|  |
| --- |
| **Titulo: Mantenimiento a bancos de capacitores en redes de distribución por Diagnós-tico.** |

|  |
| --- |
| **Observaciones:** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Nombre y Apellidos / Cargo / Organización | Firma |
| Preparado | Ing. Rafael Siso Hermida / J´Dpto. Explotación / OBE C Habana |  |
|  |  |
| Acordado | Gabriel León Sánchez / Espec. Ingeniería de Distribución / UNE |  |
| Manuel Giménez Corral / Espec. Programación y control / UNE |  |
| José A. Cedeño Romero / Espec. de Calidad / UNE |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| Aprobado | Antonio Pías Gómez / Director de Distribución / UNE |  |

1. **Objetivo:**
2. Establecer los requerimientos y pasos a seguir para realizar el mantenimiento Preventivo por Diagnóstico a Bancos de Capacitores en Redes de Distribución (líneas y Subestaciones de 33 kv. y menores).
3. **Alcance:**
4. Es de Aplicación a la actividad del carro de Prueba y Análisis perteneciente a la Sección Técnica de cada OBE.
5. Participa de forma indirecta el Despacho de Distribución que atiende y controla el territorio.
6. **Definiciones:**
7. **Resistencia interna:** Elemento resistivo para disipar la energía almacenada en el capacitor cuando éste se desconecta de la fuente de suministro, llevando el voltaje entre sus terminales a 50 Volts en 10 minutos.
8. **Interruptor Capacitores (kyles):** Desconectivo Monofásico con apertura en aceite, aislamiento 14,4 Kv, los hay de 100 y 200A de capacidad nominal. Permiten abrir y cerrar el Banco de Capacitores por accionamiento manual y automático.
9. **Control de tiempo para capacitores:** Equipo alimentado al voltaje de suministro (120 ó 240 V) que mediante un reloj controla el tiempo y envía señal al interruptor para capacitores para abrir o cerrar. Puede tener 2 ajustes por día y hasta excluir de entrar en servicio los Domingo.
10. **Drop out:** Desconectivo portafusible
11. **Megóhmetro de aislamiento:** Instrumento de Medición que determina la resistencia de aislamiento de un equipo electrotécnico
12. **Vía Libre:** Formalización de un Conjunto de medidas técnicos organizativas que aseguran que el lugar y objetivo de trabajo se hallen completamente aislados de toda fuente de energía declarada o conocido

**4. Referencia:**

1. Capacitores en Redes de Distribución. Folleto. Ing. Rafael Siso Hermida. OBEP Ciudad Habana. 1989.
2. Capacitores de potencia. Folleto UNE.
3. Norma Ramal Industria Básica 590. Procedimiento de Operación

4.4 UD PG 0001.Rev.00.¨ Metodología para emisión, modificación y cancelación de los documentos del SAC.¨

**5. Anexos:**

1. UR-BE 0201 A1. Diagnóstico de capacitores de distribución.
2. UR-BE 0201 A2. Tablas de selección de fusibles para capacitores (sistemas estrella aterrada y delta).

**6. Responsabilidades:**

1. El Director de Distribución de la UNE es responsable de Aprobar el presente procedimiento.
2. El Director de la OBE es responsable de Implantar el presente procedimiento.
3. El Jefe de Operación de cada OBE es responsable de cumplir y hacer cumplir el presente procedimiento.
4. El Jefe de sección Técnica de cada OBE es responsable de cumplir el presente procedimiento.
5. El comprobador de Pruebas Eléctricas es responsable de ejecutar el mantenimiento de capacitores según el presente procedimiento.
6. El Jefe de Ingeniería de Distribución de la OBE Provincial es responsable de cumplir, hacer cumplir y auditar el cumplimiento del presente procedimiento.

**7. Desarrollo:**

**MANTENIMIENTO BANCO DE CAPACITORES:**

Los trabajadores que ejecutan el mantenimiento a capacitores deberán proceder de la siguiente forma:

1. Solicitará la Vía Libre al Despacho correspondiente, mediante teléfono, radio o tronking, expresando el objetivo del trabajo a realizar, las limitantes de la Vía Libre, cantidad de personas que participan en el trabajo, estimado de tiempo que tendrá el banco de Capacitores fuera de servicio. Debe repetir las órdenes o instrucciones que recibe del despachador, para verificar que han sido recibidas correctamente (4-3) pág.14. Así mismo deberá notificar al despacho bajo que número de permiso de seguridad queda amparado el trabajo que realiza.
2. Deberá confeccionar la planilla de seguridad denotando los medios de protección a utilizar, trabajo a utilizar, relación del personal que laborará y después de planificar el trabajo con el colectivo, cada uno deberá revisar la planilla y firmarla..
3. Deberá desconectar el control del banco de capacitores de la fuente de alimentación, mediante un desconectivo asociado o a través de la desconexión de los cables con terminales de la bornera del equipo.
4. Procederá, entonces a abrir los interruptores monofásicos tipo kyles, mediante la vara aislante, que accionará hacia abajo la manija del costado del interruptor. Deberá tener presente que esta manija no debe ser accionada más de \_\_3\_\_ veces en un periodo de \_\_\_1\_\_\_\_ minuto.
5. Procederá ahora a abrir los drop out mediante la vara aislante, debidamente posesionado el liniero y amarrado mediante faja.
6. A partir de este instante deberá esperar 10 minutos para que el capacitor disipe la energía almacenada en la resistencia interna del mismo. Después pasará la cadena de prueba, previamente aterrada por cada borna o conjunto de bornas que está conectada al drop out. Esto garantiza la descarga del voltaje residual que no debe exceder de 50 volts.
7. Deberá, ahora, retirar la cadena de prueba, desconectar los capacitores de cada fase entre sí y medir la resistencia de aislamiento entre la borna y el casco, con un megóhmetro de aislamiento de 2 500V. El valor de la medición es satisfactorio cuando da igual o mayor de 1 MΩ/kv. Así si el capacitor es de 7.62 kv. la resistencia de aislamiento dará 7.62 MΩ o mayor.
8. Deberá también comprobar la continuidad del capacitor, midiendo entre las dos bornas, el resultado correcto de la medición es cero.
9. En caso de capacitores con una sola borna, la borna ausente es un punto conectado al casco del capacitor y el valor de aislamiento medido es cero.
10. Si la medición se realiza con un megóhmetro de tierra tradicional, deberá desconectar la varilla del neutro del Sistema (puede desconectar arriba o abajo). Esta desconexión se debe realizar con guantes dieléctrico puestos. Para medir con el megóhmetro tradicional, hincará 2 varillas de prueba a 10 y 20 metros respectivos de la varilla a medir, las unirá mediante cables y procederá a la medición. Al final conectará todo, como estaba originalmente.
11. Si la medición es con medidor de resistencia de bucle de tierra de gancho se procederá a desconectar el bajante, probará previamente el medidor con la regleta de resistencia de prueba y si la batería marca mas de 30%; envolverá al bajante de tierra con el gancho del instrumento (usando guante dieléctrico); deberá comprobar que las muelas cierren perfectamente. En ambos casos el valor de la resistencia de tierra no deberá exceder de 10 ohm.
12. Deberá revisar y reparar (si es necesario) el bajante de tierra en toda su extensión, así como desconectar la conexión en sus extremos, limpiar y volverla a apretar.
13. Todas las conexiones en las bornas de los capacitores, conexiones del casco a tierra, conexión de los puentes de los capacitores a los drop out serán, revisados y apretados.
14. Deberá zafar la caña del drop out con la vara aislante, revisar que capacidad tiene el fusible y de que tipo es y comparar con lo señalado en el UR-BE 0201 A2 para el tipo de conexión del Banco de Capacitores, Capacidad voltaje y Composición de unidades capacitoras del banco. Si no está el fusible correcto, sustituirlo por él señalado en la tabla. Proceder igual en cada uno de los drop out.
15. Deberá, entonces, comparar, su reloj previamente ajustado en tiempo con la hora indicada por el control de tiempo, si hay desviación, hacer el ajuste pertinente, moviendo las agujas. En este caso también deberá comprobar si los topes ubicados en el disco del control de tiempo están ubicados en los horarios de entrada y salida que calculó previamente el área de Ingeniería de Distribución en correspondencia con la demanda de potencia reactiva del circuito. Verificará entonces si se excluye algún día de la semana la entrada en servicio.
16. Los cables de control entre el interruptor Kyle y el control de tiempo, serán desconectados de sus bornas, halando las espigas de sus terminales. Con el megóhmetro de aislamiento de 500V se comprobará su continuidad conectando mediante los terminales de los instrumentos los extremos del conductor, el resultado correcto de la medición debe ser cero. La prueba de aislamiento se realiza entre cada una de los puntos de los conductores entre sí y a tierra (manguera metálica flexible) por un solo extremo (dado que se comprobó la continuidad). El valor de la prueba de aislamiento deberá ser consistente con 1 MΩ/kV. Si el aislamiento del conductor es 600V, deberá dar al menos 600 KΩ . Si los valores descritos no se logran, y no se logra aislar el punto a tierra, deberá ser sustituidos. Conectar de nuevo el banco sin cerrar los drop out ni Kyles. Los valores de las mediciones afectados serán incorporados al modelo del UR-BE 0201 A1.
17. Devolución de la Vía Libre. Retirado el personal del contacto directo con el capacitor y ubicado un liniero por debajo del banco de capacitores debidamente enfajado y con una vara aislante disponible de longitud adecuada a la distancia de los drop out, el Jefe del grupo devolverá la Vía Libre sobre el Banco de Capacitores al Despacho, señalando las limitantes, si el banco quedará en servicio o cualquier otra incidencia. El Despacho ordenará al operador de la subestación que alimenta al circuito, en caso de subestación atendida que bloquee el recierre del interruptor correspondiente al circuito. Posteriormente le ordenará al Jefe del Grupo que realiza el mantenimiento del banco de Capacitores a cerrar el Banco.
18. Pasos a seguir para cerrar el banco de capacitores: Deberá primero cerrar los drop out de las 3 fases, después cerrar los kyles de las 3 fases, en ambos casos mediante vara aislante y finalmente conectar los terminales de los cables que vienen del control del Kyle a las bornas del control de tiempo previamente identificados. Observar entonces si se produce algún accionamiento de la manija de cada uno de los Kyles, si se produce, revisar si la conexión a las bornas del control de tiempo es correcta. Informar entonces al Despacho que el Banco de Capacitores ha quedado en servicio.
19. El Jefe del Grupo pedirá entonces al Despacho un permiso especial de trabajo en caliente (PTCE) para realizar mediciones de la corriente del capacitor. Para ello procederá un liniero enfajado mediante voltamperímetro de tenaza, montado en vara aislante a realizar las mediciones en los puentes primarios por fase. Los valores deberán ser iguales y en correspondencia con la capacidad del banco, ver UR-BE 0201 A2.
20. **Registros:**
21. El UR-BD 0201 A1 constituye registro temporal de calidad y se conservará por un período de dos años en el Expediente del Equipo.

UR-BE 0201 A1

DIAGNOSTICO DE CAPACITORES DE DISTRIBUCION

***OBE PROVINCIAL \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***OBE \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

*BANCO No \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ KVA VOLT \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ CONEXIÓN \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ FASES \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

*UNIDADES \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ KVA VOLTS \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ FASES \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

*REGISTRO No \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ POSTE \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ SERVICIO \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ SUB ESTACION \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *CONTROL* | | *NEUTRO* | |  | | | *AMPERES* | | | *VOLTAJE* | | *KVA TOTAL* | *FECHA Y FIRMA* | | *OBSERVACION* |
| *TIEMPO* | *VOLT* | *CONEXIÓN A TIERRA* | *RESISTE NCIA*  *25 OHM( MáX)* | *FUSIBLES* | *PARAARAYOS* |  | *A* | *B* | *C* | *MAXIMO* | *MINIMO* |  | *FECHA* | *FIRMA* |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**REVERSO**

*ALIMENTADOR \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

|  |  |
| --- | --- |
| *SITUACION* | *OBSERVACIONES* |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

# UR-BE 0201 A2

## TABLA 1 FUSIBLES RECOMENDADOS PARA BANCOS EN ESTRELLA ATERRADA Y DELTA

### UNIDADES DE 50 KVAR – LAMINAS K EEI - NEMA

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **kVAr**  **3**  | **2400 Delta** | | **4160 Delta ó 2400/4160 Y** | | **4800 Delta ó 2725/4800 Y** | | **7200 Delta ó 4160/7200 Y** | | **8320 Delta ó 4800/8320 Y** | | **12470 Delta ó 7200/1247 Y** | | **7620 /13200 Y** | | **13800 Delta ó 7960/13800 Y** | |
| A |  | A |  | A |  | A |  | A |  | A |  | A |  | A |  |
| 150 | 36.1 | 40k | 20.8 | 25k | 18.0 | 20k | 12.0 | 15k | 10.4 | 12k | 6.94 | 8k | 6.55 | 8k | 6.28 | 8k |
| 300 | 72.2 | 80k | 41.7 | 50k | 36.1 | 40k | 24.0 | 30k | 20.8 | 25k | 13.9 | 15k | 13.1 | 15k | 12.6 | 15k |
| 450 | 108 | 140k | 62.5 | 80k | 53.9 | 65k | 36.0 | 40k | 31.2 | 40k | 20.8 | 25k | 19.7 | 25k | 18.8 | 25k |
| 600 | 144 |  | 83.3 | 100k | 72.2 | 80k | 48.1 | 65k | 41.7 | 50k | 27.8 | 40k | 26.2 | 30k | 25.2 | 30k |
| 750 | 180 |  | 104 | 140k | 90.2 | 100k | 60.1 | 80k | 52.0 | 65k | 34.7 | 40k | 32.8 | 40k | 31.4 | 40k |
| 900 | 216 |  | 125 |  | 108 | 140k | 72.1 | 80k | 62.5 | 80k | 41.7 | 50k | 39.4 | 50k | 37.7 | 50k |
| 1050 | 251 |  | 146 |  | 126 |  | 84.2 | 100k | 72.8 | 100k | 48.5 | 65k | 46 | 65k | 44 | 50k |
| 1200 | 289 |  | 166 |  | 144 |  | 96.0 | 140k | 83.3 | 100k | 55.5 | 65k. | 52.5 | 65k | 50.3 | 65k |
| 1350 | 325 |  | 188 |  | 162 |  | 108 | 140k | 93.5 | 140k | 62.4 | 80k | 59 | 80k | 56.6 | 65k |
| 1500 | 361 |  | 208 |  | 180 |  | 120 |  | 104 | 140k | 69.5 | 80k | 65.7 | 80k | 62.8 | 80k |
| 1800 | 433 |  | 250 |  | 216 |  | 144 |  | 125 |  | 83.3 | 100k | 78.8 | 100k | 75.3 | 100k |
| 2100 | 505 |  | 292 |  | 253 |  | 169 |  | 146 |  | 97.3 | 140k | 91.7 | 140k | 88 | 100k |
| 2400 | 578 |  | 333 | 289 |  |  | 193 |  | 167 |  | 111 | 140k | 105 | 140k | 100.5 | 140k |

-Zona segura, probabilidad de ruptura del tanque por debajo de un 10%

-Zona 1, probabilidad de ruptura del tanque entre un 10% y un 50%

-Zona 2, probabilidad de ruptura del tanque entre un 50% y un 90

## TABLA No.2 FUSIBLES RECOMENDADOS PARA BANCOS EN ESTRELLA ATERRADA Y DELTA

### UNIDADES DE 25 KVAR – LAMINAS K EEI – NEMA

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **kVAr**  **3**  | **2400 ** | | **4160 ó 2400/4160 Y** | | **4800 ó 2725/4800 Y** | | **ó 4160/7200 Y** | | **ó 4800/8320 Y** | | **ó 7200/1247 Y** | | 7620 /13200 Y | | **ó 7960/13800 Y** | |
| A |  | A |  | A |  | A |  | A |  | A |  | A |  | A |  |
| 75 | 18.0 | 25k | 10.4 | 12k | 9.02 | 12k | 6.01 | 8k | 5.20 | 8k | 3.47 | 6k | 3.28 | 6k | 3.14 | 6k |
| 150 | 36.1 | 40k | 20.8 | 25k | 18.0 | 25k | 12.0 | 15k | 10.4 | 12k | 6.94 | 8k | 6.55 | 8k | 6.28 | 8k |
| 225 | 54.1 | 65k | 31.2 | 40k | 27.1 | 30k | 18.0 | 20k | 15.6 | 20k | 10.4 | 12k | 9.84 | 12k | 9.42 | 12k |
| 330 | 72.2 | 80k | 41.7 | 50k | 36.1 | 40k | 24.0 | 30k | 20.8 | 25k | 13.9 | 15k | 13.1 | 15k | 12.6 | 15k |
| 375 | 90.2 | 100k | 52.1 | 65k | 45.1 | 50k | 30.0 | 40k | 26.1 | 30k | 17.4 | 20k | 16.4 | 20k | 15.7 | 20k |
| 450 | 108 |  | 62.5 | 80k | 53.9 | 65k | 36.0 | 40k | 31.2 | 40k | 20.8 | 25k | 19.7 | 25k | 18.8 | 25k |
| 525 | 126 |  | 73.0 | 100k | 63.1 | 80k | 42.1 | 50k | 36.5 | 50k | 24.3 | 30k | 23.0 | 30k | 22.0 | 25k |
| 600 | 144 |  | 83.3 | 100k | 72.2 | 80k | 48.1 | 65k | 41.7 | 50k | 27.8 | 40k | 26.2 | 30k | 25.2 | 30k |
| 675 | 163 |  | 93.8 |  | 81.2 | 100k | 54.0 | 65k | 46.9 | 65k | 31.3 | 40k | 29.5 | 40k | 28.3 | 40k |
| 750 | 180 |  | 104 |  | 90.2 | 100k | 60.1 | 80k | 52.0 | 65k | 34.7 | 40k | 32.8 | 40k | 31.4 | 40k |
| 900 | 216 |  | 125 |  | 100 |  | 72.1 | 80k | 62.5 | 80k | 41.7 | 50k | 39.4 | 50k | 37.7 | 50k |
| 1050 | 251 |  | 146 |  | 126 |  | 84.2 | 100k | 72.8 | 100k | 48.5 | 65k | 46 | 65k | 44 | 50k |
| 1200 | 289 |  | 166 |  | 144 |  | 96.0 |  | 83.3 | 100k | 55.5 | 65k | 52.5 | 65k | 50.3 | 65k |
| 1350 | 325 |  | 188 |  | 162 |  | 108 |  | 93.5 |  | 62.4 | 80k | 59 | 80k | 56.6 | 65k |
| 1500 | 361 |  | 208 |  | 180 |  | 120 |  | 104 |  | 69.5 | 80K | 65K | 80K | 62.8 | 80K |
| 1800 | 433 |  | 250 |  | 216 |  | 144 |  | 125 |  | 83.3 | 100K | 78.8 | 100k | 75.3 | 100k |
| 2100 | 505 |  | 292 |  | 253 |  | 169 |  | 146 |  | 97.3 |  | 91.7 |  | 88 | 100k |
| 2400 | 578 |  | 333 |  | 289 |  | 193 |  | 167 |  | 111 |  | 105 |  | 100.5 |  |

-Zona segura, probabilidad de ruptura del tanque por debajo de un 10%

-Zona 1, probabilidad de ruptura del tanque entre un 10% y un 50%

-Zona 2, probabilidad de ruptura del tanque entre un 50% y un 90%