

CIGRE 2016 A2-201

طريقة تقييم الاجهادات الناشئة عن الموجات العابرة السريعة جدا لتصميم ملفات محولات القوى - خبرة متبادلة بين المصنع والمستخدم

الخلاصة

محطة محولات جـارو الكهربية من النوع المعزول بالغاز جهد 13.8/138/500 ك.ف تقع بالقرب من ريو دي جانيرو بالبرازيل هي محطة وتحتوى المحطة على أربعة مجموعات من المحولات أحادية الوجة كل مجموعة تحتوى على ثلاث محولات ويتم استخدام الملف الثالث لتعويض القدرة الغير فعالة فى مجموعتين من الأربعة بالاضافة عدد اثنين محول احادى الوجه احتياطى وتستخدم المحطة لتغذية أعمال هامة والمحطة فى وضع تشغيل دائم لمدة 35 عام.

ونتيجة لحدوث اعطال فى المحولات تم تقييد التشغيل بالمحطة وعمليات الفـل والتوـيل على 500 ك.ف على الرغم من أن المحولات مُـممة لتحمل مستوى عزل بقيمة 1550 ك.ف وقد تبين أن اعطال المحولات ترجع فى الغالب لظاهرة الموجات العابرة السريعة جدا والتي لم تؤخذ فى الاعتبار اثناء مرحلة التـمـيم .

الخلاصة

وبناء على ما سبق عند وضع المواصفات تم الزام المُنع بأخذ الاجهادات الناشئة عن الموجات العابرة السريعة فى الاعتبار ولهذا يجب امداد المُنع بدراسات الشبكة قبل مرحلة التّنع ويجب على المُنع أعداد نموذج لتمثيل المحول فى هذه الدراسات وهذا يمكن الحدّول عليه فى ورة نموذج الّندوق الأبيض عند الانتهاء من التّميم و نموذج الّندوق الاسود عند الانتهاء من التّنع .

وفى اغلب الاحيان المدة الزمنية لتّنع المحول لا تتفق مع الزمن اللازم لاتمام تلك الدراسات.

هذا البحث يقدم طريقة مقترحة اعتمادا على الخبرة المتبادلة بين مُنع المحولات والمستخدم لتلافى التأخير فى الانتاج والذى يؤدى إلى التأخير فى التوريد وتم التحقق من هذه الطريقة بمدى تحمل عزل ملفات المحولات لاّعب حالات حوادث الظواهر الانتقالية السريعة

3

المقدمة:

عملية الفّل والتوّيل فى البسبار المعزول بالغاز SF6 تسبب ظهور وّواقع عالية القيمة وعالية التردد تسمى الموجات العابرة السريعة جداً وهذا اعلى جهد تتعرض له المحولات اثناء التشغيل العادى لاي محطة من النوع المعزول بالغاز.

❖ الموجات العابرة السريعة جدا فوق الجهد تكون نتيجة الأتى:

1. الشرارة الكهربائية المتتالية بين نقط توّيل سكينه الفّل
2. الكهروسلبية لغاز SF6
3. الوقت القّير لموجات الاجهاد
4. المسافة القّيرة للموجة العابرة داخل بسبار SF6

➤ ومنذ ذلك الوقت تم تجنب استخدام سكينه الفّل جهد 500KV وعمل ابحاث للحدّول على بيانات اكثر عن ظاهرة الموجات العابرة السريعة جدا

4

المقدمة:

❖ لذلك فقد طُلب في المناقشات الجديدة من مُنعي المحولات الاخذ في الاعتبار الموجات العابرة السريعة جدا وايضا تم توخيف اختبار خاص وغير قياسي ضمن اختبارات القبول النهائية من المستخدم لتقييم تميم المحول ، تم اقتراح منهجية من قبل مُنعي المحولات للتحقق من تحمل العزل الكهربائي للملفات لأخطر الموجات العابرة السريعة جدا خلال عملية التشغيل وهذه الخطوة تُطلب من المُنعي حتى يكون قادر على البدء في التوخييع لعدم توفر دراسات النظام بعد.

الموجات العابرة السريعة جدا الاعتبارية تم تمثيلها بنفس الترددات كما في حالة الرنين . وهو يحتوى على اخطر اجهادات على الملفات.

➤ مؤخرأ تم تقديم نموذج الـندوق الاسود للمحول من المُنعي للمستخدم لعمل دراسة النظام الخاطئة بالموجات العابرة السريعة جدا. نموذج الـندوق الاسود تم اشتقاقه من نموذج الـندوق الأبيض.

5

المنهجية:

الغرض من هذه المنهجية المقترحة من مُنعي المحول هي التأكد من ملفات المحول ومقارنة تحمل عزل الملفات للاجهادات الناتجة عن طريق تمثيل أشكال الموجات العابرة السريعة جدا التي تحتوى على نفس ترددات الرنين على كل اطراف الملف.

يتم تحديد ترددات الرنين لاجزاء الملفات عن طريق اداة تستخدم للموجات العابرة من قبل المُنعي لقيم الترددات من 60 HZ إلى 2 MHz . كل إجهاد عابر سريع جدا يتم تمثيله بشكل موجة $damping\ cosine$

$$U = U_0 \times e^{-Bt} \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t)$$

$$B = -f \times \ln(0.8)$$

$$T = 0$$

حيث : U_0 = اقصى أول جهد وهو الاعلى

أظهرت الدراسة والمحاكاة بواسطة EMTP عن طريق فوران - برازيل اظهرت ان ظاهرة الموجات العابرة السريعة جدا في محطة محولات جارو المعزولة بالغاز تـالـل لاقصى قيمة لها عند 2.0 PU عند تردد 2.5 MHz

6

المنهجية:

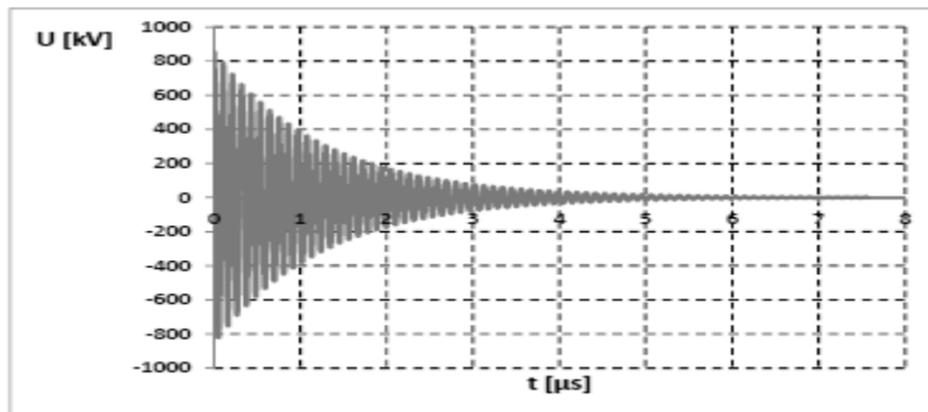


Figure 01 – Example of the simulated VFT stress wave shape applied on HV terminal

7

الشكل (1) عوامل الدقة لملفات الجهد المتوسط لإجهادات الموجات العابرة السريعة جدا المسلطة على أطراف ملفات الجهد العالي

النتائج:

الجدول (1) و (2) توضح أقل عامل دقة يتم حسابه لملفات الجهد المتوسط عند إجهادات الموجات العابرة السريعة جدا التي تم تمثيلها على أطراف HV and MV كلا منهم على حده ، ويوضح في الجدول كل تردد رنان على الأجزاء والملفات و ايضا يوضح اى المنطقة التي بها أقل عامل دقة يتم حسابه.

| Resonant frequencies [kHz] | Stress [kV] | Stress converted to 1.2/50 [kV] | Voltage Withstand [kV] | Reliability Factor | Region [turns-to-turn] |
|----------------------------|-------------|---------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| 19.77 | 61.96 | 61.96 | 254.71 | 4.11 | 41-42 |
| 47.50 | 36.90 | 29.45 | 254.71 | 8.65 | 41-42 |
| 69.60 | 77.90 | 61.63 | 254.71 | 4.13 | 121-122 |
| 75.17 | 93.48 | 73.49 | 254.71 | 3.41 | 121-122 |
| 126.30 | 65.83 | 48.46 | 254.71 | 5.26 | 41-42 |
| 131.60 | 67.89 | 49.76 | 254.71 | 5.12 | 41-42 |
| 178.60 | 42.86 | 30.53 | 254.71 | 8.34 | 121-122 |
| 207.30 | 34.57 | 24.05 | 254.71 | 10.46 | 121-122 |
| 229.60 | 26.92 | 18.78 | 254.71 | 13.56 | 121-122 |
| 297.29 | 28.54 | 19.14 | 254.71 | 13.31 | 41-42 |
| 429.80 | 11.88 | 8.70 | 154.83 | 17.54 | 8-9 |
| 575.20 | 13.22 | 9.52 | 154.83 | 16.27 | 161-162 |
| 794.70 | 39.16 | 28.18 | 154.83 | 5.34 | 161-162 |
| 801.40 | 39.49 | 28.42 | 154.83 | 4.80 | 161-162 |
| 818.25 | 39.25 | 28.25 | 154.83 | 4.88 | 159-160 |
| 830.27 | 39.73 | 28.60 | 154.83 | 5.00 | 159-160 |
| 950.67 | 17.37 | 13.01 | 154.83 | 11.91 | 161-162 |
| 954.60 | 17.07 | 12.72 | 154.83 | 12.17 | 161-162 |

8

الشكل (2) عوامل الدقة لملفات الجهد المتوسط لإجهادات الموجات العابرة السريعة جدا المسطرة على أطراف ملفات الجهد المتوسط

النتائج:

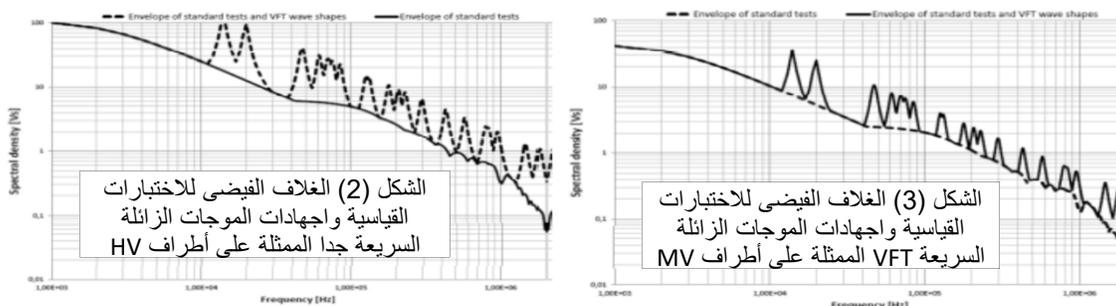
| Resonant frequencies [kHz] | Stress [kV] | Stress converted to 1.2/50 [kV] | Voltage Withstand [kV] | Reliability Factor | Region [turns-to-turn] |
|----------------------------|-------------|---------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| 19,77 | 68,13 | 68,13 | 254,71 | 3,74 | 121-122 |
| 47,50 | 50,74 | 42,13 | 254,71 | 6,04 | 121-122 |
| 69,60 | 51,25 | 41,23 | 254,71 | 6,18 | 121-122 |
| 75,17 | 32,60 | 23,46 | 154,83 | 6,60 | 1-2 |
| 126,30 | 33,86 | 24,37 | 154,83 | 6,35 | 2-3 |
| 131,60 | 33,86 | 24,37 | 154,83 | 6,35 | 2-3 |
| 178,60 | 33,86 | 24,37 | 154,83 | 6,35 | 2-3 |
| 207,30 | 33,86 | 24,37 | 154,83 | 6,35 | 2-3 |
| 229,60 | 33,86 | 24,37 | 154,83 | 6,35 | 2-3 |
| 297,29 | 33,86 | 24,37 | 154,83 | 6,35 | 2-3 |
| 429,80 | 33,86 | 24,37 | 154,83 | 6,35 | 2-3 |
| 575,20 | 33,86 | 24,37 | 154,83 | 6,35 | 2-3 |
| 794,70 | 37,13 | 26,72 | 154,83 | 5,79 | 2-3 |
| 801,40 | 44,28 | 31,87 | 154,83 | 4,85 | 1-2 |
| 818,25 | 46,17 | 33,23 | 154,83 | 4,65 | 1-2 |
| 830,27 | 47,59 | 34,25 | 154,83 | 4,52 | 1-2 |
| 950,67 | 38,44 | 27,67 | 154,83 | 5,59 | 2-3 |
| 954,60 | 38,69 | 27,85 | 154,83 | 5,52 | 2-3 |

9

طيف الترددات لإجهادات الموجات العابرة السريعة جدا :

نطاق الوقت الخاص بشكل موجة (VFT) تم تمثيلها على أطراف المحول طبقاً للمعادلة رقم (1) وتم تحويلها عن طريق (FFT) لكثافة طيفية ومقارنتها بغلاف الفيض الخاص باختبارات قبول المحول.

ايضا شكل موجة VFT النظرية غير قابلة ان تطبق على المحول عن طريق وسائل التقييم خلال اختبارات القبول النهائية، وهذا ما تم ملاحظته في الشكل (2 و3) كتعزيز للغلاف الفيضى للموجات القياسية الكاملة والمقطعية في نطاق ترددات الرنين.



الشكل (2) الغلاف الفيضى للاختبارات القياسية واجهادات الموجات الزائفة السريعة جدا الممثلة على أطراف HV

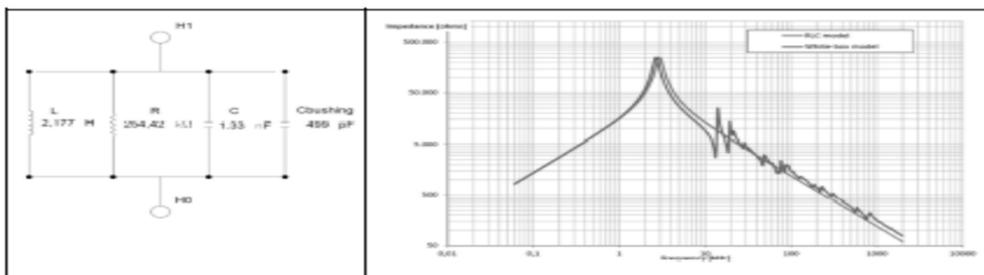
الشكل (3) الغلاف الفيضى للاختبارات القياسية واجهادات الموجات الزائفة السريعة VFT الممثلة على أطراف MV

10

نموذج المحول:

نموذج الـ \square نندوق الأسود البسيط للمحول تم ارساله الى المستخدم لدراسة النظام. هذا النموذج البسيط يحتوى على التردد الرنان الرئيسي الذى هو مشتق من التردد الرنان لنموذج الـ \square نندوق الأبيض. التردد الرنان الرئيسي يتم تمثيله بدائرة RLC المتوازية.

تم تمثيل عازل ملف الجهد العالى بمكثف العازل المُقاس. الشكل (4) يوضح مقارنة استجابة التردد بين نموذج الـ \square نندوق الأبيض و الـ \square نندوق الأسود المُبسط .



11

دراسات النظام:

لتكملة المنهجية المقترحة من مُـ \square نع المحول ، إجهادات VFT تم حسابها بدراسات تعتمد على نموذج الـ \square نندوق الاسود .

بالرغم من ان دراسات النظام المحدثة لم تنتهى بعد ، إلا ان المُـ \square نع قام بعمل أثبات لـ VFT الخاصة بعزل المحول عن طريق أشكال موجات تم حسابها فى السابق عند تـ \square ميم المحطة.

كما هو متوقع ، إجهادات VFT لدراسات النظام الأساسى لن تكون حاسمة للمحولات الجديدة. طيف تردداتهم تكون أقل خطورة عن الدراسات المقترحة للمنهجية الحالية . سعة VFT العليا للنظام الأساسى لا تزيد عن 1.5PU ولا توضح ان ترددات رنانة قريبة من ملفات المحول الجديد.

12

أختبار النبضة الغير نموذجية:

كما هو تم تويف من الوزارة ، يتم عمل اختبار النبضة الغير نموذجي $1.2/4200 \mu s$ ناحية HV و ناحية MV لاطراف المحول بـ 2.0PU . يتم عمل هذا الأختبار خلال إختبارات قبول المحول النهائية بغرض التشديد على عزل المحول حيث أنه يكون أقرب ما يكون لإجهادات VFT الناتجة عن عمليات الفتح في الخدمة. اجمالاً ، شكل الموجة تعتبر في هذه المنهجية معقدة جدا لإعادة انتاجه على اختبارات الموقع لناحية HV .

13

النتائج:

نجحت كل المحولات التي تم اختبارها بالمُنع متضمنة الاختبار الخاص بمتطلبات الوزارة وفي الخدمة من بداية 2014.

المنهجية المقترحة بتجنب المحولات من الدخول في الخدمة للتأكد من عزل المفات لإجهادات VFT الناتجة في اخطر الحالات مقارنة مع اجهادات VFT الممثلة من دراسات النظام الألية.

غرض هذه المنهجية هو بدء مُنع المحولات عملية التنيع بينما دراسات النظام الجديدة لم تنتهي بعد. وهذا يجنب التأخير في وقت التوريد.

ومع ذلك أشكال موجة VFT الناتجة من دراسات النظام الجديدة يمكن ان يتم تحليلها ولكن مع تذبذبات داخلية اقل من المتوقع في ملفات المحول.

شكراً للتعاون بين المستخدم والمُنع . محطة جارو الآن يمكن تشغيلها من غير اية تحذيرات للفتح في النظام الكهربائي.

14

قام بالأعداد والترجمة :

| | |
|------|---------------------------|
| EEHC | مجدى بسيونى |
| EETC | هناء عبد الفتاح عبد الله |
| EETC | هيثم علاء الدين أبو الوفا |

15

قام بالعرض

هيثم علاء الدين

16

شكراً لكم

على حسن الاستماع