



Grupo·epm

BANCO DE CAPACITORES.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

DEPARTAMENTO DE NORMALIZACIÓN

Código: NO.MA.07.15

Versión: 1.0

ELABORADO	REVISADO	APROBADO	ULTIMA ACTUALIZACIÓN
Departamento Normalización ENSA	Jefe Departamento Normalización ENSA	Gerente Planeación y Control ENSA	12 julio 2022



BANCO DE CAPACITORES

NO.MA.07.15

Fecha:
12/07/2022

Aprobado: AG/SG

Versión: 1.0

Página 1 | 12

INDICE

1. OBJETIVO	3
2. ALCANCE	3
3. GENERALIDADES	4
4. NORMAS APLICABLES	4
5. DISEÑO Y FABRICACIÓN	5
5.1 Capacitores	5
5.2 Switches	7
5.3 Estructura Metálica (Chasis)	7
5.4 Control de Conexión y Desconexión de Banco de Capacitores	7
5.5 Transformador de Tensión	8
5.6 Cable de Conexión de los Bancos de Capacitores	8
6. ENSAYOS	8
6.1 Ensayo de Rutina:	8
6.2 Ensayos Tipo:	9
6.2.1 Ensayo de nivel de ruido. El máximo valor tolerado será de 51 dB.....	9
6.2.2 Ensayo de hermeticidad de tipo.....	9
7. INSPECCION Y CERTIFICACIONES	9
7.1. Inspección:	9
7.2. Certificaciones:	9
8. MANUAL DE MONTAJE, OPERACIONES Y MANTENIMIENTO	10
8.1. Plano y Listas de Piezas de Repuestos	10
8.2. Catálogos	10
9. MANEJO, EMBALAJE Y TRANSPORTE	11
9.1. Manejo:	11
9.2. Embalaje:	11
9.3. Transporte:	11
9.4. Señalización:	11
10. CONTROL DE CAMBIOS	12

1. OBJETIVO

El objetivo de esta especificación es fijar los requisitos técnicos que deberán cumplir los bancos de capacitores de derivación que serán instalados en los alimentadores del sistema eléctrico monofásicos y trifásico de 7.62/13.2 kV y 19.92/34.5 kV, 60 Hz de ENSA y cumplirán la función de mantener la tensión y el factor de potencia en los niveles requeridos por los sistemas de distribución eléctrica.

2. ALCANCE

Esta especificación comprende la descripción de los siguientes equipos:

- Bancos de capacitores trifásicos de 300, 600 y 900 KVAR para ser instalados en sistemas de tensión nominal 13.2/7.62 kV, (tensión de servicio 7.62 kV) tensión máxima de operación 15 kV, 60 Hz. multiterrado (Cuatro hilos – tres fases un neutro)
- Bancos de capacitores trifásicos de 300, 600 y 900 KVAR para ser instalados en el sistema de tensión nominal 34.5/19.9 kV, (tensión de servicio 19.9 kV) tensión máxima de operación 35 kV, 60 Hz. multiterrado. (cuatro hilos - tres fases un neutro)
- Los bancos de 300 kVar constarán de tres capacitores monofásicos de 100 kVar (una unidad por fase), conectados en estrella aterrados.
- Los bancos de 600 kVar constarán de seis capacitores monofásicos de 100 kVar (dos unidades por fase), conectados en estrella aterrados.
- Los bancos de 900 kVar constarán de nueve capacitores monofásicos de 100 kVar (tres unidades por fase), conectados en estrella aterrados.
- Cada banco de 300, 600 y 900 kVar debe incluir aparte de los capacitores, tres switches monofásicos aptos para operar cierre y apertura de bancos de capacitores conectados en estrella aterradas, barras de conexión aislados entre unidades, cajas de conexión con los cables respectivos y las estructuras metálicas (chasis) para el montaje de los bancos de capacitores.
- Cada banco de capacitores contará con la conexión respectiva a una caja de control que contará con un temporizador de 5 min, un accesorio de apertura y cierre, un dispositivo de protección termo magnético y con las barras o borneras respectivas de conexión además deberá ser debidamente cableado y conectado para realizar la operación de apertura y cierre manual, automático por programación, adicional que se pueda comunicar por el sistema SCADA utilizando protocolo DNP3 o IEC 61850.
- Además, cada banco de capacitor contara con un transformador de servicio para alimentar los switches. Con objeto de disminuir los trabajos de montaje, los capacitores de cada fase serán preensablados en fábrica en sus respectivos chasis, barras de interconexión entre unidades, caja de control de apertura y cierre, caja de conexión, cables de conexión y switches.

3. GENERALIDADES

Los bancos de capacitores y sus accesorios para adquirir bajo esta especificación estarán instalados en postes de la red aérea, conectados cada uno a través de interruptores, incluidos en el suministro y operarán bajo las siguientes condiciones:

- 3.1 Los bancos de capacitores y sus accesorios suministrados bajo esta especificación deberán cumplir en todos los aspectos requeridos en esta especificación, sin excepción alguna.
- 3.2 El suministro deberá realizarse de acuerdo con la correcta práctica comercial e industrial.
- 3.3 Deberán suministrarse para operar satisfactoriamente a la intemperie, expuestos directamente al sol, bajo una radiación solar de 1.1kW/m².
- 3.4 Deben ser diseñados para que funcionen en condiciones óptimas a alturas de hasta 1000 metros (3280 pies) sobre el nivel del mar.
- 3.5 Deben estar diseñados para clima tropical, condicionados para soportar ambientes de extrema humedad, salinidad, bajo condiciones de lluvia, viento. Deben operar a temperaturas desde -10°C a 50°C con humedad relativa hasta de 100%, y en áreas costeras a menos de 100 metros del mar. En este ambiente también es común el polvo, hongos, insectos, impactos y vibraciones. Deberán operar a una temperatura promedio del ambiente de 30° C.
- 3.6 Los bancos de capacitores y sus accesorios deberán ser nuevos y limpios, sin defectos internos o externos, y de reciente fabricación. No se aceptará el suministro de equipos reconstruidos, ni rehabilitados, ni de reciente fabricación con poco uso. Deben estar exentos de golpes, rayaduras o roturas de cualquier naturaleza.
- 3.7 Todo equipo que presente, en cualquiera de sus partes, el menor indicio de corrosión, rotura, deterioro prematuro, defecto de fabricación o bajo desempeño, deberá ser rechazada, hasta que esta anomalía sea subsanada a satisfacción de **ENSA**.
- 3.8 El proceso de fabricación de los bancos de capacitores y sus accesorios deberá estar basado en un proceso de calidad del producto según la Norma Internacional ISO 9001 o similar, con requerimientos establecidos para asegurar que estos equipos cumplan con las normas y requisitos establecidos en esta especificación.
- 3.9 El texto, tablas, figuras y referencia a otras normas se suplementan una a la otra, y deberán ser consideradas como parte integral de esta especificación.

4. NORMAS APLICABLES

Los bancos de capacitores, a ser construidos bajo esta especificación y los materiales utilizados en su construcción, responderán satisfactoriamente a las Recomendaciones de la COMISION ELECTROTECNICA INTERNACIONAL IEC (INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION)



BANCO DE CAPACITORES

NO.MA.07.15

Fecha:
12/07/2022

Aprobado: AG/SG

Versión: 1.0

Página 4 | 12

vigentes, o las recomendaciones de AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI), THE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICAL ENGINEERS INC (IEEE) y NATIONAL ELECTRIC MANUFACTURERS ASSOCIATION (NEMA).

Los Bancos de capacitores en particular deben cumplir las siguientes normas:

- IEEE Std 1036 - 1992 IEEE Guide for Application of Shunt Power Capacitor
- IEEE Std. 18 - 1992 IEEE Standard for Shunt Capacitors
- National Electrical Safety Code.
- ANSI C37.06 - 1987, American National Standard for AC High - Voltage Circuit Breakers.
- IEEE Std C37.012 , Application Guide for Capacitance Current Switching for AC High Voltage Circuit Breakers.

5. DISEÑO Y FABRICACIÓN

El diseño y fabricación de los bancos de capacitores y sus accesorios cubiertos por esta especificación deberán cumplir con lo indicado a continuación:

5.1 Capacitores

5.1.1 Voltajes de Operación

- Los capacitores serán monofásicos para instalar en tensión nominal 13.2/7.62 KV, (tensión de servicio 7.62 kV) tensión máxima de operación de 15 kV 60 Hz multiaterrado (tres hilos, un neutro)
- Los capacitores serán monofásicos para instalar en tensión nominal 34.5/19.9 KV, (tensión de servicio 19.9 kV) tensión máxima de operación de 35 kV 60 Hz multiaterrado (tres hilos, un neutro).

5.1.2 Elemento Aislante

- El elemento aislante debe ser biodegradable y no bioacumulativo, no se aceptará la utilización de papel ni de compuestos a base de bifenil clorado (Ascarel).
- El imprégnate dieléctrico debe ser biodegradable y no tóxico. No se aceptará la utilización de compuestos basado en Poli-Clorado Bifenil (PolyChlorinated Biphenyls, o PCB). El Fabricante certificará con su propuesta que su producto no contiene PCB, y proveerá información sobre el contenido, el nivel de toxicidad y otros peligros del material imprégnate. (Los fabricantes podrán cumplir este requisito proveyendo el Material Safety Data Sheet, o MSDS, para el material). Cada unidad de capacitor tendrá deberá indicar que es libre de PCBs.

5.1.3 Cuba

- La caja debe ser fabricada con chapa de acero inoxidable (grado 409), con espesor y de diseño suficiente para soportar las presiones internas sin rotura del tanque, debiendo para ello considerar las características del fusible de protección.

5.1.4 Limpieza Pintado y protección de la superficie

- Las normas y recomendaciones técnicas para la ejecución de la limpieza, pintado y protección de cualquier parte del equipamiento deberán ser las citadas en el Manual de Pintura de Estructuras Metálicas, elaborado por el "Steel Structures Painting Council" (SSPC).
- La pintura debe de ser de color gris claro.
- El recubrimiento exterior deberá cumplir con las siguientes condiciones: ausencia de grietas, estabilidad del color, brillo, resistencia a golpes y rayado.

5.1.5 Elementos de Izado

- Los elementos de izado se montarán lateralmente en la cuba, con dimensiones y resistencias adecuadas para permitir el izamiento y transporte del capacitor.

5.1.6 Resistor de descarga

- Cada capacitor será provisto de un resistor de descarga interna que cumpla los requisitos de la norma ANSI.

5.1.7 Aisladores

- Los capacitores deben ser provistos con uno o dos aisladores (porcelana o polimérico) tipo bushing para uso externo color gris claro.
- Los aisladores deberán cumplir con las exigencias de la norma ANSI para Aisladores pasantes para tensiones alternas", se recomienda que sean de color gris claro.
- Todos los aisladores deben ser provistos con conectores terminales de aleación de cobre estañados de alta conductibilidad eléctrica, en ambos aisladores, los conectores tendrán un protector plástico de color gris claro.
- Los conectores deben ser de tipo prensacable o similar con todos sus elementos constitutivos, de material apto para fijar conductores de cobre o aluminio en el rango de sección 8 AWG á 2/0 AWG.
- Los aisladores deben ser ubicados en la tapa superior de la caja.

5.1.8 Identificaciones

- La placa de identificaciones será de acero inoxidable de 0.5 mm de espesor o de aluminio anodizado de 0.8 mm de espesor, mínimos, ubicada sobre el portaplaca, que deberá a su vez fijarse sobre la cuba en lugar visible.
- La placa debe cumplir lo especificado en IEEE - 18-1992 y contener la siguiente información:
 - Fabricante
 - Número de serie
 - Tipo de capacitor
 - Tensión, potencia y frecuencia nominales
 - Categoría de temperatura
 - Nivel básico de aislamiento
 - Valor de la capacitancia en microfaradios

- Año de fabricación
- Tipo del medio aislante
- Referencia sobre la existencia de dispositivo interno de descarga

5.2 Switches

- Los switches deben estar diseñados para operar bancos de capacitores en estrella con neutro aterrado y no deben presentar posibilidad de reencendido.
- Los switches deben estar diseñados y construidos para operar capacitores y cumplir las exigencias de la norma ANSI/IEEE C37, y los requisitos de las planillas de datos garantizados, no se aceptará adaptaciones de disyuntores, reconectores o cortacircuitos.
- Los switches (Interruptores) monofásicos en aceite o en vacío, deben ser aptos para operar cierre y apertura de bancos de capacitores con capacidad de corriente de 200 A , Tensión nominal de 15 y 35 KV, BIL 95 y 150 KV con mando manual para apertura y con mando automático mediante motor con alimentación de 110 V, frecuencia de 60 Hz, capacidad continua y de operación de 200 amperios conectados en estrella aterrada para apertura y cierre. El switch debe ser capaz de operar satisfactoriamente cuando el voltaje en las bobinas de cierre y apertura este entre el 85% y 110% del voltaje nominal.
- El mando para comando mecánico local debe estar provisto de un indicador para señalar claramente la posición de este y debe ser posible trabarlos a voluntad en la posición abierto.
- Los switches deberán poder operar por lo menos tres veces diarias durante un periodo de cinco años sin necesidad de mantenimiento interno. Los contactos de los switch deben de ser de accionamiento vertical, No se aceptarán contactos con accionamiento giratorio puesto que los soportes de dichos contactos se rompen.
- Los switches deben estar provistos de comando mecánico local para apertura con pértiga y dispositivos para comando eléctrico a distancia, así como de un indicador mecánico de posición.

5.3 Estructura Metálica (Chasis)

- Los chasis que soportarán los capacitores, switches y transformador, deben fabricarse en aleación de aluminio y deberán ser con base rectangular para permitir mantener en forma horizontal el banco durante el mantenimiento.
- El diseño y construcción de los chasis debe cumplir las exigencias de las normas ANSI/IEEE en relación con la separación de los capacitores y switches de distintas fases.
- Los chasis para soporte de los bancos de capacitores de 300, 600 y 900 kVAr, deben tener dispositivos para instalar en postes.

5.4 Control de Conexión y Desconexión de Banco de Capacitores

- Los dispositivos de control de cierre-apertura de los switches para sistemas (13.2/7.62 kV y 34.5/19.92 kV) serán una caja de control que contará con un temporizador de 5 min, lámparas indicadoras, un accesorio de apertura y cierre, un dispositivo de protección termomagnético, con las barras o borneras y los cables respectivos de conexión además deberá ser debidamente cableado y conectado para realizar la operación de apertura y

cierre de modo manual, automático (programación del control) y remotamente, adicional que se pueda comunicar por el sistema SCADA utilizando protocolo DNP3 o IEC 61850.

- Reloj interno y batería de respaldo para el reloj con vida útil mínima de 10 años.
- Diagnóstico de la batería de respaldo, la información debe estar contenida en la base de datos para ser comunicado por protocolo DNP3 o IEC 61850 (se requiere únicamente la señal binaria del estado de la batería en buenas condiciones o dañada).
- El firmware debe residir en memoria de tipo flash o EEPROM con la finalidad de poder actualizar versiones del software más recientes.
- La construcción del gabinete del control debe ser del tipo intemperie, grado de protección IP35 según la norma IEC 60529; los accesorios: tuercas, tornillos, arandelas y soportes deben ser de acero inoxidable.

5.5 Transformador de Tensión

- Los transformadores de potencial deben ser de uno o dos bushing con conexión en media tensión de fase a tierra y operar con voltaje de operación de fase a tierra del sistema indicado (13.2/7.62 kV y 34.5/19.92 kV en 60 Hz), con una prestación no menor de 1 kVA y una tensión primaria de y tensión secundaria de 120 V, dado que debe también alimentar el mecanismo de apertura y cierre de los switches por medio del control.

5.6 Cable de Conexión de los Bancos de Capacitores

- Los bancos de capacitores contarán con cables de conexión aislados en la tensión en que están operando y los terminales de los bancos contarán con cobertura aislante.

6. ENSAYOS

6.1 Ensayo de Rutina:

Se realizarán sobre cada uno de los capacitores los siguientes ensayos que se registrarán por la norma

ANSI/IEEE std. 18:

6.1.1 Ensayo de sobretensión de corto tiempo

6.1.2 Medición de la capacitancia y potencia del capacitor.

6.1.3 Ensayo de hermeticidad.

6.1.4 Ensayo del resistor de descarga.

6.1.5 Ensayo de determinación de pérdidas

6.1.6 Pruebas Dieléctricas según Normas ANSI/IEEE STD. 18-1992 consistentes en la realización de:

- Ensayo de tensión aplicada de frecuencia industrial 60 Hz un (1) minuto
- Ensayo dieléctrico con tensión de impulso, se realizará sobre una muestra de los capacitores de acuerdo con la fórmula:

$$N = \text{Raíz cúbica de}(n)$$

Donde N- Número de elementos de la muestra.

n Cantidad de elementos del lote.

Sobre cada uno de los switches se realizarán los siguientes ensayos, que se regirán por la norma ANSI/IEEE C37:

- 6.1.7 Ensayo de tensión aplicada de frecuencia industrial 60 Hz un (1) minuto
- 6.1.8 Ensayo dieléctrico con tensión de impulso se realizará sobre una muestra de switches de acuerdo con la fórmula arriba descrita.
- 6.1.9 Verificación de dimensiones.

6.2 Ensayos Tipo:

Si uno de los especímenes no cumple el ensayo, el mismo será rechazado. El oferente en su oferta cotizará los siguientes ensayos descrito a continuación, Los cuales serán realizados si ENSA los considera necesarios. Los costos de estos estarán a cargo de ENSA.

- 6.2.1 Ensayo de nivel de ruido. El máximo valor tolerado será de 51 dB.
- 6.2.2 Ensayo de hermeticidad de tipo.

7. INSPECCION Y CERTIFICACIONES

7.1. Inspección:

Todos los ensayos de rutina deben, realizarse con la presencia de representantes de ENSA, si así lo desea y pondrá a disposición de la Inspección, todos los elementos, personal, aparatos e instrumentos adecuados, que sean necesarios.

Los costos de los ensayos estarán a cargo del proveedor incluido transporte y seguros.

El proponente deberá informar a **ENSA** por lo menos seis (6) semanas antes de las pruebas programadas de los bancos de capacitores, de manera que **ENSA** pueda mandar a sus representantes a verificar las pruebas.

La presencia de la inspección de **ENSA** en la fábrica, no libera al contratista ni al fabricante de cumplir con todo lo indicado y señalado en esta especificación

7.2. Certificaciones:

El Contratista o Proveedor deberá suministrar a **ENSA**, en un término de 15 días calendario después de realizadas las pruebas, una copia original de las certificaciones de todos los datos, resultados de las pruebas y reporte que incluya todas las unidades fabricadas para **ENSA**.

Los bancos de capacitores no deben ser embarcados hasta que **ENSA** haya recibido todos los datos y resultados de las pruebas realizadas a los mismos. **ENSA** se reserva el derecho a rechazar las unidades cuyos datos de prueba no cumplan con lo indicado en esta especificación.

8. MANUAL DE MONTAJE, OPERACIONES Y MANTENIMIENTO

Los documentos emitidos con referencia a los equipos deberán ser suministrados por el proveedor, editados y entregados preferiblemente en el idioma español de lo contrario en inglés. Los manuales de operación del usuario deberán ser entregados únicamente en idioma español.

Todas las unidades de medida usadas para las referencias de suministros, tanto en la descripción técnica y especificaciones, como en los diseños y cualquier documento o datos adicionales, deberán ser en el sistema métrico decimal. Si por conveniencia fuese utilizado en una determinada situación un valor en cualquier otro sistema de medida, se deberá colocar, al lado y entre paréntesis, el valor equivalente en el sistema métrico decimal.

El Manual de Montaje deberá ser completo y detallado de modo de definir perfectamente las etapas de montaje del equipo.

El Manual de Operación y Mantenimiento deberá contener descripciones e instrucciones complementarias y pormenorizadas que definan perfectamente todas las fases de operación, así como los procesos y métodos de mantenimiento y reparación de los equipos, teniendo en cuenta siempre la máxima seguridad del personal y el buen desempeño del equipo. Este Manual deberá ser completo y detallado, de modo de definir perfectamente las fases para operación y retiro del equipo del servicio, así como para permitir cualquier reparación. El Manual deberá suministrar todas las informaciones necesarias para la compra de piezas de repuesto.

8.1. Plano y Listas de Piezas de Repuestos

Con el objeto de facilitar la adquisición de las piezas de repuestos que servirán para sustituir los componentes dañados, el VENDEDOR deberá suministrar planos en escala conveniente, que representarán los conjuntos y subconjuntos de montajes mecánicos y/o eléctricos, en los cuales sean perfectamente visibles las piezas que lo componen. En esta parte se deberá utilizar al máximo despieces en perspectiva.

Cualquier variación respecto a lo ofertado en las dimensiones debido a las tolerancias de fabricación, se deberán indicar a ENSA, quien revisará los planos, hará los comentarios y en los mismos, indicará la aprobación o rechazo.

La aprobación por parte de ENSA, no relevará al contratista de sus responsabilidades por el suministro de los bancos de capacitores de acuerdo con esta especificación.

Al recibir de ENSA, la aprobación en los planos, el Proveedor deberá presentar a ENSA, para efecto de archivo dos (2) copias reproducibles de los planos finales (planos como construidos).

8.2. Catálogos

Para cada componente de fabricación seriada incorporado a la provisión, se deberán proveer catálogos y/o informaciones completas, incluyendo hojas de datos y de aplicación, que deberán ser mencionadas en los planos y en las listas de materiales en los cuales aparezcan.

9. MANEJO, EMBALAJE Y TRANSPORTE

9.1. Manejo:

- Los bancos de capacitores a ser suministrados de acuerdo con la presente especificación deberán ser manejados y empacados de acuerdo con la práctica comercial normalmente aceptada, de manera que las unidades no sufran ningún tipo de golpe o deterioro durante el manejo.
- Los bancos de capacitores deberán ser embarcados completamente con todos los accesorios para su inmediata y normal instalación, garantizándose una entrega satisfactoria.

9.2. Embalaje:

- Deberán ser armados con cubiertas resistentes al manipuleo y revestidos de material plástico impermeable.
- Los bancos de capacitores serán adecuadamente embalados en cajas de madera nuevas y resistentes, completamente no retornables
- Las cajas deberán ser adecuadamente reforzadas para transporte terrestre y marítimo, y para resistir su almacenamiento a la intemperie en una zona tropical con alta temperatura, alta humedad y frecuentes lluvias.
- El embalaje deberá ser del tipo para exportación
- La madera usada para la fabricación de los embalajes de envío, deberán ser nuevas, bien tratadas, sanas y libres de nudos y decaimiento.
- Los embalajes deberán estar provistos de una base tipo "skid base". Los seccionadores deberán ser asegurados a la base del embalaje, ya sea mediante cintas metálicas, pernos o ataduras, durante el envío y manejo de este.
- El embalaje deberá ser lo suficientemente fuerte para prevenir daños por apilamiento y manejo.

9.3. Transporte:

Los bancos de capacitores deben ser transportados cumpliendo con las disposiciones legales existentes en la República de Panamá en materia de movimiento de carga y de acuerdo con los procedimientos y prácticas comerciales normalmente aceptadas y establecidas para que las unidades no sufran ningún tipo de daño, golpe, deterioro y fuga o escape del líquido aislante o dieléctrico durante el transporte de estos hasta el sitio de entrega indicado por **ENSA**.

9.4. Señalización:

Además de las marcas requeridas normalmente con propósito de embarque, cada caja donde se embarquen los seccionadores deberá ser rotulada con la siguiente información:

- Nombre del fabricante y país de fabricación
- Número de serie o catálogo del seccionador
- Peso bruto y neto de cada caja

- Destinatario y país de destino: CONTRATISTA/ ENSA /REPÚBLICA DE PANAMA
- Número de contrato u orden de compra.

10. CONTROL DE CAMBIOS

CONTROL DE CAMBIOS		
Fecha	Versión de Norma	Cambios Realizados
12/07/2022	1.0	Creación de Especificación para Bancos Capacitivos