

ضمیمه الف: دستورالعمل انجام تستهای FRA

۱- هدف:

اندازه گیری پاسخ فرکانسی (FRA) بمنظور:
الف) اطمینان از سلامت هندسی و فیزیکی ترانسفورماتور در مرحله ساخت
ب) ثبت در پرونده ترانسفورماتور به عنوان مرجع مقایسه در اندازه گیری های بعدی

۲- تجهیزات مورد نیاز:

- رایانه و یا لپ تاپ جهت ثبت اطلاعات
- دستگاه FRA- Analyzer (این دستورالعمل نمونه، برای مدل FR1 ساخت Omicron بیان شده است که البته کلیات روش برای دستگاه های مختلف یکسان می باشد).
- تسمه های مسی به منظور ارت کردن ترمینال های مورد نظر

۳- شرح آزمایش:

۳-۱- آماده سازی نرم افزار

ابتدا بر روی نرم افزار FRA- Analyzer ، تنظیمات اولیه را انجام دهید. بدین منظور پس از باز شدن صفحه اصلی نرم افزار، در پنجره Data Browser این نرم افزار، بر روی گزینه Add Transformer کلیک کرده و با باز شدن پنجره جدید ، مشخصات ترانسفورماتور مدنظر برای تست را وارد نمایید. پس از آن، گزینه ADD Test را فشار داده، تا پنجره جدید باز گردد. این پنجره ها در شکل صفحه بعد نشان داده شده است. در زیر شاخه های test و trace سایر مشخصات و همچنین توابع انتقال مورد نظر برای اندازه گیری را تعریف نمایید. به عبارت کاملتر، با توجه به نوع تابع اندازه گیری شونده زیر شاخه trace را کامل می کنید. با این کار نرم افزار آماده برای اندازه گیری می باشد.

The screenshot shows the OMICRON FRAnalyzer software interface. The 'Trace Configuration' section is active, showing a name 'H0 H1' and two channels: 'Red' (H0) and 'Blue' (H1). The 'Tap Changer' is set to '1'. Below this is a table of configurations:

State	Name	Red	Blue	Tap Changer
<input type="checkbox"/>	H0 H1	H0	H1	1
<input type="checkbox"/>	H0 H2	H0	H2	1
<input type="checkbox"/>	H0 H3	H0	H3	1
<input type="checkbox"/>	x1 x2	x1	x2	1
<input type="checkbox"/>	x2 x3	x2	x3	1
<input type="checkbox"/>	x3 x1	x3	x1	1
<input type="checkbox"/>	y0 y1	y0	y1	1
<input type="checkbox"/>	y0 y2	y0	y2	1
<input type="checkbox"/>	y0 y3	y0	y3	1

Annotations on the left side of the screenshot include:

- CAL**: Points to the 'CAL' button in the toolbar.
- Start trace**: Points to the 'Start' button in the toolbar.
- Stop trace**: Points to the 'Stop' button in the toolbar.

A text box on the left contains the following Persian text:

زیر شاخه trace که در آن توابع انتقال مختلف و ورودی و خروجی، موقعیت و tap changer می شوند.

The screenshot shows the 'Test Details' and 'Sweep Settings' panels. The 'Test Details' panel includes:

- Test Name: New Test 002
- Tester: h.firoozi
- Date / Time: 21-11-2006 / 16.29
- Location: (empty field)
- Oil Temperature: 40.00 °C
- Comment: (empty text area)

The 'Sweep Settings' panel includes:

- Use Default Settings:
- Start Frequency: 20.00 Hz
- Stop Frequency: 2.00 MHz
- Sweep Mode: Logarithmic
- Points / Sweep: 801
- Receiver Bandwidth: 30 Hz

An annotation on the left side of the screenshot contains the following Persian text:

زیر شاخه test که رنج فرکانسی مورد نظر برای اندازه گیری و سایر موارد اشاره شده در آن باید قبل از شروع اندازه گیری مقدار دهی شود.

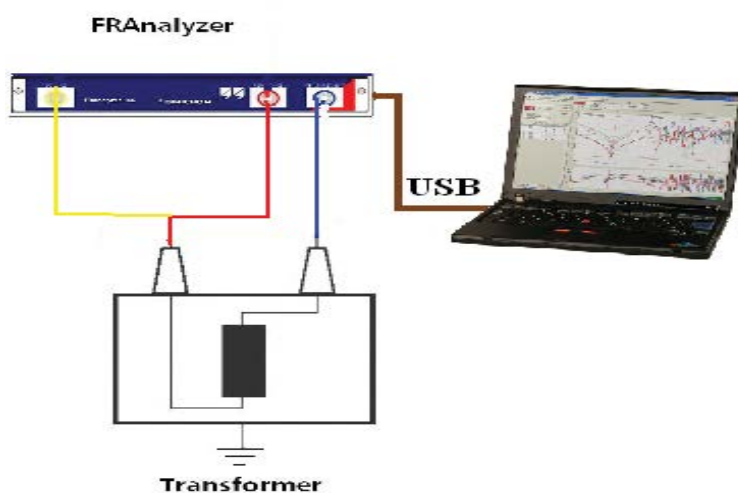
برای آنکه فازهای مختلف ترانسفورماتور برای دستگاه اندازه‌گیری، قابل تعریف باشد چند روش نامگذاری وجود دارد که در کاتالوگ دستگاه به آن پرداخته شده است. به عنوان مثال در یکی از این روش‌ها که در شکل صفحه قبل نیز مشهود می‌باشد، از حرف H برای نامگذاری فازهای فشار قوی، X برای فازهای فشار ضعیف و Y برای ثالثیه استفاده شده است. اندیس‌های 1 تا 3 بترتیب برای فازهای U و V و W می‌باشند. اندیس 0 هم معرف نوترال است.

بطور مثال نامگذاری HOHI در شکل فوق بدین معنی می‌باشد که ورودی به سر نوترال فشارقوی اعمال شده است و خروجی از سر فاز U فشارقوی اندازه‌گیری شده است. بنابراین قبل از شروع تست در این قسمت، توابعی که اندازه‌گیری آنها مد نظر می‌باشد، تعریف می‌گردند. بنابراین لازم است ابتدا پیش تنظیمات اشاره شده تا بحال انجام پذیرد و سپس مراحل بعد، طبق دستورالعمل انجام گردد.

۳-۲- آماده سازی مدار و اندازه گیری پاسخ فرکانسی

۳-۲-۱- برای انجام آزمایش، مدار اندازه‌گیری به صورت شکل (۱) برقرار گردد. با استفاده از دستگاه FRA Analyzer، سیگنال اعمالی از طریق پورتهای که با output نامگذاری شده به ترانسفورماتور اعمال می‌گردد. سیگنال‌های ورودی و خروجی مورد نظر در اندازه‌گیری، بترتیب توسط کانال‌های یک و دو دستگاه اندازه‌گیری می‌گردند. نوع اتصالات مداری ترمینال‌های ترانسفورماتور، برای بدست آوردن تابع انتقال در قسمت (۳-۳) نشان داده شده است.

۳-۲-۲- پس از بستن مدار نشان داده شده، دستگاه FRA Analyzer را روشن نمایید. پس از آنکه دستگاه توسط کامپیوتر شناسایی شد، در اولین گام لازم است سیستم اندازه‌گیری کالیبره گردد. برای اینکار ابتدا هر سه کابل کواکسیال موجود در این سیستم اندازه‌گیری را با استفاده از یک کانکتور T شکل به هم متصل نمایید. سپس



شکل (۱). نحوه پیکر بندی سیستم اندازه‌گیری

با فشار دادن گزینه Test در پنجره نرم افزار، رنج فرکانسی مورد نظر برای اندازه گیری (۵ مگاهرتز رنج مناسبی می باشد) و نیز نوع نمایش منحنی (خطی یا لگاریتمی) را تنظیم نمایید و بر روی Toolbar فوقانی صفحه نمایش نرم افزار گزینه CAL را فشار دهید. با این کار سیستم اندازه گیری کالیبره شده است. برای کالیبره کردن، دقت گردد که سه کابل اندازه گیری ابتدائاً تا محل اندازه گیری انتقال پیدا نموده و سپس به همدیگر متصل گردند. تاکید می گردد که حتی الامکان از اتصال سه کابل قبل از گسترده شدن آنها تا محل مورد نظر خودداری گردد. اطلاعات کامل تر در کاتالوگ دستگاه موجود می باشد.

۳-۲-۳ پس از این کار، سه کابل را از هم جدا نموده و کابلها را مجدداً بصورت نشان داده شده در شکل (۲) ، به ترانسفورماتور متصل نمایید. کابلها را با استفاده از bushing clamp و بصورت نشان داده شده در شکل به پوشینگها متصل کنید. پس از آن با فشردن گزینه Start Trace در toolbar فوقانی

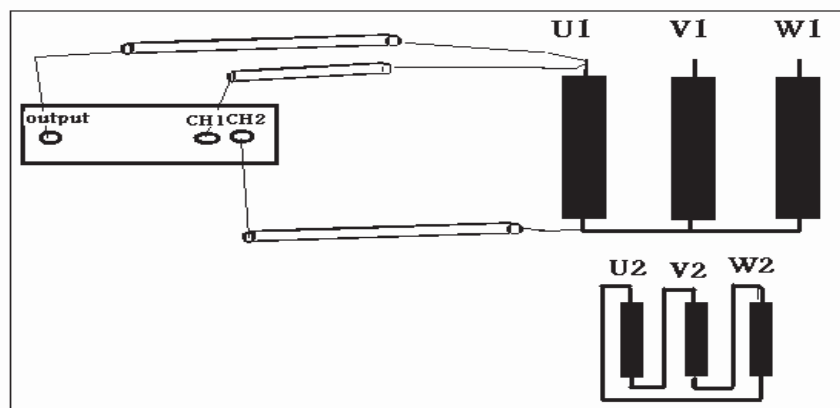


شکل (۲). نحوه اتصال کابلهای اندازه گیری به پوشینگها

پنجره نرم افزار، عمل اندازه گیری پاسخ فرکانسی به صورت جاروی فرکانسی آغاز می گردد. پس از چند دقیقه عمل اسکن فرکانسی تمام می شود. منحنی تابع انتقال بدست آمده بصورت high light روی صفحه نمایش داده می شود. در این حالت، اطلاعات پاسخ فرکانسی بدست آمده را بصورت یک فایل با فرمت Excel ذخیره کنید. این کار را با کلیک راست بر روی منحنی و انتخاب گزینه CSV Export انجام دهید. سپس همین آزمایش را برای فازهای دیگر ترانسفورماتور به همان ترتیب سابق انجام دهید.

۳-۳- توابع انتقال و مدارات مربوطه

آزمایشها بر روی ترانسفورماتورها، می تواند با توجه به مدارات اشاره شده در فصل چهارم انجام شود. به عنوان نمونه در سیم پیچی های نوع ستاره، مطابق شکل (۳) سیگنال منبع به سر یکی از فازها اعمال گردد و خروجی از سر نوترال اندازه گیری شود. در این حالت همه ترمینالهای دیگر باز باشد. این حالت برای فازهای V و W عیناً تکرار گردد.



شکل (۳). شماتیک اندازه گیری برای اتصال ستاره سیم پیچ

۴- نکات مهم و قابل توجه در آزمایش FRA:

پرونده تست را کنترل نمایید تا این آزمایش پس از انجام کلیه تست‌های الکتریکی انجام گیرد. در هر اندازه‌گیری، دمای روغن و موقعیت tap changer به دقت در برگه تست ثبت گردد. کابل‌های اندازه‌گیری حتماً از نوع کواکسیال بوده و دقت گردد که از تابانده شدن کابل‌ها در طول مسیر پرهیز گردد. طول کابل کواکسیال نیز باید در برگه تست ثبت گردد. برای جلوگیری از هر گونه انعکاس امواج فرکانس بالا، امپدانس مقاومت شنت استفاده شده با امپدانس کابل‌های کواکسیال یکسان باشد. (مثلاً اگر از کابل ۷۵ اهمی استفاده می‌کنید، حتماً از مقاومت شنت ۷۵ اهم استفاده کنید). در ارت کردن نقاطی از مدار که باید زمین گردند، دقت کافی صورت پذیرد. حتی الامکان سعی شود که ترمینال‌ها در یک نقطه واحد ارت شوند. وضعیت ترمینال‌های ورودی و خروجی (ترمینال‌های اندازه‌گیری) و نیز وضعیت فازهای دیگر (از لحاظ open، ground و یا short بودن) به دقت در برگه تست مشخص گردد. - چنانچه اندازه‌گیری‌ها بصورت on-site انجام می‌پذیرد، دقت گردد که ترانسفورماتور کاملاً از شبکه خارج گردد (حتی نوترال ترانسفورماتور). - اندازه‌گیری‌ها را در چند موقعیت مختلف برای tap changer انجام دهید. (حد اقل برای تپ اول، تپ نامی و تپ آخر پیشنهاد می‌گردد). در ادامه یک نمونه گواهی تست FRA ارائه شده است.

FRA Test

.....

Serial No.:	Test Report Customer:	Voltage Level: 145 kV
Order No. :	Project : 100MVA,132/33kV	Page 133 of 6

Transformer Specifications

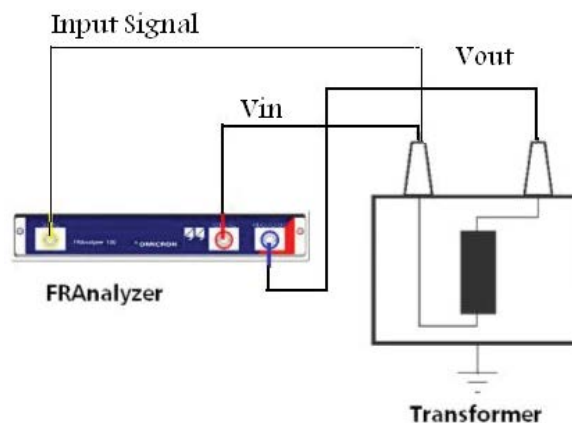
Manufacturer: IRAN_TRANSFO Zanjan
 MVA Rating: 100 MVA
 High Voltage: 132 kV
 Low Voltage: 33kV
 Tertiary Voltage: 0 kV
 Phases: 3
 Vector Group: Dyn11

Test Specifications:

Apparatus Tested: Power Transformer
 Test Department: HV-Test Field
 Date of Test: 11-08-2009
 Number of Tests: 3
 Oil Temperature: 28 C
 Start Frequency: 20 Hz
 Stop Frequency: 2,000,000 Hz
 Sweep Mode: logarithmic
 Measurement Cables : 50Ω coaxial
 Analyzer: OMICRON FRA Analyzer
 Tap Changer Number: 10

Measuring Method:

$$H(\text{dB}) = 20 \cdot \log\left(\frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}}\right)$$



Prepared by:
Test Engineer

Approved by :
Technical Manager

Date :

FRA Test

.....

Serial No.:
Order No. :

Test Report
Customer:
Project : 100MVA,132/33kV

Voltage Level: 145 kV
Page 134 of 6

Test 1

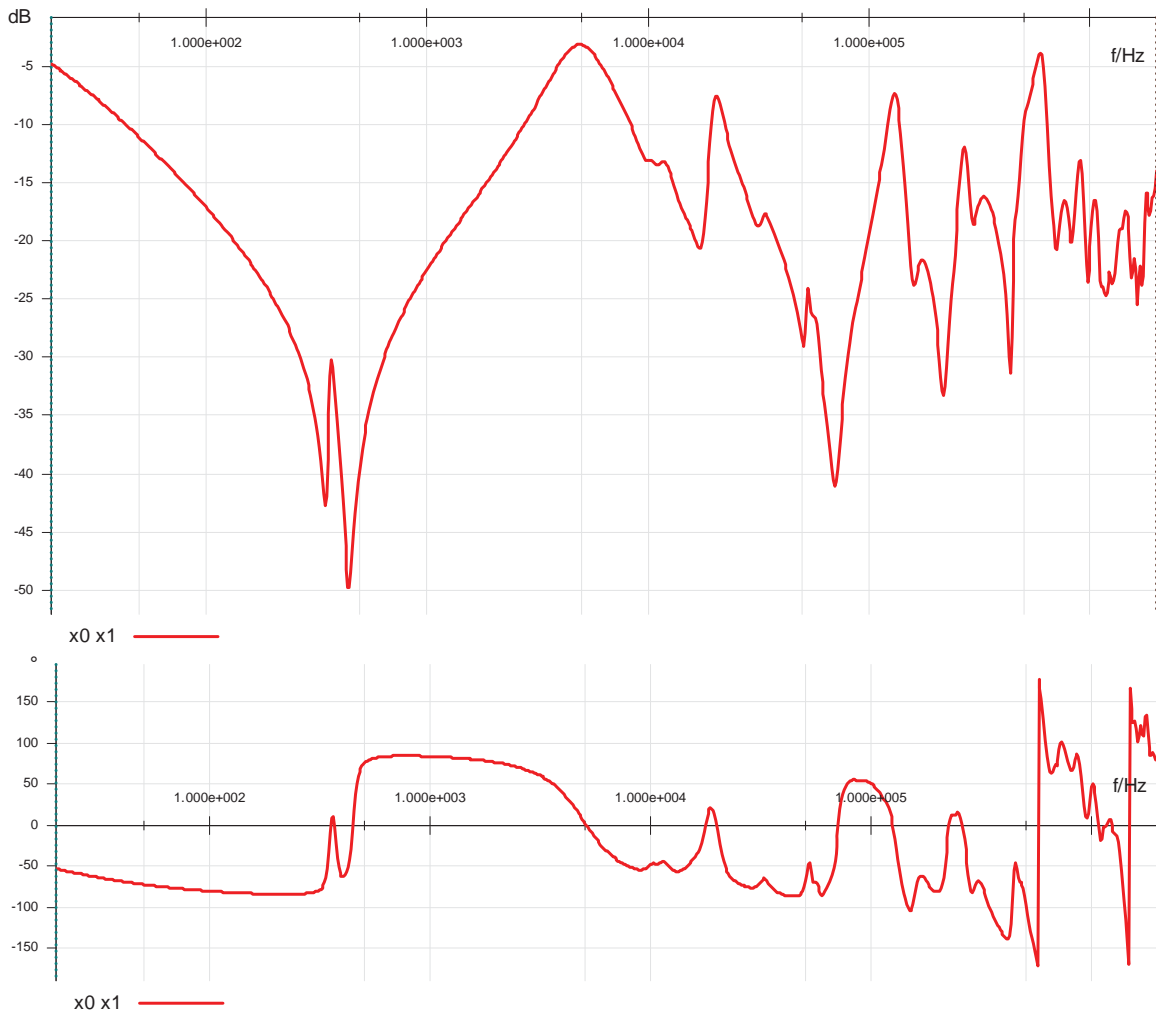
Test Connections:

Vin : 2U

Vout: 2N

Grounded: transformer tank
other bushings are open.

Frequency response curves:



Prepared by:
Test Engineer

Approved by :
Technical Manager

Date :

FRA Test

.....

Serial No.:

Test Report
Customer:

Voltage Level: 145 kV

Order No. :

Project : 100MVA,132/33kV

Page 135 of 6

Test 2

Test Connections:

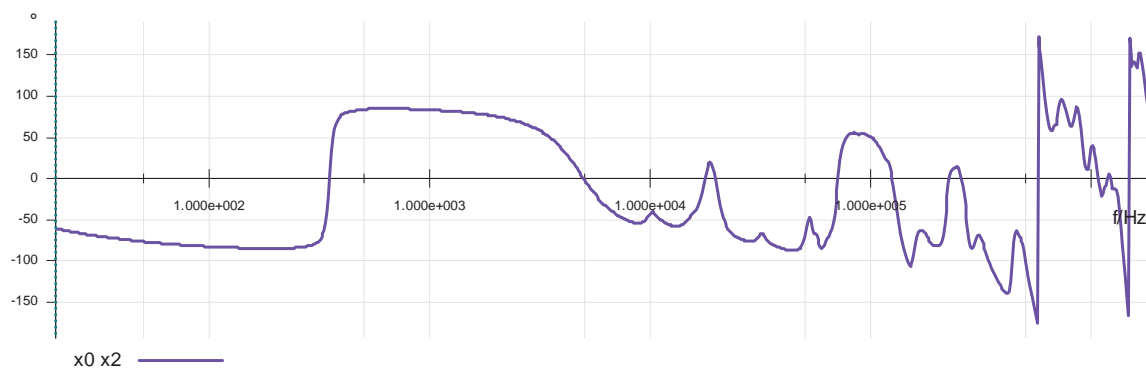
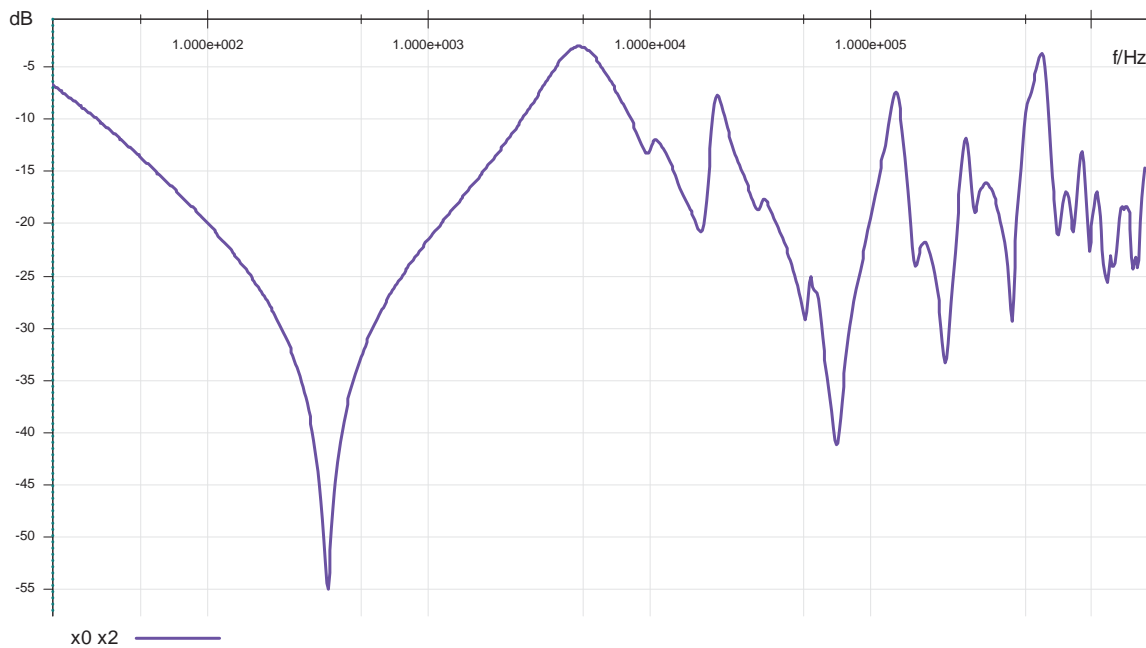
Vin : 2V

Vout: 2N

other bushings are open.

Grounded: transformer tank

Frequency response curves:



Prepared by:
Test Engineer

Approved by :
Technical Manager

Date :

FRA Test

.....

Serial No.:
Order No. :

Test Report
Customer:
Project : 100MVA,132/33kV

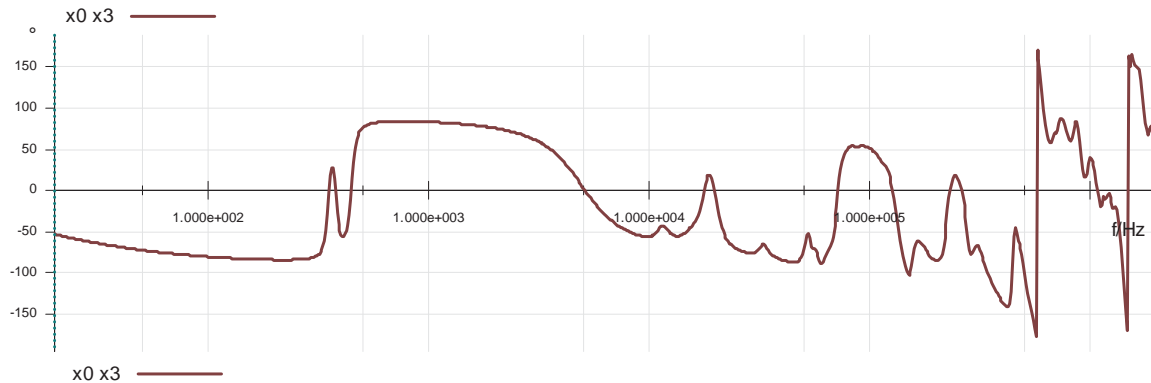
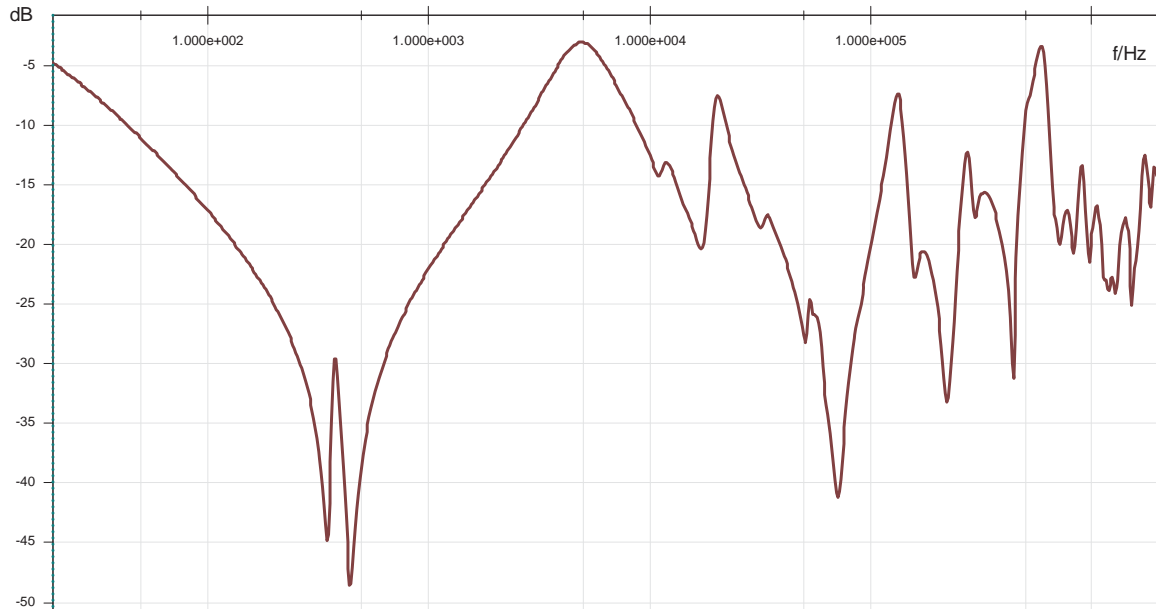
Voltage Level: 145 kV
Page 136 of 6

Test 3

Test Connections:

Vin : 2W
Vout: 2N
other bushings are open.
Grounded: transformer tank

Frequency response curves



Prepared by:
Test Engineer

Approved by :
Technical Manager

Date :

FRA Test

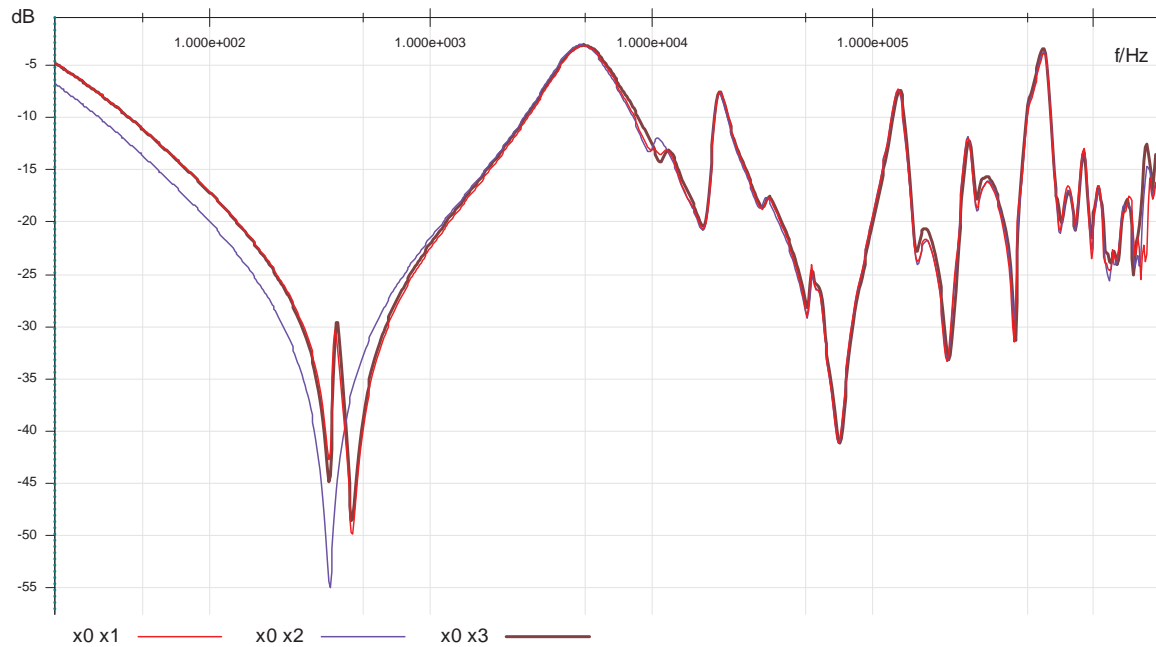
.....

Serial No.:
Order No. :

Test Report
Customer:
Project : 100MVA,132/33kV

Voltage Level: 145 kV
Page 137 of 6

Comparison between Three LV transfer functions



With respect to curves, the test is passed.

Prepared by:
Test Engineer

Approved by :
Technical Manager

Date :

