fricción excesiva, lo que al mismo tiempo contribuye al sobrecalentamiento.
- **Desalineación mecánica:** de las partes móviles, puede generar un funcionamiento ineficiente y aumentar la posibilidad de fallos.
- **Erosión del arco:** ocurre cuando se interrumpe una corriente eléctrica de alta tensión. Este fenómeno puede erosionar gradualmente los contactos y los materiales circundantes, aumentando la temperatura en la zona.

### 1.4. Condensadores

Los condensadores son componentes indispensables para almacenar y liberar energía eléctrica, actuando como una "batería temporal". El sobrecalentamiento es el problema más frecuente de un condensador y no solo puede reducir su vida útil, sino que

también puede resultar en fallos catastróficos en un sistema eléctrico. Esto se debe a factores como:

- **Cortocircuitos internos:** el condensador está formado por dos placas conductoras separadas por un material dieléctrico. Un cortocircuito interno puede ocurrir cuando hay una conexión no deseada entre estas dos placas. Cuando esto sucede, se crea un flujo de corriente excesiva entre las placas, lo que puede generar un rápido aumento de la temperatura y en consecuencia, el sobrecalentamiento del condensador.
- **Ruptura dieléctrica:** el material dieléctrico es crucial para la función del condensador, ya que permite que el componente almacene energía sin permitir que la corriente fluya directamente entre las placas. Si este material se debilita o se daña, puede producirse una ruptura dieléctrica. Esta ruptura provoca una corriente que fluye entre las placas y asimismo, un sobrecalentamiento similar al producido por un cortocircuito.
- **Resonancia armónica:** estas frecuencias pueden interactuar con las características naturales de un condensador, llevándolo a una condición de resonancia. Cuando un condensador entra en resonancia armónica, puede comenzar a consumir una cantidad excesiva de corriente, lo que puede llevarlo a sobrecalentarse.
- **Tensiones internas:** pueden superar la capacidad del condensador, lo que potencialmente puede llevar a fallos prematuros por temperatura.

### 1.5. Reguladores

Los reguladores de voltaje desempeñan un papel crucial en el mantenimiento de la estabilidad y calidad del suministro eléctrico.

Estos dispositivos ajustan automáticamente la tensión de salida a un valor predeterminado, independientemente de las variaciones en la tensión de entrada o la carga conectada. Al hacerlo, garantizan que los equipos y sistemas conectados reciban un suministro eléctrico dentro de los rangos especificados, lo que es vital para su correcto funcionamiento y para prolongar su vida útil. Uno de los principales problemas que pueden surgir en un regulador es el sobrecalentamiento, son ocasionado por:

- **Cargas fluctuantes:** el regulador trabaja incorrectamente para mantener un perfil de voltaje consistente, en especial cuando se enfrenta a cargas inestables, lo que genera calor. Este calor, si no se disipa adecuadamente, puede acumularse y provocar un aumento de temperatura en el dispositivo.
- **Fallas de enfriamiento:** no solo reduce la eficiencia del regulador, sino que también puede acortar su vida útil y en casos extremos, llevar a fallos prematuros del dispositivo. Por lo tanto, es esencial que los reguladores estén equipados con sistemas de disipación de calor adecuados, como aletas de enfriamiento o ventiladores, para manejar la alta temperatura y evitar el sobrecalentamiento.
- **Exceso de sobrecarga:** si el regulador está siendo sometido a cargas que exceden su capacidad nominal, o que hay problemas en el sistema que lo rodea, como malas conexiones o equipos defectuosos, esto puede provocar problemas asociados con el sobrecalentamiento.

## 1.6. Interruptores

Los interruptores actúan como mediadores entre la fuente de alimentación y los dispositivos a los que suministra energía,

permitiendo el paso de la corriente eléctrica o interrumpiendo su flujo según se requiera. El sobrecalentamiento en los interruptores puede surgir debido a varias causas:

- **Alto voltaje:** un voltaje superior al recomendado o diseñado para el interruptor puede causar que este genere un calor excesivo. Este calor adicional puede afectar no sólo al interruptor mismo, sino también a los cables y dispositivos cercanos, comprometiendo la integridad del sistema en su conjunto.
- **Flujo excesivo de corriente:** si la cantidad de corriente que fluye a través del interruptor excede su capacidad máxima, esto puede llevar a un aumento de la temperatura. Con el tiempo, este calor constante puede causar daños en los componentes internos del interruptor, reduciendo su vida útil y en casos extremos, pudiendo llegar a provocar cortocircuitos o fallos eléctricos.
- **Entorno ambiental:** una ventilación inadecuada, acumulación de polvo y suciedad, pueden agravar los efectos del sobrecalentamiento.

## Conclusión

Son múltiples las potenciales fallas eléctricas ocasionadas por sobre temperatura, las que representan amenazas y peligros en la operación de los sistemas eléctricos. Estas fallas pueden manifestarse de diversas maneras, tales como conexiones sueltas, sobrecargas, desequilibrios en la carga y problemas armónicos. Estos fallos, aunque parezcan menores o insignificantes en un principio, tienen el potencial de generar graves consecuencias. Por ejemplo, una conexión eléctrica suelta o corroída puede no solo reducir la eficiencia de un equipo o sistema, sino que

también puede generar un incremento en la resistencia eléctrica, produciendo un exceso de calor, lo cual, si no se detecta a tiempo, podría conducir a un incendio.

Las sobrecargas, por su parte, pueden dañar seriamente los equipos y en el peor de los casos, puede generar arcos eléctricos, cuya sobre temperatura puede provocar explosiones si entran en contacto con gases inflamables o vapores presentes en el entorno industrial. Incluso, puede quemar a un operador de monitoreo de condiciones que se encuentre en el área.

**“Es vital conocer el estado de salud de los componentes que conforman la SSEE y los signos de sobrecalentamiento.”**

El monitoreo continuo de temperatura utilizando **LAMSCAM**, puede evitar muchos problemas operacionales, garantizando un funcionamiento eficiente de los circuitos eléctricos, con menores mantenciones y también un trabajo seguro para el personal de terreno dado que apoya el cumplimiento de la norma 70E de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) y las regulaciones del decreto 109, RPTD N° 08 y N° 15.

Sin lugar a dudas, siguiendo las prácticas habituales de mantenimiento y además con la incorporación de **LAMSCAM** para el monitoreo de condiciones de temperatura a distancia, es posible reducir significativamente la accidentabilidad, mejorando así la seguridad y calidad de la operación para un adecuado suministro eléctrico.

Este trabajo fue desarrollado por LAMS SpA.



#### Notas:

1. LAMS, es la empresa que ha desarrollado la solución de monitoreo de temperatura a distancia LAMSCAM.
2. LAMSCAM tiene propiedad intelectual en Chile N° 2022-A-9059.
3. LAMSCAM ha sido testeado por terceros con pruebas de ciberseguridad de Ethical Hacking.
4. LAMS es Diamond y Premium partner de la empresa alemana de cámaras térmicas Mobotix AG.