

## **Especificaciones Técnicas**

### **Transformadores de Distribución Monofásicos**

### **24,94 y 34.5 kV Revisadas Mayo 2020.**

#### **Especificaciones Generales**

1. Estas especificaciones se refieren a transformadores monofásicos para sistemas de distribución en estrella, multiaterrizados, 24,94 y 34.5 kV, con enfriamiento natural en aceite (clase OA), para servicio y montaje directo en poste. Con potencias nominales hasta 500 kVA y a frecuencia 60 Hz. Para una tensión secundaria de 120/240 V.
2. En todos los aspectos no cubiertos por estas especificaciones regirán las últimas revisiones de las normas ANSI C57.12.00, C57.12.20, C57.12.70 y NEMA para transformadores de distribución.
3. Cada uno de los transformadores deberá someterse en fábrica, a las pruebas requeridas por la última revisión de las normas ANSI C57.12.90. El fabricante deberá enviar a Coopesantos, R. L. el resultado de las pruebas realizadas al equipo adjudicado, a más tardar cuando el equipo sea embarcado para su envío.
4. Cada transformador deberá contar con una placa de datos según la norma ANSI C57.12.00.
5. El transformador deberá estar provisto de un sistema que permita alivio de sobre presiones, de acuerdo con la norma ANSI C57.12.20. En la oferta se desea que se indique el tipo de sistema ofrecido, la presión a la cual opera expresada en kilo Pascales y aportar información técnica.
6. El límite máximo de radio interferencia permitido no debe exceder 100 microVoltios por metro, de acuerdo con la última revisión de la norma NEMA TR.I, sección 7.01.
7. En la oferta se deberá indicar la capacidad de corto circuito durante dos segundos, expresada en número de veces la corriente nominal. Los valores ofrecidos para esta característica deberán estar de acuerdo con la norma ANSI C57.12.00.
8. Los transformadores deberán ser embarcados completamente ensamblados y llenos de aceite. Cada uno de los transformadores deberá ser enviado sobre una base de madera y asegurado a ésta en forma tal que se eviten daños por manejo normal durante las maniobras de carga, descarga y transporte, El oferente deberá indicar expresamente en su oferta el cumplimiento de este requerimiento.
9. La pintura del tanque deberá ser de color gris y aplicarse electrostáticamente o mediante otro sistema que garantice iguales o superiores características. Con cualquier método que se utilice la pintura deberá cumplir con las pruebas "ASTM Guidelines", el acabado deberá ser adecuado para resistir por lo menos una prueba de rociado con agua salada durante 1 000 horas (especificación ASTM B117-49T), sin que aparezcan señales de oxidación.

Además se deberá colocar en la parte frontal, horizontalmente y en color negro las siglas "COOPESANTOS." y la capacidad del transformador. Las dimensiones mínimas para los números y letras serán de: Alto 80 mm, Ancho 60 mm, trazo 20 mm.

10. La parte interna del tanque deberá estar cubierta con pintura anticorrosiva en su totalidad. Además, deberá tener una marca visible que indique el nivel correcto del aceite cuando el transformador se encuentre completamente ensamblado y a una temperatura de 25°C.
11. Las soldaduras del tanque deberán ser continuas, libres de porosidad y residuos.
12. El transformador deberá tener tres puntos para fijar el núcleo al tanque: uno a cada lado del montaje núcleo-bobinas y uno en el fondo del tanque, de manera que se evite cualquier desplazamiento del núcleo con el movimiento en el transporte o la instalación.
13. El núcleo del transformador deberá ser de acero de grano orientado, laminado en frío u otro tipo de material de características iguales o superiores. En el caso de que se utilice un material diferente al acero de grano orientado, en la oferta se deberá adjuntar información descriptiva del mismo.
14. El recubrimiento de la tapa o cubierta deberá tener una resistencia dieléctrica mínima de 12 kV. Se desea que en la oferta se indique cual es el valor ofrecido.
15. El transformador deberá ser hermético para evitar la entrada de humedad y otras materias contaminantes. Todas las juntas o empaques utilizados para obtener dicha hermeticidad deberán ser de nitrilo. Se desea que en la oferta se indiquen las características del material utilizado en las juntas del transformador.
16. El aceite del transformador deberá ser de tipo mineral, clase II y cumplir con la norma ASTM D-3487, y estar completamente libre de PCB. Deberá contener un aditivo inhibidor con un valor de 0,3% ppm que mejore la resistencia a la oxidación, la formación de emulsión y que evite el asentamiento. Deberá cumplir con la norma ANSI C57.106 referente a la utilización de aceites en equipos nuevos. Junto con la oferta se deberá presentar información sobre las características físicas, eléctricas y químicas del aceite ofrecido y el aditivo inhibidor.
  - 16.1. **Opcional:** Se aceptarán ofertas de transformadores, donde el medio aislante sea un aceite orgánico que mejore las características técnicas. Este aceite puede ser similar o igual al FR3 de Cooper Power Systems, o, LUMINOL de Petrocanadá. Se deben adjuntar con la oferta, las especificaciones técnicas de este aceite.  
**Oferta alternativa.**
17. El marco que soporta el núcleo vendrá provisto de aditamentos apropiados, que permitan levantarlo y extraerlo del tanque, capaces de soportar todo el peso del núcleo, con sus bobinas y accesorios, por tiempo indefinido, si sufrir ningún tipo de deterioro.

18. Las bobinas del transformador deberán quedar sujetas firmemente al núcleo de modo que no se produzca ruido por vibración. Se desea que en la oferta se suministre información con suficiente detalle de los medios de sujeción. El paso del núcleo por el centro de las bobinas no se considera en sí una forma efectiva de sujeción.
19. Para la construcción de las bobinas deberá utilizarse papel aislante auto-adherible por proceso térmico.
20. Los transformadores deberán contar con un sistema de protección contra sobretensiones, provocadas por descargas atmosféricas en ambos lados de las bobinas, tanto en el primario como en el secundario. Para el primario se prefiere que el sistema de protección ofrecido sea un pararrayo tipo óxido metálico de conexión directa, instalado externamente, el espacio entre partes energizadas y tierra no debe ser ajustable. Se desea que en la oferta se dé información detallada del sistema ofrecido. En el caso del pararrayos secundario, deberá ser de conexión directa, además deberá estar ubicado cerca de los bushing secundarios y conectado directamente a estas terminales. Los datos técnicos solicitados se pueden observar en el punto 30 de este documento.
21. Los conductores de las bobinas podrán ser de cobre o aluminio.
22. La conexión entre las bobinas y los aisladores primarios deberá ser por medio de tornillos de manera que sea fácil su conexión y desconexión.
23. Los terminales de alta y baja tensión deberán ser adecuados para conductores de aluminio o cobre y deberá estar provistos de medios para mantener una presión de contacto adecuada sobre el conductor para compensar los efectos de contracción y dilatación producidos por los cambios de temperatura.
24. El transformador deberá tener un cambiador de derivaciones de accionamiento exterior y deberá permitir su operación sin necesidad de utilizar una herramienta especial. La relación deberá ser como se indica en el artículo 25. Dicho cambiador deberá contar con un indicador de fácil lectura de la posición en que se encuentra y un mecanismo de fijación que evite cambiar de posición en forma accidental. Junto al cambiador de derivaciones deberá colocarse un aviso, que indique que el cambio en las derivaciones solo se debe hacer cuando el transformador está desenergizado.
25. Cada transformador deberá cumplir con lo siguiente:

Requerimiento	24.94 kV	34.5kV
Nivel Básico de Impulso en el Primario	125 kV	150 kV
Nivel Básico de Impulso en el Secundario	30 kV	30 kV

Aumento de Temperatura en el Aceite	65°C	65°C
Clase de Aislamiento en el Primario	25 kV	38 kV
Clase de Aislamiento en el Secundario	1,2 kV	1.2 kV
Polaridad	Sustractiva	Sustractiva
Derivaciones hacia Arriba en Devanado Primario	2 x 2,5%	2 x 2,5%
Derivaciones hacia Abajo en Devanado Primario	2 x 2,5%	2 x 2,5%

- 26. Eficiencia:** Las eficiencias mínimas que Coopesantos, R. L. aceptará para evaluar los transformadores son las que se muestran en la Tabla No.1, según las Normas NEMA publicación TP 1-2002 (Guía para la Determinación de la Eficiencia de Energía para Transformadores de Distribución), publicado por la National Electrical Manufacturers Association.

**Tabla No. 1:**  
**Niveles de Eficiencia para Transformadores de Distribución Monofásicos de llenado con Aceite según NEMA Clase 1**

Condición de Referencia	Temperatura	% de Carga de Placa
Pérdidas con Carga	55°C	50%
Pérdidas sin Carga	20°C	50%
kVA	Eficiencia	
10	98.4	
15	98.6	
25	98.7	
37.5	98.8	
50	98.9	
75	99.0	
100	99.0	
167	99.1	
250	99.2	
333	99.2	
500	99.3	
667	99.4	
833	99.4	

## 27. Comprobación de las Eficiencias Mínimas.

La valoración de los transformadores para su aceptación se hará mediante la evaluación de su eficiencia.

Los valores de eficiencia en ningún caso podrán ser inferiores a los establecidos en la norma de la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) denominada "Guide for Determining Energy Efficiency for Distribution Transformers" (TP1), antes indicada, para cada una de las capacidades.

A fin de comprobar los valores de eficiencia, Coopesantos, R. L. realizará pruebas a una cantidad de transformadores seleccionados al azar de entre un lote de iguales características, siguiendo los siguientes criterios:

- a. Para lotes de similares características, tipo y capacidades menores o iguales a 20 unidades, se comprobarán todos.
- b. Para lotes de similares características de tipo y capacidad mayores a 20 unidades, se comprobarán como mínimo 20 más un 10% de la cantidad excedente.

El criterio de aceptación será el que a continuación se detalla:

- a. Para lotes menores o iguales a 20 unidades, todos los equipos deben tener una eficiencia igual o mayor a la establecida en la norma antes indicada.
- b. Para lotes mayores a 20 unidades, el 98% de los equipos probados deben tener una eficiencia igual o mayor a la establecida en la norma antes indicada, pero en ningún caso se aceptará unidades que tengan una eficiencia menor equivalente al 95% del valor establecido.

Cualquiera de los incumplimientos antes citados será suficiente motivo para dar por rechazado todo el lote.

## 28. Para evaluar los transformadores, el fabricante deberá proporcionar en su oferta la siguiente información:

- a. Pérdidas al vacío: en Vatios.
- b. Pérdidas al 100 % de carga, corregidas a 85°C: en Vatios.
- c. Pérdidas totales al 100 % de carga: en Vatios
- d. Corriente de excitación: %
- e. Regulación, a 0.8, 0.9 y 1.0 de factor de potencia.
- f. Eficiencia para: 25%, 50%, 75%, 100% y 125% de carga.
- g. Impedancia: %
- h. Peso neto con aceite en Kg, volumen del aceite en litros.

## 29. Evaluación Económica de los Transformadores

La fórmula que se utilizará para evaluar las pérdidas de los transformadores es la siguiente:

$$TOC_{EFC} = \text{Price} + \text{Cost of core loss} + \text{Cost of load loss}$$

Donde:

$$\text{Cost of core loss}_{EFC} = A * \left( \frac{\$}{\text{watt}} \right) \times \text{core loss watts}$$

$$\text{Cost of load loss}_{EFC} = B * \left( \frac{\$}{\text{watt}} \right) \times \text{load loss watts}$$

Esta metodología es tomada de la Norma NEMA TP-.1-2002. Para consultas o referencias, pueden utilizar lo indicado en el Estandar.

## 30. Sistema de Protección contra Sobretensiones

### 30.1. Baja Tensión:

**30.1.1.** Cada transformador deberá contar con un pararrayos externo tipo óxido metálico para protección contra sobretensiones en el lado de baja tensión (secundario). Este pararrayos debe tener las siguientes características particulares:

Tensión nominal del Secundario		120/240	
Nivel básico de impulso, kV		No menor de 10	No menor de 10
Tensión de operación continua (MCOV), V		No menor de 400	No menor de 540
Tensión residual con onda de corriente de 8X20 $\mu$ s, kV	5 kA	Máximo 1,9	Máximo 2,4
	10 kA	Máximo 2,1	Máximo 2,6
	20 kA	Máximo 2,4	Máximo 3,0
Tensión de prueba de baja frecuencia (60 Hz Withstand), kV	En seco, 1 minuto	Mínimo 6	Mínimo 6
	En húmedo 10 segundos	Mínimo 6	Mínimo 6

**30.1.2.** Debe indicarse la marca y el modelo del pararrayos ofrecido, así como aportar la información técnica correspondiente que permita comprobar el cumplimiento de las características solicitadas.

## **30.2. Media Tensión:**

**30.2.1.** Cada transformador deberá disponer de un pararrayos tipo óxido metálico, para su lado de alta tensión, el cual se ubicará de acuerdo al tipo de transformador. El pararrayos debe cumplir los requerimientos que a continuación se detallan:

**30.2.1.1.** Deben cumplir con lo indicado en la última revisión de la norma ANSI/IEEE C 62.11, excepto en donde se indique lo contrario. Se podrán ofrecer pararrayos construidos bajo otras normas reconocidas, de las cuales se debe adjuntar copia, siempre y cuando igualen, por lo menos, los requisitos indicados en la norma ANSI/IEEE C62.11.

**30.2.1.2.** Clase distribución de conexión directa, tipo óxido metálico para trabajo pesado (10 kA) y servicio a la intemperie. Los pararrayos deberán ser de óxido metálico, con aislamiento de hule siliconado o aleación de EPDM (Etileno- Propileno- Dieno – Manómero). En caso de tener aislamiento de EPDM, éste debe estar aleado a otro material que le permita tener una alta resistencia a la radiación ultravioleta, por lo que no se aceptarán aislamiento con 100% de EPDM. Tampoco se aceptarán pararrayos con aislamiento de porcelana.

**30.2.2.** El material aislante debe un excelente comportamiento a condiciones climáticas severas como: radiación ultravioleta, temperaturas extremas, alta humedad, ambientes marinos, contaminación, así como resistencia al impacto, la abrasión y formación de zonas conductoras superficiales.

**30.2.3.** Las tapas, juntas de cierre y tornillos terminales deben ser de acero inoxidable. Debe ser totalmente hermético ante humedad, aire o cualquier otro agente externo que pudiere provocar arcos internos.

**30.2.4.** Debe incluirse un dispositivo apropiado para liberar las altas presiones internas y así reducir la posibilidad de rupturas violentas.

**30.2.5.** Provisto de dispositivo de desconexión que asegure un efectivo aislamiento y una clara indicación visual de que el pararrayos se dañó internamente. (Isolator ground lead disconnecter).

**30.2.6.** Cada pararrayos debe presentar marcas legibles y durables, que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación, tipo de pararrayos, el ciclo de trabajo, el voltaje nominal y máximo voltaje de funcionamiento continuo.

**30.2.7.** Características particulares de los pararrayos para media tensión

Tensión nominal primaria (Entre fases) kV		34,5	24,94
Tensión nominal, kV		27	18
Distancia de fuga, mm		Mínimo 770	Mínimo 550
Distancia de arqueo, mm		Mínimo 290	Mínimo 210
Tensión de operación continua (MCOV), kV		Mínimo 22	Mínimo 15.3
Tensión residual con onda de corriente de 8X20 $\mu$ s, kV	5 kA	Máximo 65	Máximo 45
	10 kA	Máximo 70	Máximo 50
	20 kA	Máximo 75	Máximo 55
Tensión de prueba de baja frecuencia (60 Hz Withstand), kV	En seco, 1 minuto	Mínimo 70	Mínimo 60
	En húmedo, 10 segundos	Mínimo 60	Mínimo 50

**30.2.8.** Con respecto al montaje de los pararrayos; para los autoprotegidos estos se fijarán por medio de un herraje al transformador (transformer Bracket) debiendo quedar la parte viva del pararrayos a la misma altura que la del terminal primario del transformador y para los convencionales el herraje será para montaje en crucero de madera (NEMA Crossarm Bracket). Para ambos casos el herraje solicitado debe ser entregado junto con el pararrayos.

## Especificaciones Particulares

### 31. Transformadores Monofásicos Autoprotegidos:

Cada transformador deberá ser completamente autoprotegido contra descargas atmosféricas, sobrecargas y cortocircuitos, deberá contar con el siguiente equipo de protección debidamente coordinado en fábrica.

- a. Un fusible de alto voltaje montado en el interior del tanque, bajo el nivel de aceite conectado en serie con la línea de alto voltaje, para proteger al transformador en el caso de fallas internas. No se aceptará que dicho fusible sea instalado dentro del aislador primario. Se desea que en la oferta se indique la capacidad interruptiva de los fusibles utilizados.
- b. Un disyuntor en el lado de baja tensión, para proteger al transformador en el caso de fallas, el cual deberá coordinar la protección con el fusible indicado en el punto anterior. Se deberá aportar en la oferta la literatura técnica que permita verificar la coordinación de la protección ofrecida. Además, el disyuntor deberá cumplir con los siguientes requisitos:
  - I. El disyuntor deberá estar montado en el interior del transformador bajo el nivel de aceite.
  - II. Deberá contar con una palanca de accionamiento exterior, por medio de pértiga.
  - III. Deberá contar con un control manual de emergencia, que permita, aumentar la capacidad de sobrecarga del disyuntor.
- c. Cada transformador deberá estar provisto de una luz indicadora, que señale la existencia de sobrecargas antes de que el disyuntor interrumpa. El enchufe- (socket) de la luz indicadora deberá estar ubicado sobre el nivel de aceite.
- d. Además cada transformador deberá tener, las características que se indican a continuación:

Tensión Primaria:	24,94 GRDY/14,4 kV	34.5 GRDY/19,92 kV
Tensión Secundaria:	120/240 Voltios	120/240 Voltios
Terminales:	1 primario, 3 secundarios	1 primario, 3 secundarios

### 32. Transformadores Monofásicos Convencionales.

Los transformadores deberán tener las características que se indican en el siguiente cuadro.

Tensión Primaria (kV)	Capacidad (kVA)	Terminales Primarios	Terminales Secundarios	Tensión Secundaria
24,94 GRDY/14,4	10 a 37,5	2	3	120/240
	50 a 333	2	4	120/240
	25 a 333	2	2	277
34,5 GRDY/19,92	10 a 37,5	2	3	120/240
	50 a 333	2	4	120/240
	25 a 333	2	2	277

### 33. Medio de desconexión primaria (opcional).

Se aceptarán ofertas que, en lugar de contar con un disyuntor secundario (breaker) para protección por sobrecorriente, cuenten con un dispositivo interruptor a nivel primario igual o similar al MAGNEX de Cooper Power Systems. Las especificaciones técnicas de este dispositivo, se deben adjuntar con la oferta. Oferta alternativa.

