

## MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE VOLTAJE EN LA RED DE DISTRIBUCION DE BAJO VOLTAJE

### UNA INTRODUCCION AL REGULADOR DE VOLTAJE AUTOMATICO "VROT-X-Y"

*Aleksandar Lemez, Energo-Group Sarajevo (EGSA / EGC)*

*Dragan Lemez, Energo Group Canadá (EGC)*

*Edgar Varela, Energo Group Canadá (EGC)*

**Palabras clave:** *calidad de voltaje, transformador de regulación, mejora de las condiciones de voltaje, solución innovadora*

### ACTUALES PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN LA CALIDAD DE ENERGIA

Tanto las empresas eléctricas como los usuarios finales de energía eléctrica están cada vez más preocupados por la calidad y la eficiencia de la energía eléctrica suministrada. Los problemas relacionados con la calidad y la eficiencia de la energía no son necesariamente nuevos, y generalmente se pueden clasificar como:

- Envejecimiento y deterioro de la infraestructura existente
- Crecimiento continuo de la demanda y la carga
- Limitada capacidad de expansión y carga adicional
- Eficiencia en la transmisión y distribución
- Mala calidad de energía / voltaje

A medida que la condición de la infraestructura continúa deteriorándose y la carga continúa creciendo, la calidad de la energía, transmisión eficiencia de la distribución, seguridad pública, seguridad cibernética y el impacto económico para resolver estos problemas se vuelven más preocupantes no solo para los servicios públicos sino también para los consumidores industriales y residenciales. Estos son algunos de los mayores desafíos para las empresas de servicios públicos.

Las soluciones para estos problemas se abordan de muchas maneras:

- Los métodos tradicionales pueden ser bastante caros, requiriendo reconstrucciones importantes
- Larga duración de la construcción
- Grandes inversiones de capital
- Retorno a largo plazo y audiencias públicas

Este artículo se centra en la solución innovadora de EGC para el mejoramiento de la calidad de la potencia y el voltaje dentro de las líneas de baja tensión, pero al mismo tiempo aborda y resuelve otros problemas como un efecto de bola de nieve, tales como:

- Aumento de la eficiencia de las redes de distribución eléctrica
- Equilibrar cargas
- Mejorar el impacto en la selectividad y la sensibilidad de la protección de la red
- Posible control remoto / lectura de medidores de ingresos
- Reducción significativa de las pérdidas de potencia, armónicos y parpadeos
- Reducción o eliminación de flujo de corriente en el neutro
- Posibilidad de ampliar la longitud de la cobertura de las redes eléctricas existentes, sin necesidad de nuevas subestaciones
- ...

**Voltaje** es el parámetro básico y principal del sistema eléctrico, sobre el que se sustentan todos los parámetros eléctricos que definen el rendimiento técnico del sistema. Al distribuir energía eléctrica, es muy importante mantener niveles de voltaje estándar satisfactorios a lo largo de la red de distribución. Además de considerar la función de cada elemento de la red (carga resistiva, inductiva o capacitiva) y los factores para la calidad de la energía eléctrica a lo largo de una línea eléctrica de bajo voltaje, el modo de carga (equilibrado, desequilibrado) también es muy importante. El carácter y el régimen de carga que prevalecen en la línea eléctrica de baja tensión durante la distribución de la energía eléctrica afectan significativamente el nivel de tensión, lo que afecta la calidad, cantidad y tiempo de entrega de la energía eléctrica.

Los problemas de potencia más comunes se deben a la larga distancia del cliente final desde un transformador de 22,8/13,2 kV ó 13,8/7,8 kV y a la sobrecarga del alimentador de baja tensión, donde la calidad de la tensión a menudo no está dentro de los límites permitidos. Este artículo presenta la solución de pobres niveles de calidad de energía en baja tensión en un alimentador, mediante la introducción de un *transformador de regulación automática (VROT)*, instalación innovadora, de instalación rápida, solución EGC económicamente superior que satisfará la norma **IEC EN 50160** para la calidad de la energía y está en uso en Europa y Asia desde 2009. VROT se puede adoptar fácilmente para las redes de media o baja tensión existentes en Ecuador.

**Datos técnicos:**

Transformador de regulación y optimización de voltaje:

VROT-X-Y

X = potencia [kVA], a ser definida  
Y = fase (1, 2, 3), a ser definida

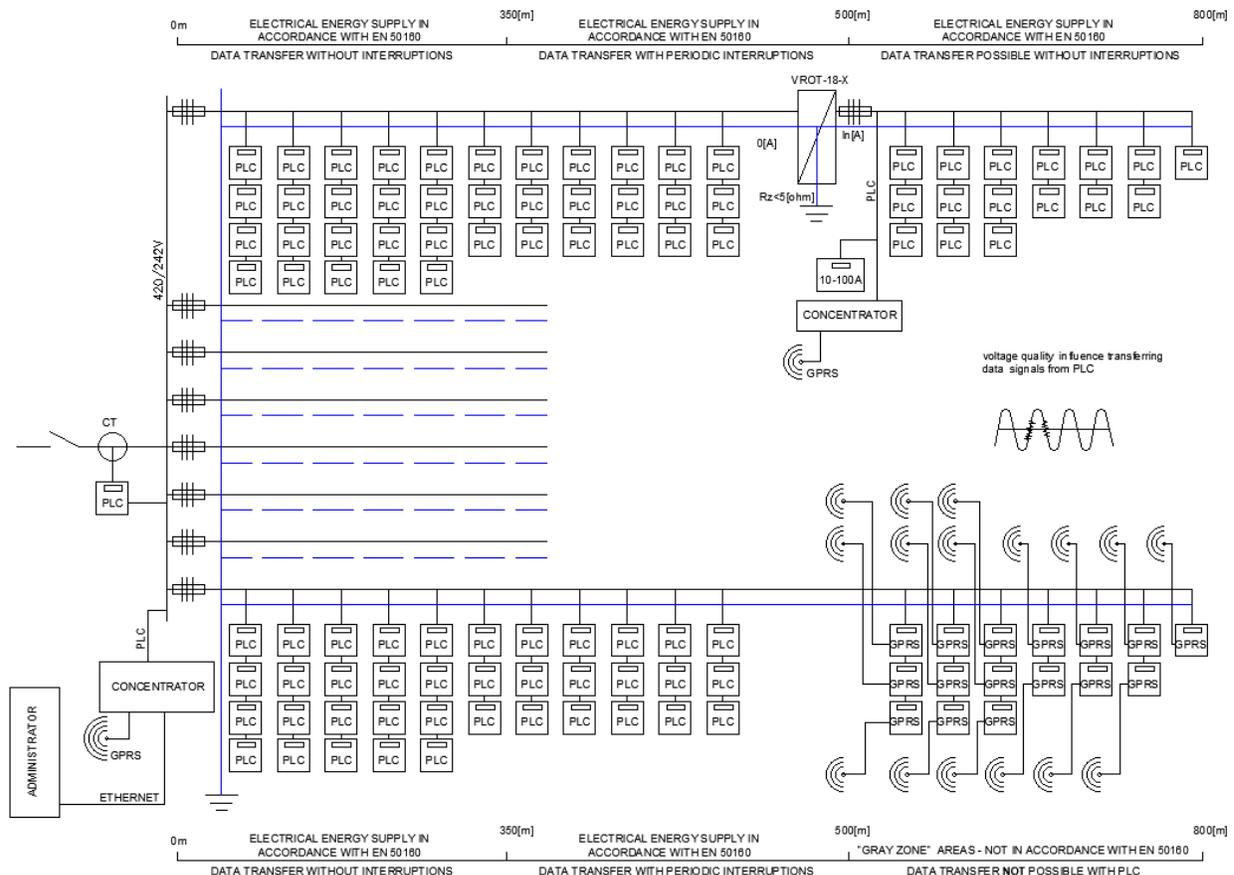
Las imágenes de la derecha muestran la configuración instalada monofásica y trifásica de VROT-18 en Europa.



Con el surgimiento del VROT, la tecnología y automatización han dado pasos agigantados en las áreas de distribución eléctrica, en varios países es obligatorio que las compañías de servicios públicos y, en menor medida, el usuario final o consumidor, adopten las ventajas de esta transformación tecnológica. Con los avances de la tecnología EGC, el modelo de red tradicional ahora se está transformando en una red inteligente más nueva. Este cambio de paradigma permitirá un proceso de toma de decisiones mejor informado y basado en el conocimiento en las empresas de servicios públicos de distribución.

Implementando VROT, en las redes de baja tensión, se logra un buen equilibrio de automatización. Con esta automatización, al equilibrar la potencia entregada, se reducirá la necesidad de construir nuevas redes, instalar nuevos transformadores y equipos, proporcionando así una reducción significativa en los fondos requeridos para mantener la calidad del servicio. Los activos de servicios públicos, como las subestaciones existentes y transformadores de distribución, podrán operar en estado estacionario, extendiendo su ciclo de vida de diseño y aprovechando al máximo su capacidad nominal de diseño. En general, el VROT proporciona a la red las capacidades de visibilidad, automatización y control donde antes no existían. Las empresas de servicios públicos ahora tendrán una comprensión más clara y mejor de sus redes operativas en tiempo real, dándoles la flexibilidad para realizar los cambios y mejoras más eficientes y óptimas. Conversión del sistema a Smart Grids. El efecto neto es mantener técnicamente el statu quo existente. Otras empresas de servicios públicos similares sin VROT podrían ver aumentos de costos de forma continua.

El siguiente diagrama muestra cómo el VROT se puede integrar dentro de cualquier sistema de hardware adicional, las compañías de servicios públicos locales están utilizando esta opción para leer los medidores de forma remota. Permitiéndoles identificar rápidamente cualquier medidor defectuoso.



## UN PROYECTO EN EUROPA COMO EJEMPLO - ED Subotica (empresa de distribución de energía eléctrica)

Después de la confirmación de que las condiciones de baja tensión están por debajo de los valores prescritos, de acuerdo con la norma EN 50160, debido a la larga distancia desde la subestación de 13,7 (22,8) / 0,22 kV y la sobrecarga, la determinación de la ubicación donde instalar el transformador de regulación en una red de servicios públicos de baja tensión es lo primero. La elección de la ubicación determina qué tipo y potencia se instalará el transformador de regulación. A continuación, la carga del poste del poste seleccionado debe examinarse de acuerdo con el tamaño y el peso del transformador de regulación seleccionado y, si es necesario, también se debe predecir el reemplazo del poste. Después de seleccionar un poste adecuado, es necesario verificar la conexión a tierra del poste de acuerdo con las instrucciones del fabricante del transformador y las instrucciones recomendaciones técnicas.

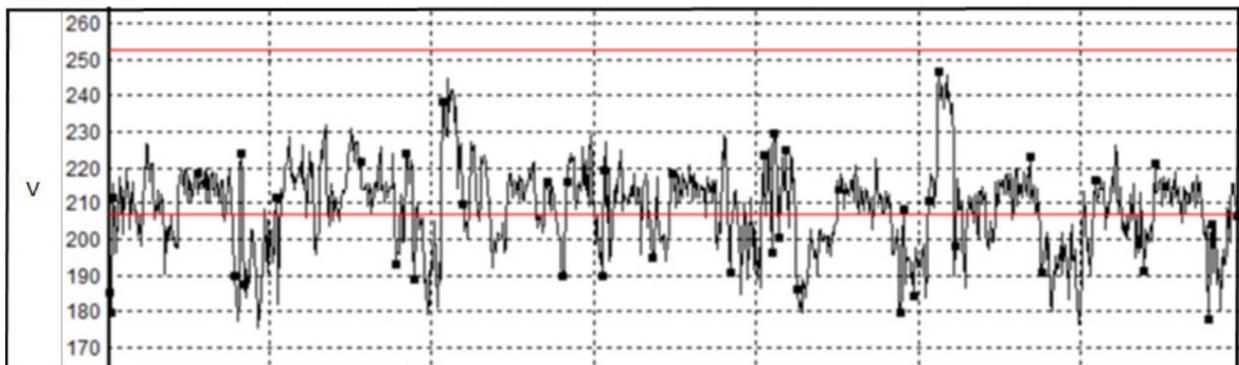


En la instalación, se dan los resultados de medición de la calidad del voltaje antes y después de la instalación. La medición de la calidad del voltaje fue realizada por analizadores de red en el cliente con las peores condiciones de calidad de voltaje en el alimentador de bajo voltaje observado. Al final de este artículo se enumeran y describen las ventajas de la instalación del transformador de regulación VROT-18-1. Aquí, estamos abordando solo los resultados resumidos de alto nivel de este informe completo del Proyecto. La norma 50160 prescribe que, en condiciones normales de funcionamiento, excepto en situaciones derivadas de un mal funcionamiento o interrupción del suministro de energía, durante cada período de una semana, el 95% de los valores medios de nivel de voltaje efectivo de diez minutos deben estar en el rango de  $U_n \pm 10\%$ , y el 100% de los valores de nivel de voltaje efectivo medio de diez minutos deben estar en el rango  $U_n +10\% / - 15\%$ . El análisis del método tradicional (reorganización de usuarios monofásicos, aumento del voltaje de la subestación, aumento de las secciones transversales de los conductores, instalación de baterías de condensadores) no resultó ser una solución estándar y económica.

### LECTURAS REGISTRADAS:

Name	Test results	Nominal	Lower Limit %	Upper Limit %
Aggregation	% OK needed		Lower Limit	Upper Limit
Number of aggregations	% OK	AVG of aggregations	MIN of aggregations	MAX of aggregations
Slow Variations V rms L1	Test failed	230,0 V	-10,0%	+10,0%
10 min	95,0		207 V	253 V
1006	60,0	208,9 V	175,7 V	246,7 V
Slow Variations V rms L1	Test failed	230,0 V	-15,0%	+10,0%
10 min	100,0		195,5 V	253 V
1006	85,9	208,9 V	175,7 V	246,7 V

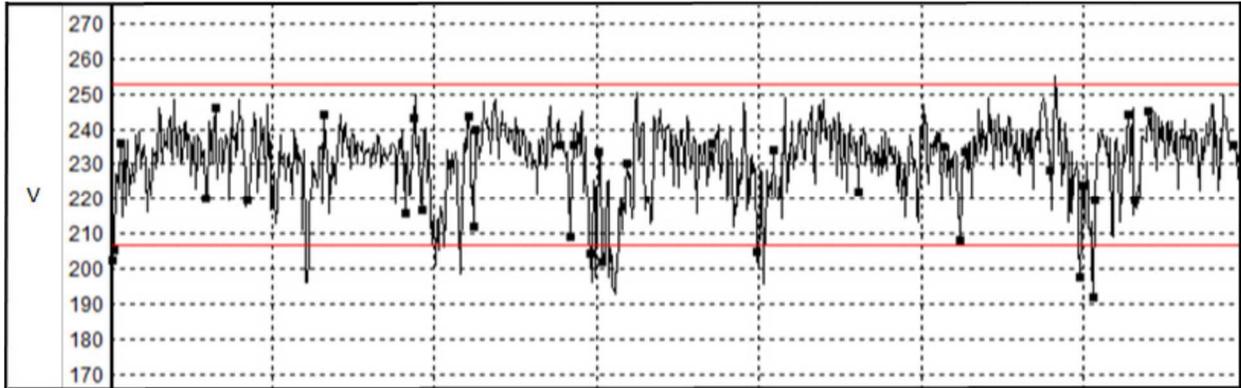
Cuadro 1 – Niveles de tensión de acuerdo con la norma EN 50160 en el último consumidor existente en la línea de baja tensión **antes de** la instalación del transformador de regulación VROT-18



Grafica 1 – Diagrama de nivel de tensión de acuerdo con EN 50160 en el último consumidor existente en la línea de baja tensión **antes de** la instalación del transformador de regulación VROT-18

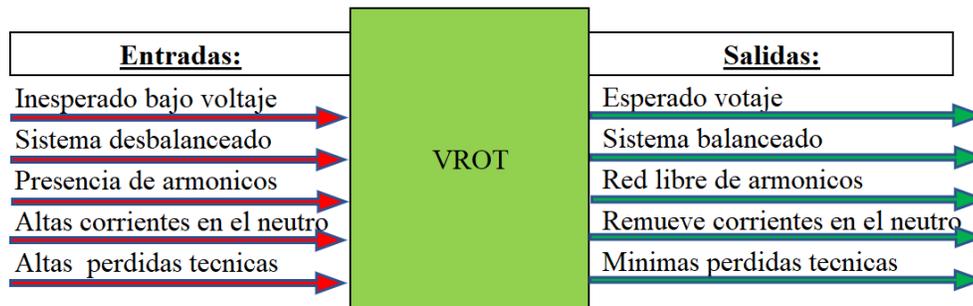
Name	Test results	Nominal	Lower Limit %	Upper Limit %
Aggregation	% OK needed		Lower Limit	Upper Limit
Number of aggregations	% OK	AVG of aggregations	MIN of aggregations	MAX of aggregations
Slow Variations V rms L1	Test failed	230,0 V	-15,0%	+10,0%
10 min	100,0		195,5 V	253 V
1006	99,5	231,7 V	192,1 V	255 V
Slow Variations V rms L1	Test passed	230,0 V	-10,0%	+10,0%
10 min	95,0		207 V	253 V
1006	96,4	231,7 V	192,1 V	255 V

Cuadro 2 – Niveles de tensión de acuerdo con la norma EN 50160 en el último consumidor existente en la línea de baja tensión **después de** la instalación del transformador de regulación VROT-18



Grafica 2 – Diagrama de nivel de tensión de acuerdo con EN 50160 en el último consumidor existente en la línea de baja tensión **después de** la instalación del transformador de regulación VROT-18

## FUNCIONES BÁSICAS DEL VROT



## BENEFICIOS ECONÓMICOS

El análisis del método tradicional (reorganización de usuarios monofásicos, aumento del voltaje de la subestación, aumento de las secciones transversales de los conductores, instalación de bancos de condensador, no resultó en la satisfacción de la solución estándar y económica. En este ejemplo de proyecto, sería necesario construir nuevas líneas de distribución y subestaciones para proporcionar calidad de energía a los usuarios finales que estén muy alejados al final de la línea. Esa fue una solución extremadamente costosa con una construcción de mayor tiempo. La inversión será alta y el retorno de la inversión (ROI) sería extremadamente bajo o nulo, ya que no hay muchos usuarios finales afectados.

La solución VROT se ofrece aquí un día de instalación y garantía instantánea de calidad de energía a esos usuarios finales. Muy baja inversión en comparación con el método tradicional y el ROI es alto. Podemos decir que en este caso la comparación del ROI estuvo en el rango de 5:1 (VROT: Solución tradicional).

## CONCLUSIONES:

- Los resultados anteriores demuestran mejoras rápidas de los voltajes para satisfacer los estándares y mejorar la red general de baja tensión.
- La solución de la aplicación de VROT, es financieramente viable y mucho más conveniente que las soluciones tradicionales

**PÁGINA DE BONIFICACIÓN-#1 – ALGUNAS IMÁGENES DE LA INSTALACIÓN DE VROT-18-1**



1. Lugar de instalación VROT-18-1 en alimentación LV desde la subestación



2. Aldea remota - energía suministrada desde VROT-18-1



3. Elevación VROT-18-1 en poste



4. Montaje VROT-18-1 en poste.



5. VROT-18-1 instalado en el poste



6. La protección de sobretensiones por descargas atmosféricas, VROT-18-1 no está dañado

**PÁGINA DE BONIFICACIÓN-#2 –INSTALACIÓN VROT-18-3 – REEMPLAZA LA NECESIDAD DE UNA NUEVA SUBESTACIÓN**



1. Instalación del soporte para VROT-18-3



2. Elevación, VROT-18-3 en poste



3. Montaje VROT-18-3 en el poste



2. VROT-18-3 instalado y energizado