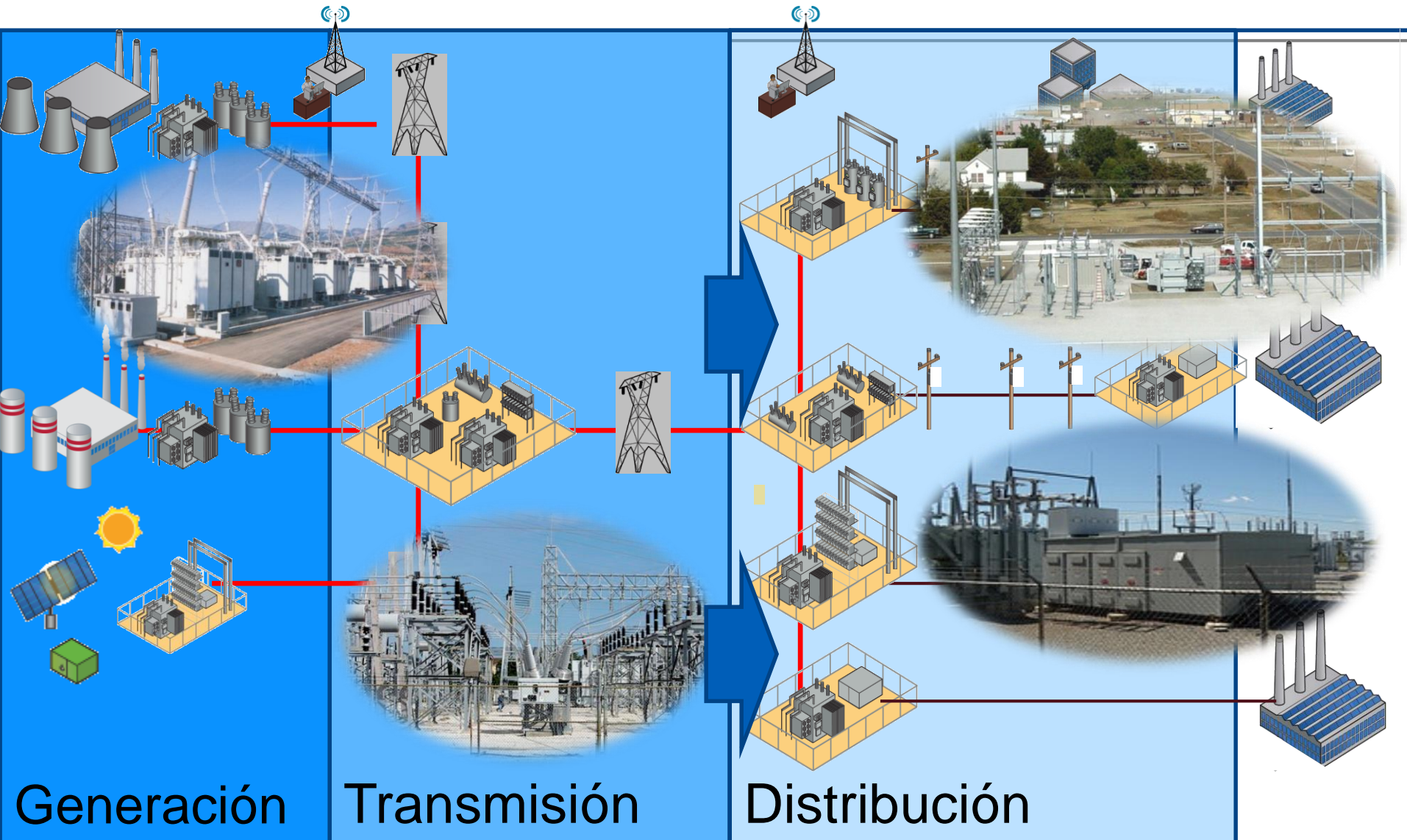




# Calidad de Energía en Media Tensión para Sistemas de Distribución

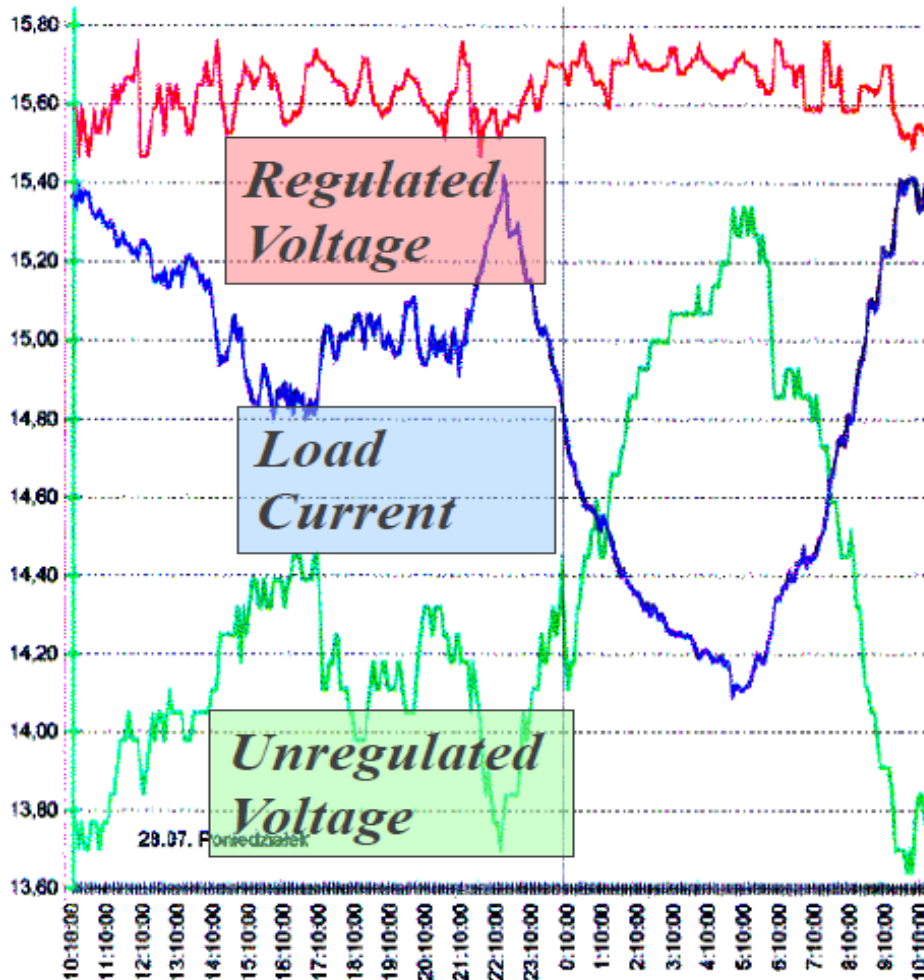
Soluciones Cooper Power Series

# De la generación al medidor



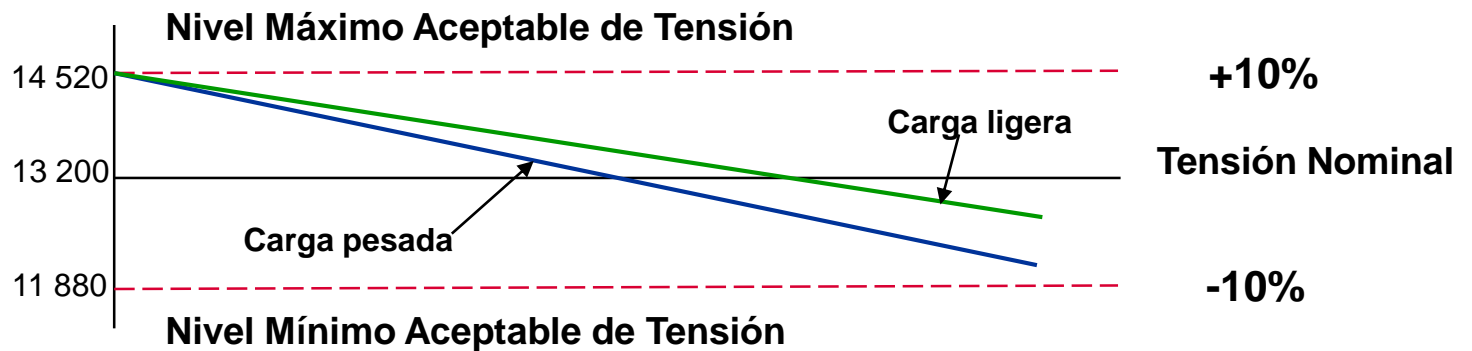
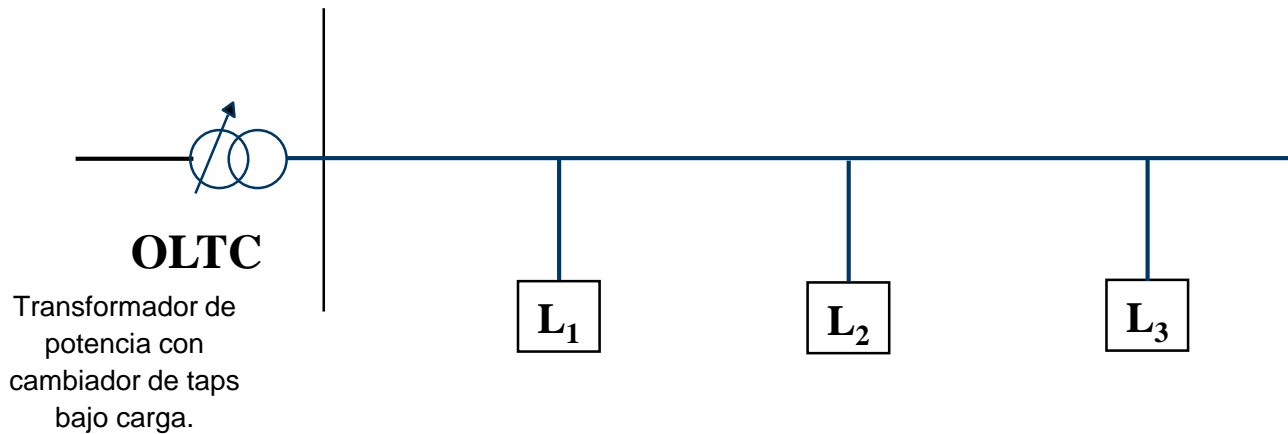
**Campo de Acción**

# ¿Por qué regular el voltaje?

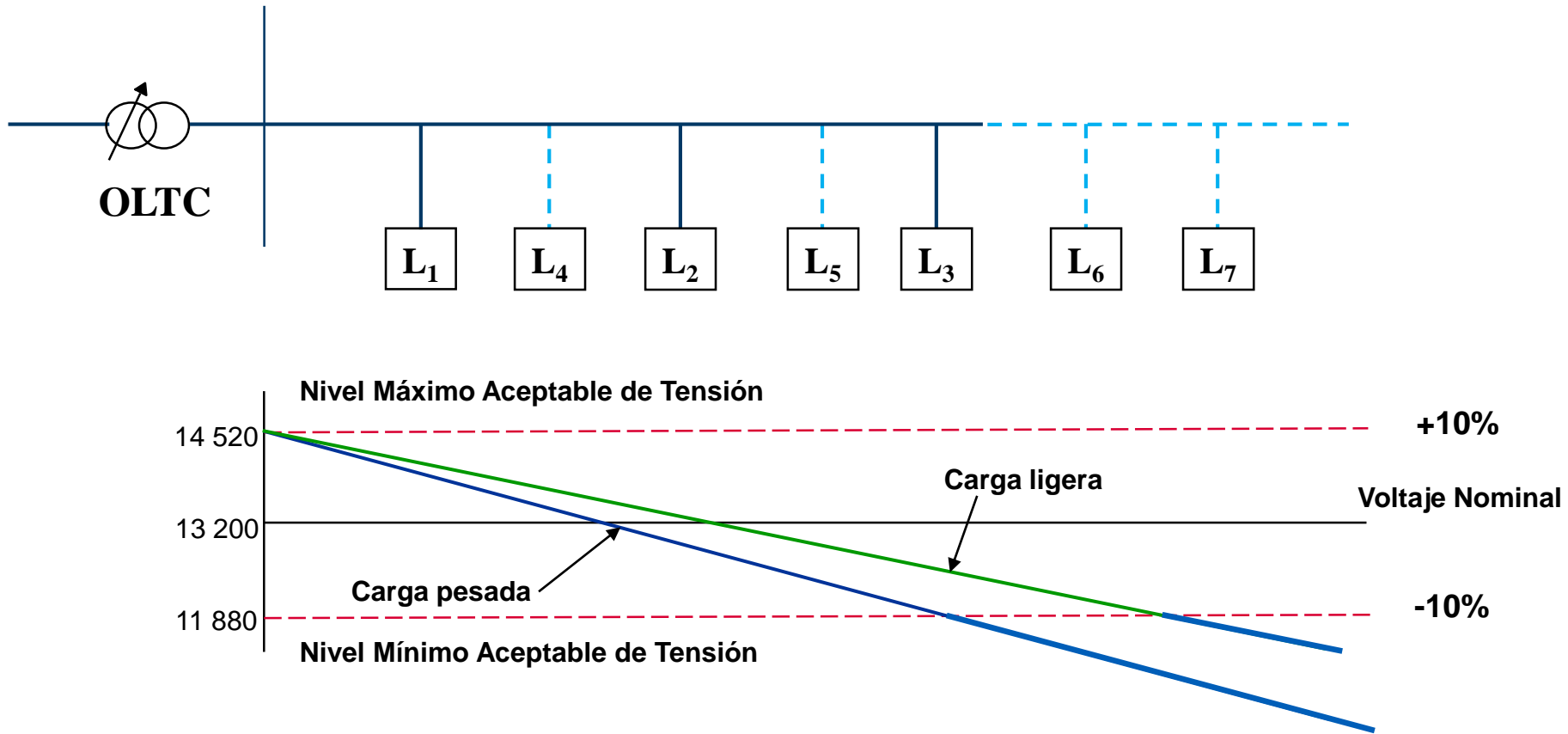


- Corregir el bajo voltaje de suministro de la red pública
- Proporcionar un control de calidad de potencia ajustado sobre el voltaje entrante
- Corrige caídas y subidas de voltaje
- Mejorar la eficiencia de la planta
- Recopilar datos de medición
- Gestión de la demanda y automatización de la distribución

# Caída de Tensión



# Caída de Tensión





# Posibles Soluciones para Mejorar la Tensión

## Incrementar la Tensión.

Ej. De 13,2 a 23 kV

- Costoso
- Tardado
- Laborioso

13,2 kV

## Cambiar Taps

- Proceso Manual
- Dependiente de la carga mínima y máxima

## Incrementar Calibre del Conductor

- Costoso
- Incremento 3% de la tensión
- Tardado
- Laborioso

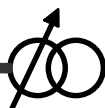
13,2 kV

## Nueva Subestación y Líneas de Transmisión y Distribución

- Costoso
- Tardado
- Laborioso

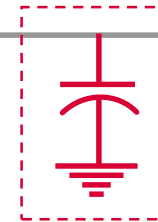
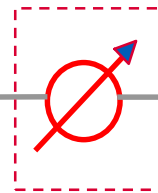
# Posibles Soluciones para Mejorar la Tensión

## Agregar Reguladores y Capacitores

  
13,2 kV

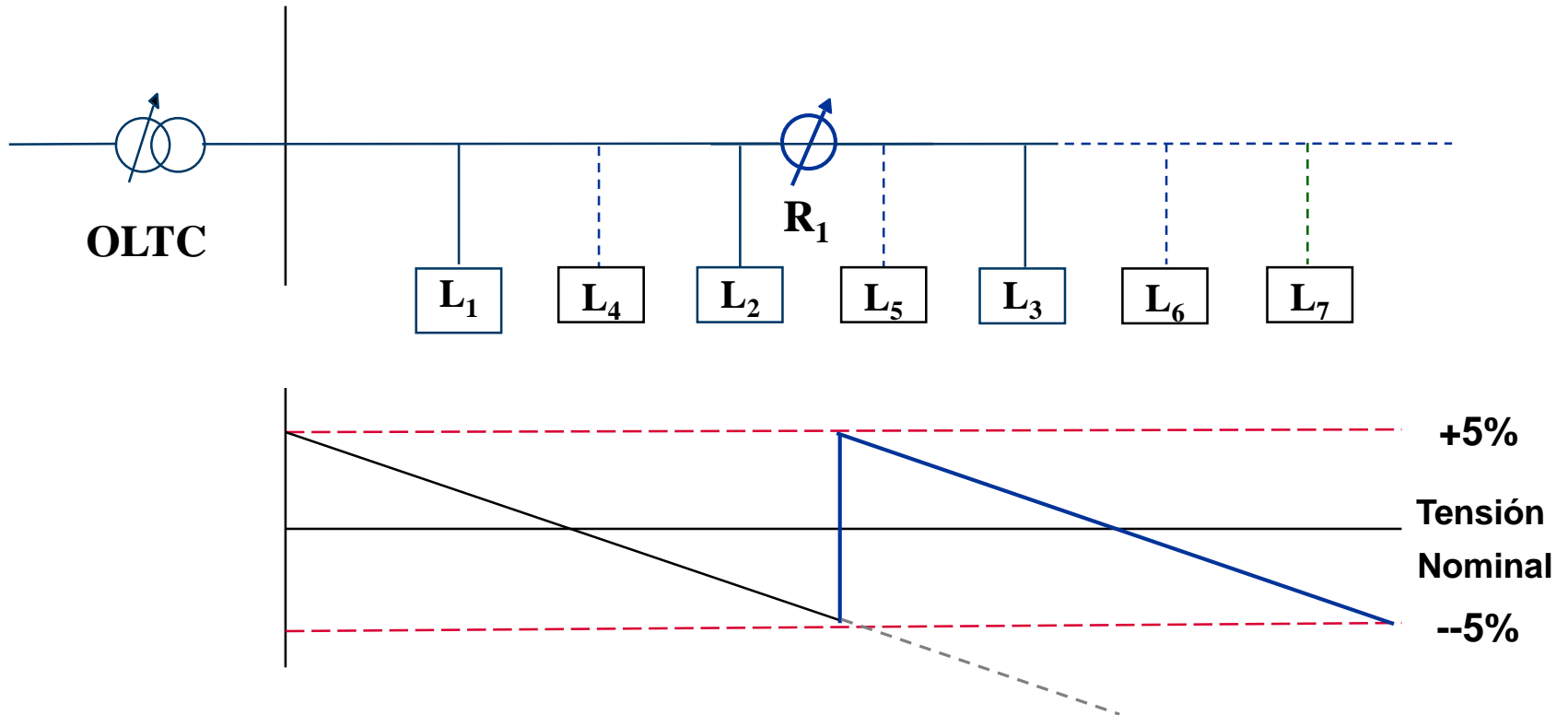


- $\pm 10\%$  Regulación de Tensión
- Económico
- Instalación rápida
- Solución a largo plazo



- Menor costo
- Incremento de tensión de 2-4%
- Corrección factor de potencia

# Regulación de Tensión



Los Reguladores de Tensión (RT) resuelven problemas de caídas de tensión.



# Consideraciones de Costo del Regulador

- Los reguladores están separados del transformador
- Los reguladores se pueden dimensionar de forma óptima para la capacidad requerida
- Los reguladores incluyen bypass para permitir la extracción sin interrupciones si se requiere el reemplazo o el mantenimiento sin interrumpir el servicio.
- Común tener un repuesto en stock si es necesario
- Normalmente se maneja con un montacargas o un camión con plataforma

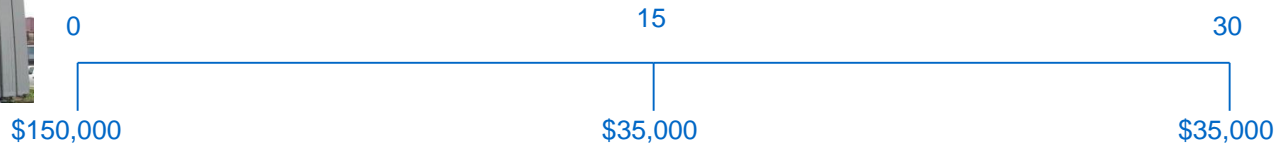


# Costo de la Regulación

Comparación basada en 5 MVA, 13200GY/7620, 438 A



## Transformador LTC



= \$220,000 USD



## Banco de Reguladores Poste



= \$100,000 USD



## Banco de Reguladores Pedestal



= \$108,000 USD

\*Los precios son sólo de referencia

# Regulador de Tensión



- Monofásico.
- Cambiador de taps de 32 pasos.
- +/- 10% regulación en conexiones estrella o delta abierta.
- Poderoso control microprocesado.
- Rápida y eficiente respuesta automática a cambios en el sistema.
- Proveen un punto de medición por cada fase.

# Alcance Reguladores de Tensión

---

- +/- 10% Regulación en 32 pasos de 5/8%
- Sobre elevación de temperatura 55/65 °C (12% más capacidad)
- 25 a 1665 Amperes
- 50 Hz: 6600 V a 33000 V (95-200 BIL)
- 60 Hz: 2400 V a 34500 V (60-200 BIL)
- Opción de enfriamiento forzado (33% más capacidad)
- Aceite mineral o Aceite Vegetal FR3

# Construcción

---

Un regulador de tensión tiene **3** partes básicas:

- **Autotransformador:** Un transformador en donde una parte de una bobina es común a las bobinas primaria y secundaria.
- **Cambiador de derivaciones (taps) bajo carga:** Un interruptor diseñado para trabajar bajo carga para cambiar la configuración de la bobina de un transformador.
- **Control del regulador:** Un control que detecta las características del sistema y automáticamente da el comando al cambiador de taps.

# Regulación por Pasos



- Cada paso del cambiador de derivaciones (taps) es de  $\frac{5}{8} \%$
- Excelente y fina regulación
- Permite ajustes aproximados de 83 Volts en sistemas de 13200 V

|        |     | N      |     |        |
|--------|-----|--------|-----|--------|
| R      |     | 13,200 | L   |        |
| 13,283 | 1R  | 0.6%   | 1L  | 13,118 |
| 13,365 | 2R  | 1.3%   | 2L  | 13,035 |
| 13,448 | 3R  | 1.9%   | 3L  | 12,953 |
| 13,530 | 4R  | 2.5%   | 4L  | 12,870 |
| 13,613 | 5R  | 3.1%   | 5L  | 12,788 |
| 13,695 | 6R  | 3.8%   | 6L  | 12,705 |
| 13,778 | 7R  | 4.4%   | 7L  | 12,623 |
| 13,860 | 8R  | 5.0%   | 8L  | 12,540 |
| 13,943 | 9R  | 5.6%   | 9L  | 12,458 |
| 14,025 | 10R | 6.3%   | 10L | 12,375 |
| 14,108 | 11R | 6.9%   | 11L | 12,293 |
| 14,190 | 12R | 7.5%   | 12L | 12,210 |
| 14,273 | 13R | 8.1%   | 13L | 12,128 |
| 14,355 | 14R | 8.8%   | 14L | 12,045 |
| 14,438 | 15R | 9.4%   | 15L | 11,963 |
| 14,520 | 16R | 10.0%  | 16L | 11,880 |

# Selección de reguladores de tensión

Ejemplo:

1. - Tensión del sistema  $3\Phi$  : 13,2 kV

Carga: 5 MVA = 5 000 kVA

2.- Corriente de línea

$$I = \frac{3\Phi \text{ Carga}}{V_{L-L} \times \sqrt{3}} = \frac{5\,000 \text{ kVA}}{13,2 \text{ kV} \times 1,7321} = 219 \text{ A}$$

← Tensión del sistema

3.- Determinar conexión del sistema:

- Conexión Estrella (Y, 3 fases, 4 hilos): Tensión de línea a tierra
- Conexión Delta ( $\Delta$ , 3 fases, 3 hilos): Tensión de línea a línea



# Un Regulador – Tensiones Múltiples

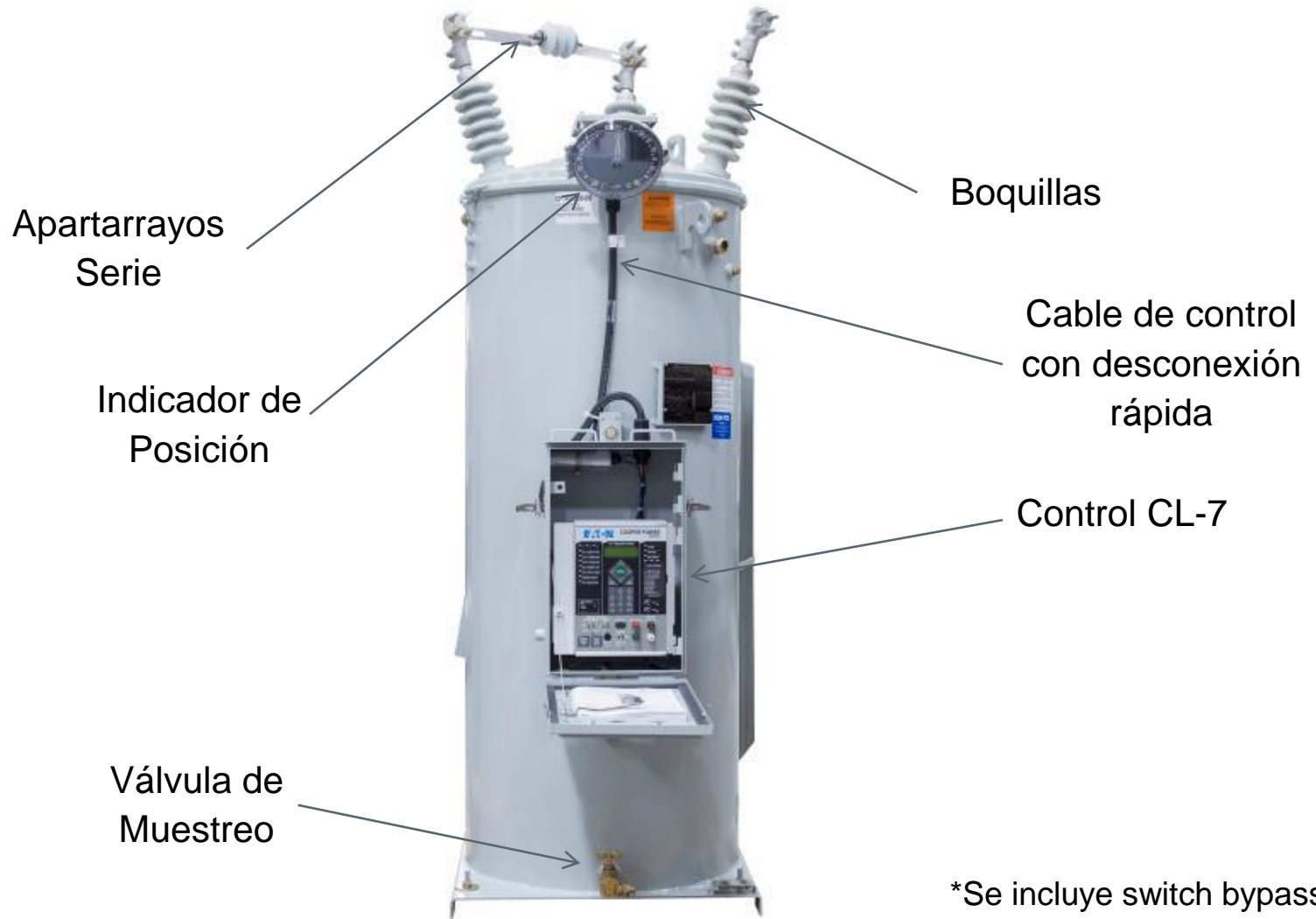
Relación entre V oper  
y V RCT

Relación entre V oper y V del  
control (120 V)

| Derivación en uso | Carga volts | Derivación del devanado del control | Relación TP interno | Derivación RCT (Control) | Voltaje de terminal de prueba | Relación de TP |
|-------------------|-------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------|
| O                 | 14400       | E1                                  | 120:1               | 120                      | 120                           | 120:1          |
| O                 | 13800       | E1                                  | 120:1               | 115                      | 120                           | 115:1          |
| O                 | 13200       | E1                                  | 120:1               | 110                      | 120                           | 110:1          |
| O                 | 12000       | E1                                  | 120:1               | 104                      | 115                           | 104:1          |
| O                 | 7970        | E2                                  | 60:1                | 133                      | 120                           | 66.5:1         |
| O                 | 7620        | E2                                  | 60:1                | 127                      | 120                           | 63.5:1         |
| O                 | 7200        | E2                                  | 60:1                | 120                      | 120                           | 60:1           |
| O                 | 6900        | E2                                  | 60:1                | 115                      | 120                           | 57.5:1         |

| <b>Derivaciones estándar</b> |              |             |       |             |       |      |      |      |
|------------------------------|--------------|-------------|-------|-------------|-------|------|------|------|
| 2500 V                       | 2500         | <u>2400</u> |       |             |       |      |      |      |
| 5000 V                       | 5000         | <u>4800</u> | 4160  | 2400        |       |      |      |      |
| 7620 V                       | 8000         | 7970        | 7620  | <u>7200</u> | 6930  | 4800 | 4160 | 2400 |
| 13800 V                      | <u>13800</u> | 13200       | 12470 | 12000       | 7970  | 7620 | 7200 | 6930 |
| 14400 V                      | <u>14400</u> | 13800       | 13200 | 12470       | 7970  | 7620 | 7200 | 6930 |
| 19920 V                      | <u>19920</u> | 17200       | 16000 | 15242       | 14400 | 7970 | 7620 | 7200 |
| 34500 V                      | <u>34500</u> | 19920       |       |             |       |      |      |      |

# Características Regulador Poste



# Características Regulador Pedestal

Boquillas + Insertos o  
Terminales de 600 A

Indicador de Posición



Switches  
Seccionadores

- Fuente
- Bypass
- Carga

Válvula de Muestreo

Control CL-7

# Reguladores Multi-Fase



# Instalación compacta y de bajo perfil



# Cambiador de Taps Quik-Drive

- Mayor vida
  - Tiene **20% menos partes** que los cambiadores de resortes, lo que se traduce en menos mantenimiento, mayor vida y menores costos totales.
  - El engrane/rueda asegura pasos exactos sin la necesidad de resortes calibrados especiales, y otorga **mayor exactitud en el cambio de taps**, extendiendo la vida de los contactos y requiere menos mantenimiento.
- Calidad de Energía mejorada
  - Cambia todas las 33 posiciones en menos de 10 segundos, **5 a 10 veces más rápido** que los cambiadores tradicionales de resortes.
  - La velocidad trae consigo una **mejor calidad de energía** y **recuperación más rápida** de cambios grandes de tensión, lo que protege el equipo del cliente.





# Control CL-7



LEDs de estado de regulación y control

LEDs de estado de condición y definibles por el usuario

Claves de LEDs y accesos definidos por el usuario

LEDs de actividad de comunicaciones

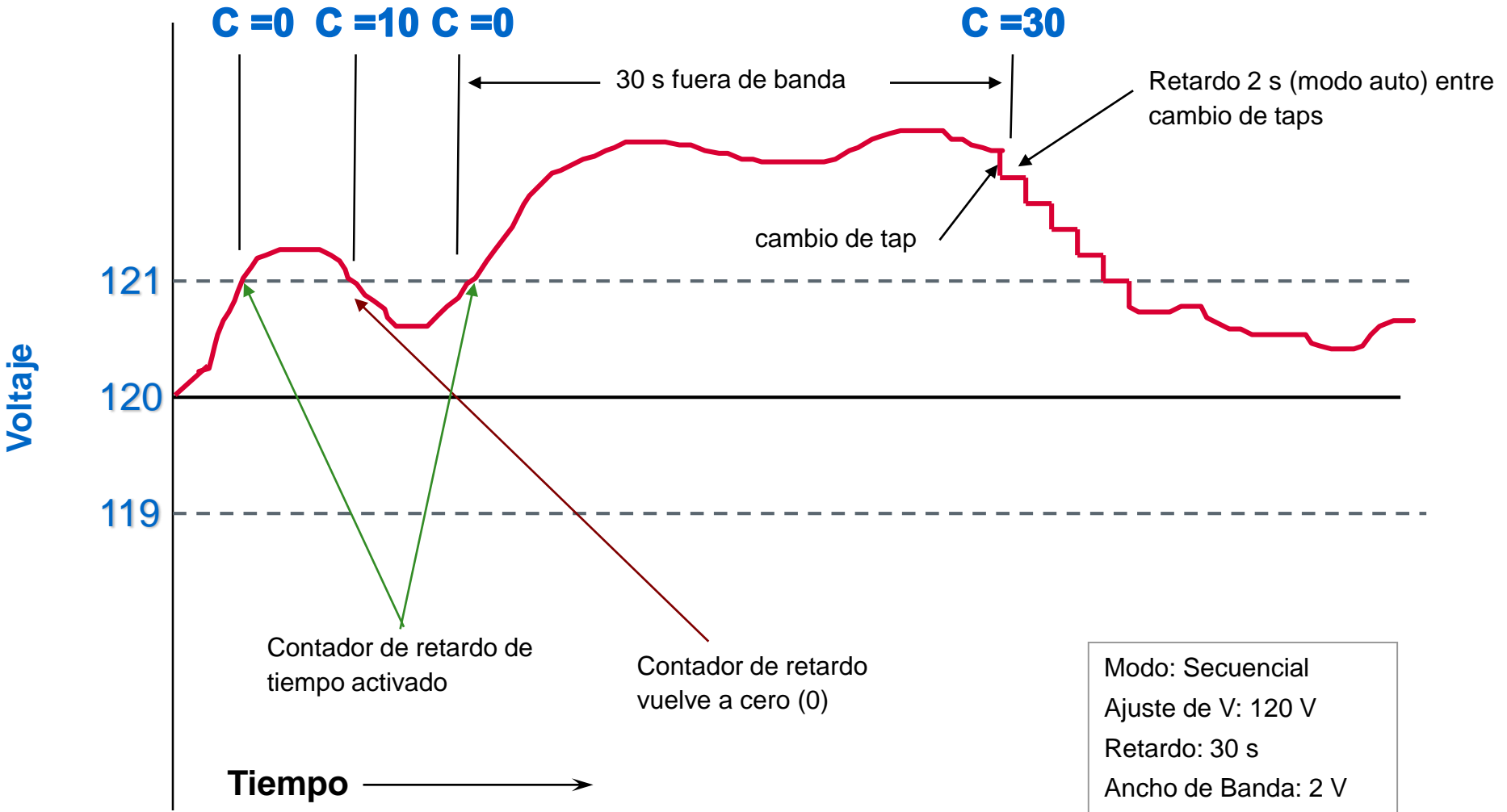
Voltímetro y terminales de fuente de alimentación externa

Puerto USB y PC Com 1

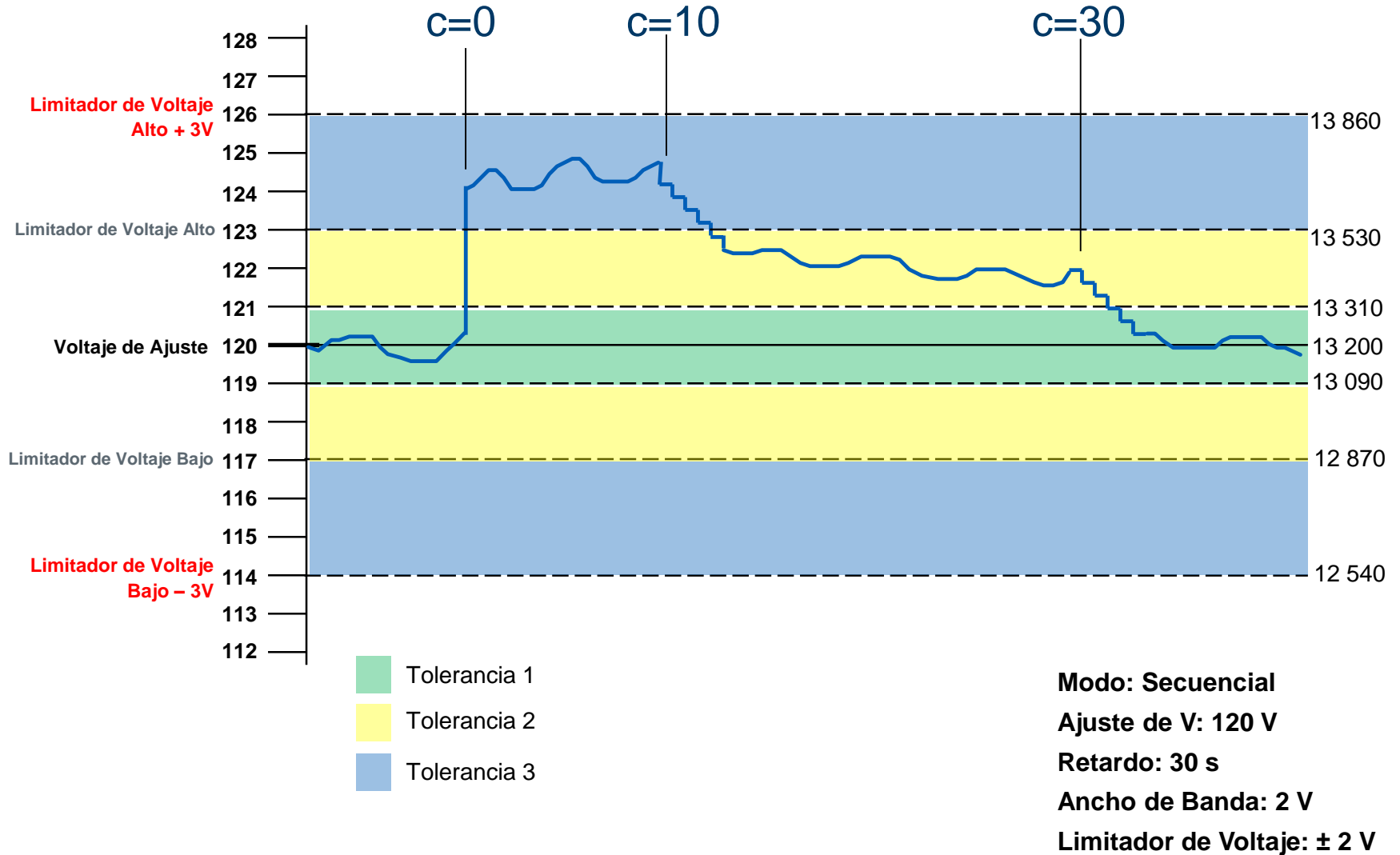
Panel de operación con doble indicación de LED neutral



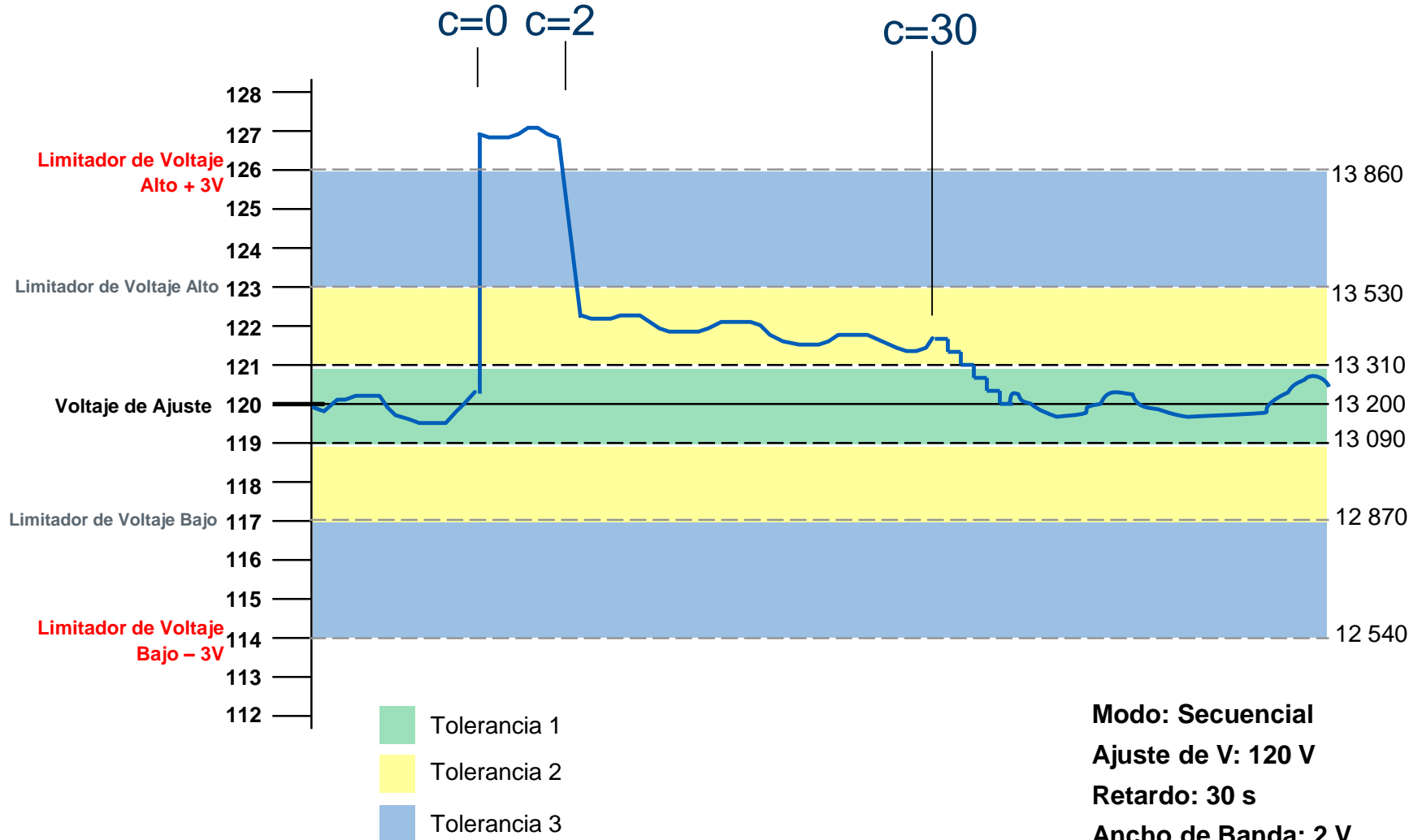
# Modo de Operación



# Limitador de Voltaje: Respuesta Baja



# Limitador de Voltaje: Respuesta Alta

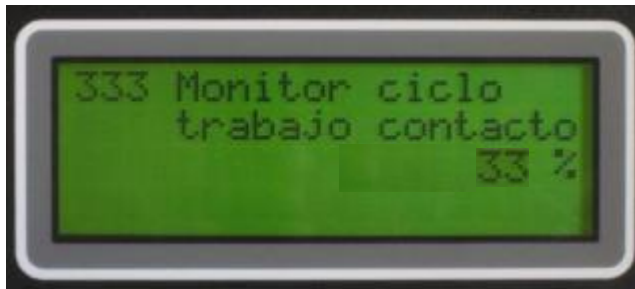


# Medición

- Voltaje carga secundario
- Voltaje fuente secundario
- Voltaje compensado secundario
- Corriente carga primario
- Voltaje fuente primario kV
- Voltaje carga primario kV
- Posición de toma
- Factor de potencia
- Carga kVA
- Carga kW
- Carga kVAr
- Frecuencia de línea
- DAT (distorsión armónica total) de voltaje, 2°-15° armónico de voltaje
- DAT (distorsión armónica total) de corriente, 2°-15° armónico de corriente
- Energía kW-h directa
- Energía kW-h inversa
- Voltaje carga alto/bajo/presente
- Voltaje comp. alto/bajo/presente
- Corriente carga alto/bajo/presente
- Factor potencia a max/min/ kVA
- Carga kVA alto/bajo/presente
- Carga kW alto/bajo/presente
- Carga kVAr alto/bajo/presente
- Máxima posición de toma
- Mínima posición de toma
- Máximo % boost (aumento)
- Máximo % buck (reducción)

# Monitor de ciclo de operación

- El control CL-7 muestra el valor de la vida utilizada (FC 333)
  - Expresada en porcentaje
  - Expresada hasta el tercer punto decimal
- Puede ser utilizada para generar alarmas
- También se cuenta con detalle por contacto por software



| Contact | % Consumed |
|---------|------------|
| M1      | 0.03514    |
| M2      | 0.02646    |
| M3      | 0.02839    |
| M4      | 0.03217    |
| SNA     | 0.00912    |
| SNB     | 0.00942    |
| S1A     | 0.00796    |
| S1B     | 0.01581    |
| S2A     | 0.01501    |
| S2B     | 0.01592    |
| S3A     | 0.01493    |
| S3B     | 0.01533    |
| S4A     | 0.01384    |
| S4B     | 0.01419    |
| S5A     | 0.01289    |
| S5B     | 0.01515    |
| S6A     | 0.01349    |
| S6B     | 0.01620    |
| S7A     | 0.01505    |
| S7B     | 0.01619    |
| S8A     | 0.01497    |
| S8B     | 0.00885    |
|         |            |

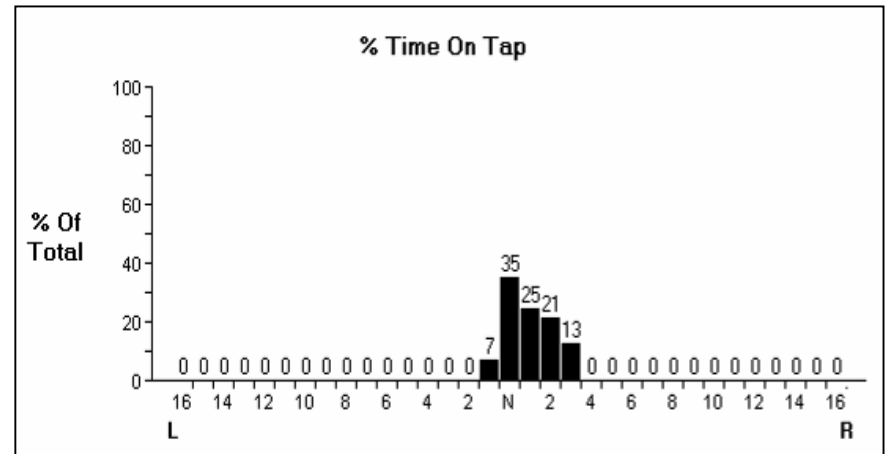
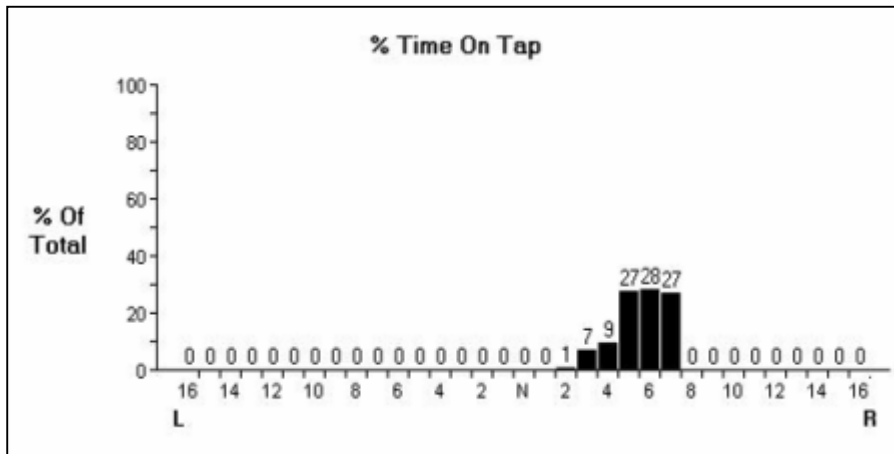
# Comunicación

---

- Software de interfase ProView NXG
- Protocolos
  - DNP 3.0
  - IEC 61850
  - IEC 60870-5
  - 2179
  - MODBUS (Serial)
- El ProView permite guardar configuraciones en una USB para después ser descargadas en el control.

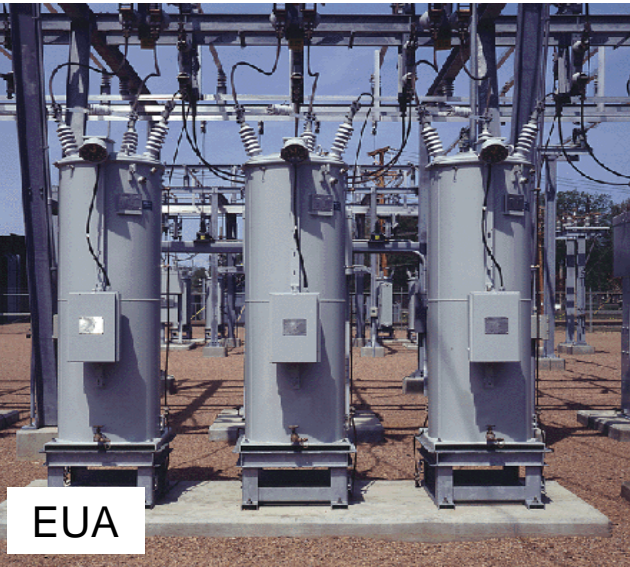
# Tiempo-en-Tap

- Tiempo-en-Tap registra el tiempo que el cambiador ha estado en cada posición
- Puede ser visto con el programa ProView.





# Instalaciones de Reguladores



EUA



Canadá



México



Colombia



Panamá



Italia

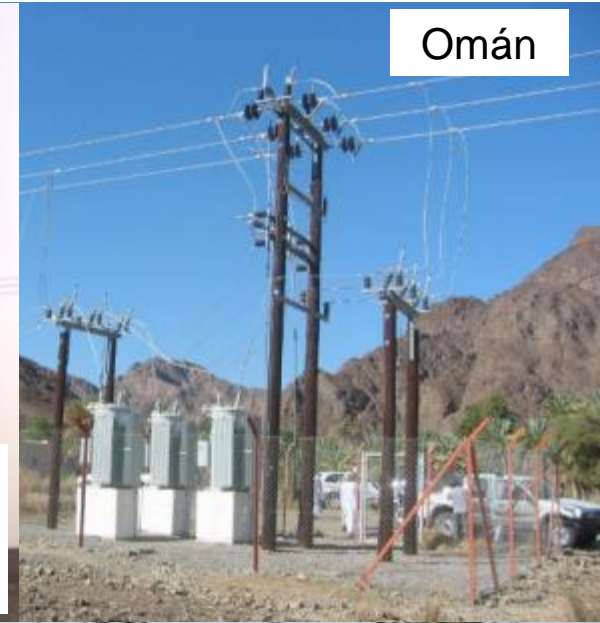


# Instalaciones de Reguladores

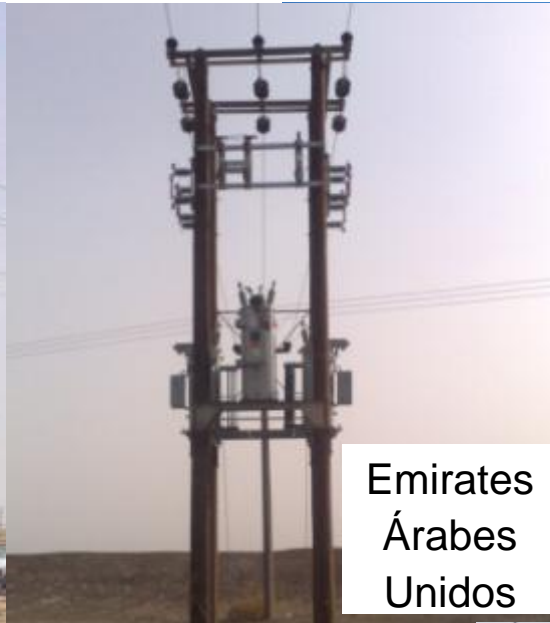
Arabia Saudita



Omán



Emiratos Árabes Unidos



Camboya



Australia



Corea



# Reguladores de Voltaje EVER-Tap



**EATON**

*Powering Business Worldwide*

© 2018 Eaton. All rights reserved.

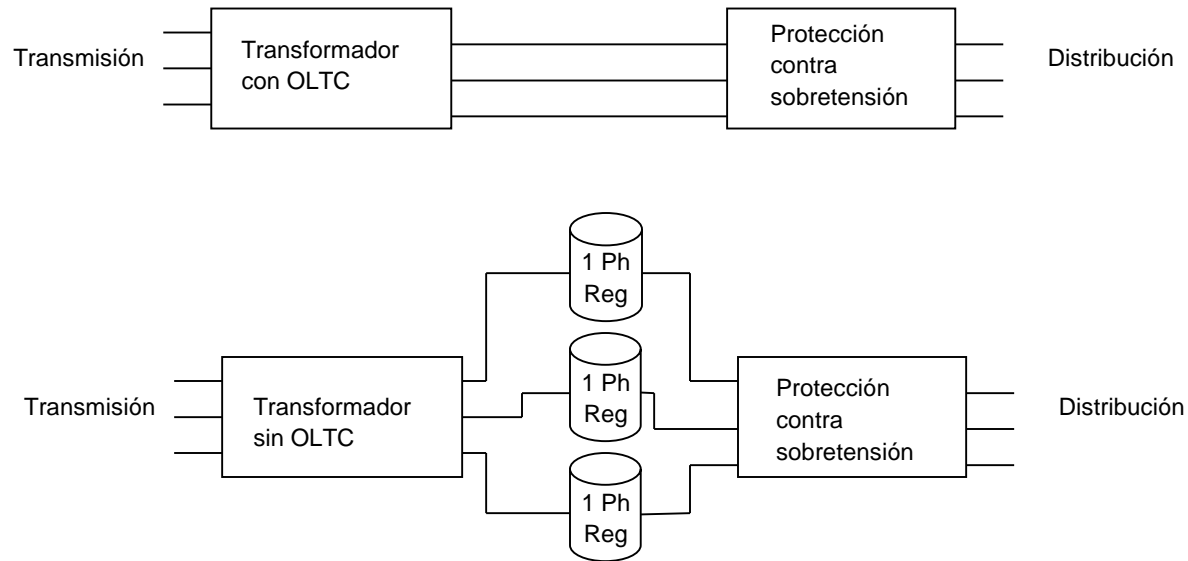
# El Regulador de Voltaje EVER-Tap

- El cambiador de taps de interrupción en vacío EVER-Tap, tiene 5-10 veces la vida útil operativa en comparación con los cambiadores de tomas de interrupción de aceite tradicionales
- Incorpora la tecnología probada de interrupción en vacío de Reinhausen.
- Se mantiene la integridad dieléctrica del fluido y el aislamiento al eliminar el arqueo que produce partículas de carbono y cobre
- Capacidades de monitoreo con el control CL-7
- Garantía estándar de 3 años líder en la industria



# Reguladores de Voltaje EVER-Tap vs OLTC

## Diferencias de Instalación



# Consideraciones de Costo del Regulador

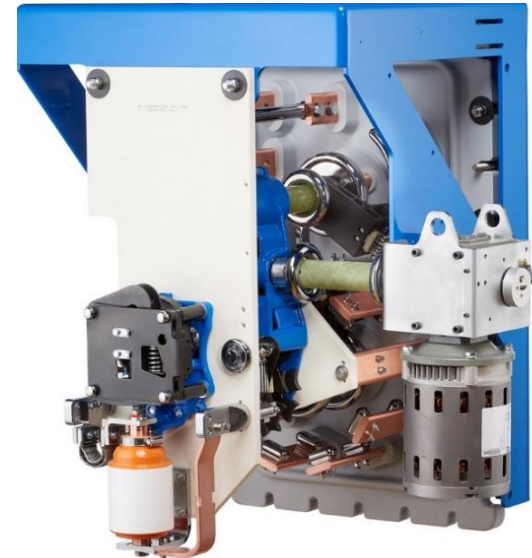
- El paquete de reguladores EVER-Tap con transformadores de potencia sin tomas bajo carga (OLTC) son más económicos
- Los reguladores EVER-Tap tienen un menor costo de ciclo de vida debido a:
  - Menor mantenimiento
  - Calidad de energía mejorada
  - Fiabilidad mejorada
  - Recopilación de información en las 3 fases
  - Menor costo en reguladores de repuesto
  - Permite instalación de equipos en sitio





# Cambiador de derivaciones EATON- Reinhausen RMV-II

- Tecnología de interrupción al vacío
- 2,000 A
- Ambiente de operación limpio
- No requiere programar inspección ni mantenimiento por 500,000 operaciones
- Capacidad para 1,000,000 operaciones



**EATON**

*Powering Business Worldwide*