



شرکت الوند توان انرژی

خدمات فنی و مهندسی صنعت برق





شرکت الوند توان انرژی از سال ۱۳۸۹ شروع به فعالیت کرده و زمینه کاری آن فروش تجهیزات و ارائه خدمات فنی و مهندسی در خصوص ترانسفورماتور است.



تعمیر ترانسفورماتورهای تا توان 10MVA در کارگاه تعمیرات (پرند)





آریا ترانسفو  
ARYA TRANSFO

فروش ترانسفورماتورهای توزیع نرمال و ویژه

آریا ترانسفو  
ARYA TRANSFO

شرکت الوند توان انرژی

نماینده فروش و خدمات پس از فروش شرکت آریا ترانسفو



کارگاه: تهران  
شهرک صنعتی پرد  
خیابان گلپهار  
پلاک ۴۳

دفتر مرکزی: تهران  
میدان صادقیه  
مجتمع گلدیس ،  
واحد ۱۳۱۷

انجام آزمونهای الکتریکی بر روی ترانسفورماتورهای توزیع و قدرت در سایت





نصب، راه اندازی، سرویس و تعمیر ترانسفورماتورهای توزیع و قدرت در سایت





## سرویس تپ چنجر تحت بار ترانسفورماتورهای قدرت در سایت



## انجام آزمونهای کنترل کیفی، گاز کروماتوگرافی و فورفورال روغن





فروش روغن کلاس یک و دو ترانسفورماتور





## تصفیه فیزیکی (سیرکوله) روغن ترانسفورماتور



OL با استفاده از پوشش online رفع نشتی روغن ترانسفورماتور بصورت





دستگاه سیرکوله online روغن ترانسفورماتور  
(نیروگاه رامین، سد شهید عباسپور)

# برگزاری کنفرانس و نمایشگاه بین المللی ترانسفورماتور کنفرانس ششم ۱۹ و ۲۰ آذر وزارت نیرو



## برگزاری کارگاهها و دوره های آموزشی در داخل کشور کارگاه آموزشی تست و تعمیر ترانسفورماتور ۵ و ۶ شهر یور، کارگاه الوند، پرند



مصاحبه با پروفسور استفان اشمیدلین  
 مدیر موسسه تکنولوژی فشار قوی، دانشگاه اشتراوتگارت  
**ترانسفورماتور؛ از تولید تا مرگ**



- آمار ترانسفورماتورهای اصلی نیروگاه در سال ۱۳۹۵
- سفته ترانسفورماتور
- معرفی آرایه های نیت باسی ترانسفورماتورهای اندازه گیری
- گام های تازه در نحوه اشباع ترانسفورماتور
- نصب بارین ترانسفورماتور با کمک آرایه های نیت باسی

IL 060494

انتشار فصلنامه ترانسفورماتور

با تشکر از حضار محترم



# تست و عیب یابی ترانسفورماتور

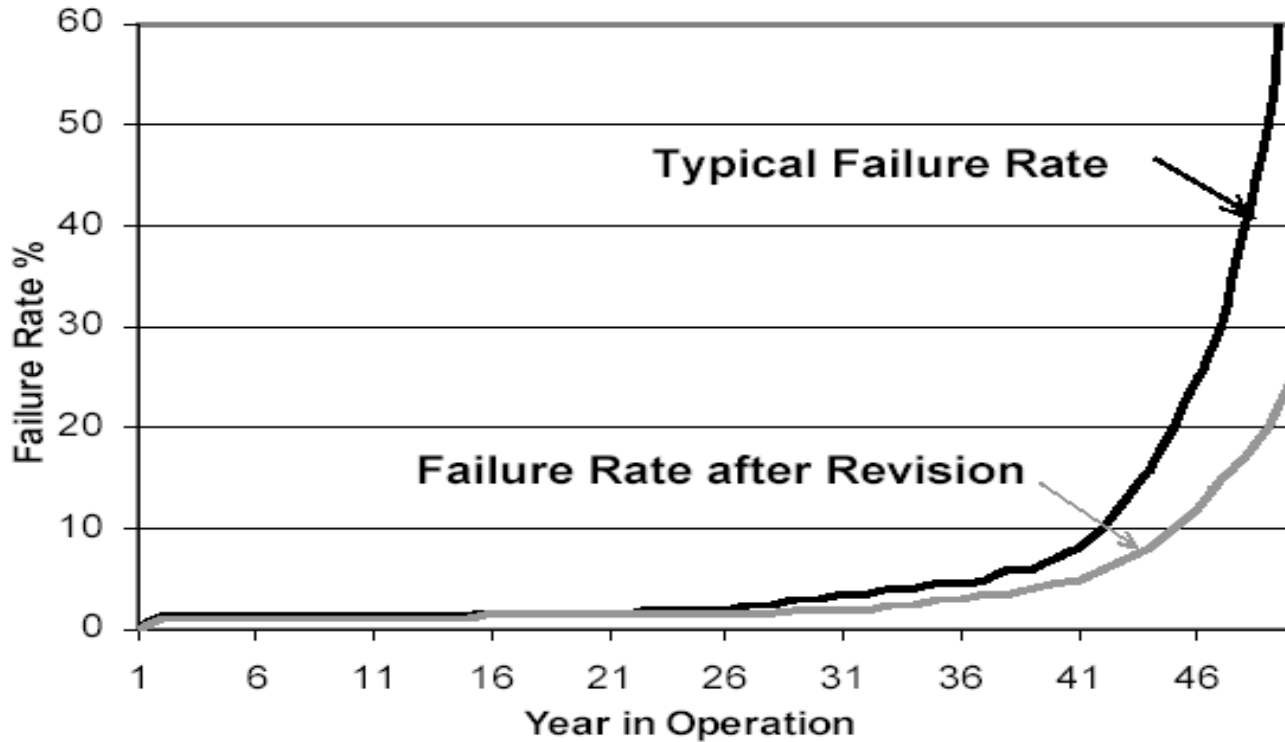
کمال بشکار / تیرماه ۹۹

---

## چه موقع باید ترانسفورماتور را تست کنیم؟

- ❖ بر اساس دوره PM ( ۴-۵ سال )
- ❖ هنگام جابجایی ترانسفورماتور
- ❖ مواقعی که سیستم تریپ خورده است
- ❖ نتایج حاصل از تست گاز کروماتوگرافی

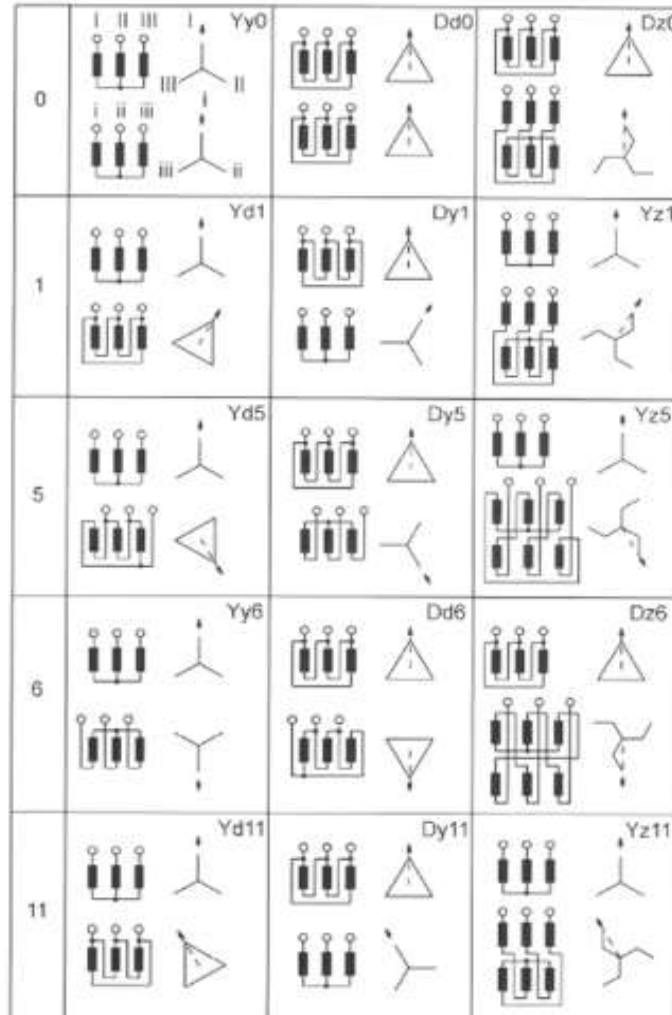
مقایسه بین درصد بروز خطادر حالتیکه CBM اعمال گردیده ونگردیده است

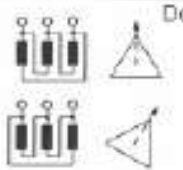
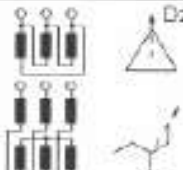
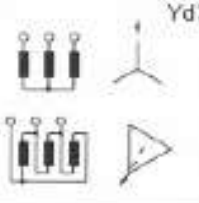
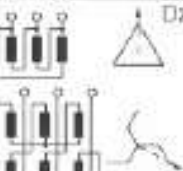
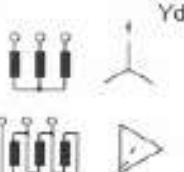
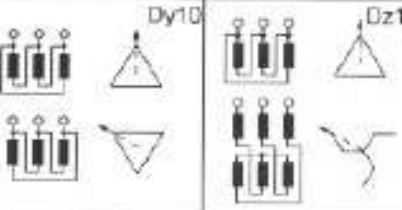
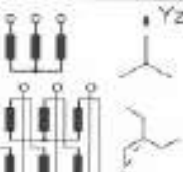
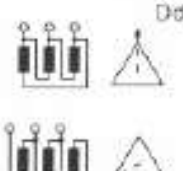
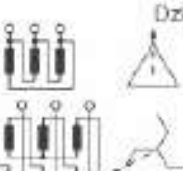
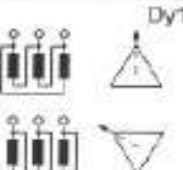
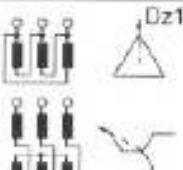


# معرفی تست ها :

- 
- ❖ تست نسبت تبدیل و کنترل گروه برداری
  - ❖ اندازه گیری جریان بی باری
  - ❖ اندازه گیری مقاومت اهمی سیم پیچ ها
  - ❖ تقسیم شار
  - ❖ اندازه گیری مقاومت عایقی ( میگر )
  - ❖ اندازه گیری ظرفیت خازنی سیم پیچ ها و مقدار تانژانت دلتا
  - FDS ❖
  - FRA ❖

# انواع گروه برداری



2		 <p>Dd2      Dz2</p>	 <p>Dd2      Dz2</p>
4		 <p>Dd4      Dz4</p>	 <p>Dd4      Dz4</p>
7	 <p>Yd7</p>	 <p>Dy7</p>	 <p>Yz7</p>
8		 <p>Dd8      Dz8</p>	 <p>Dd8      Dz8</p>
10		 <p>Dy10</p>	 <p>Dz10</p>



**ایران - ترانسفو**  
شرکت سهامی عام

**IRAN TRANSFO**  
SHERKATE SAHAMI AAM

Type 
Serial number 
Year 
IEC76/VDE0532

Rated power kVA 
Kind 
Frequency Hz

Rated voltage V   
Kind of service

Rated current A  
Vector group

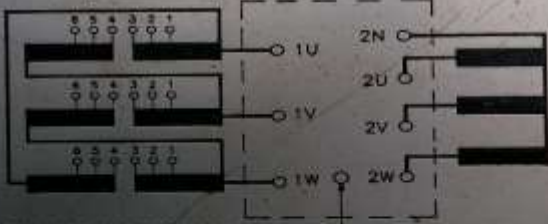
Impedance voltage 
Short circuit current kA

Type of protection 
Short circuit duration max.


Cooling method 
Ambient temperature max. °C

Total weight t 
Sea level altitude m

Oil weight t



Off-load tap changer

Pos	HV-Side			Voltage (V)	Connec-tion	LV-Side	
	Tap	1V	1W			Voltage (V)	Connec-tion
1	3-4	3-4	3-4	21000	 1V 1W	2V	 2N 2W
2	4-2	4-2	4-2	20500			
3	2-5	2-5	2-5	20000			
4	2-3	2-3	2-3	19500			
5	1-6	1-6	1-6	19000			

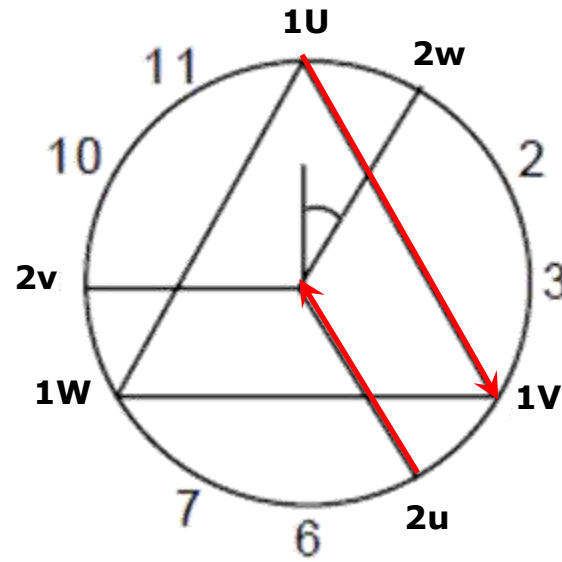
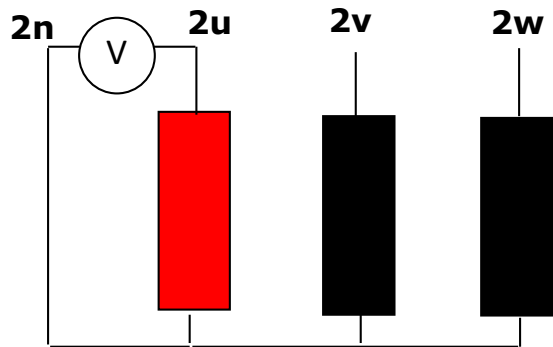
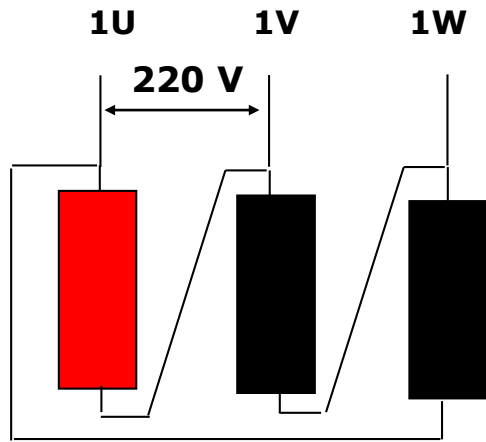
Voltage: 6600

Caution: tapping is permissible only in off circuit.  
 MADE IN IRAN      ساخت ایران

251 904

# تست نسبت تبدیل و اندازه گیری جریان

## بی باری



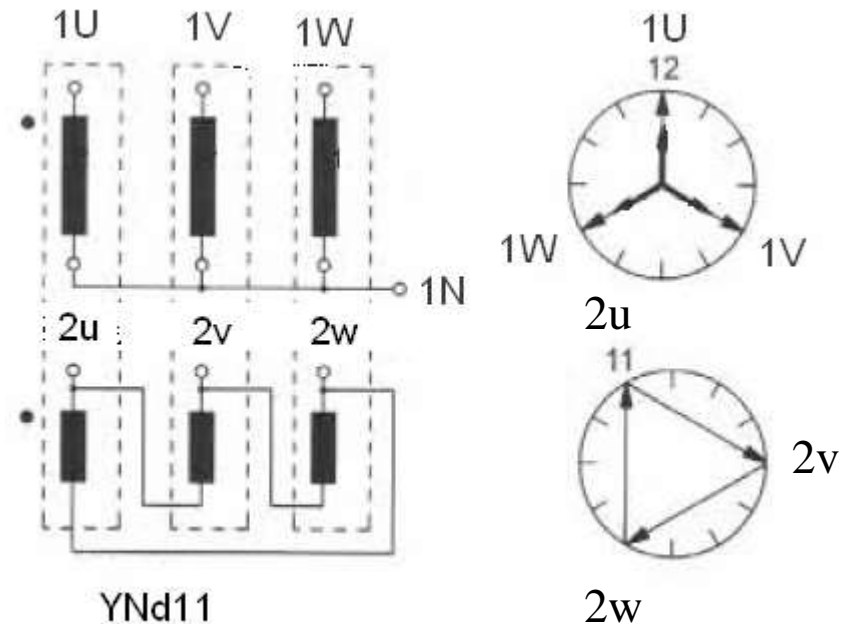
$$\frac{1U - 1V}{2u - 2n}$$

$$\frac{1V - 1W}{2v - 2n}$$

$$\frac{1W - 1U}{2w - 2n}$$

## Ratio measurement : 230/63 kV- YNd11

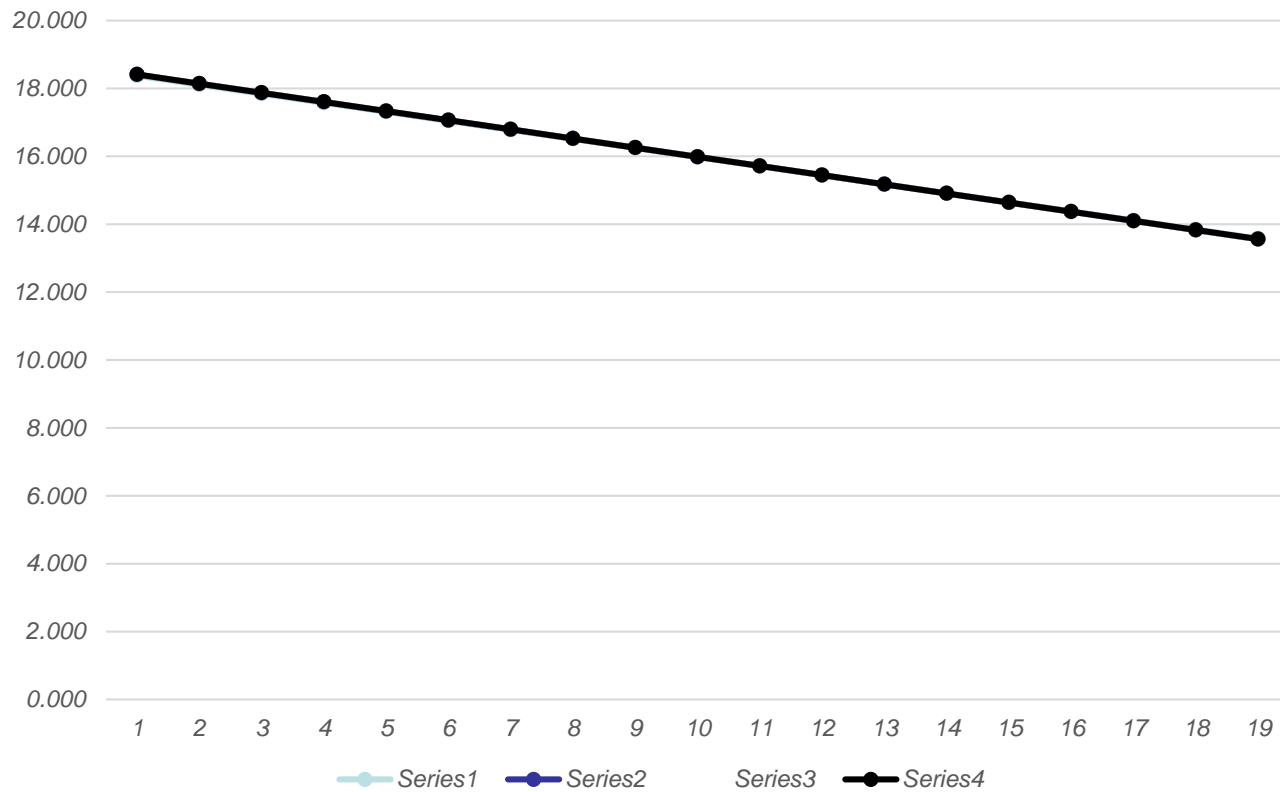
		Nominal Voltage :230/63kV							
		Vector Group:YNd11							
TAP	Voltage (V)		Measured Ratio						
	HV	LV	Nom .	1U - 1N	Io	1V - 1N	Io	1W - 1N	Io
			Ratio	2u - 2w	(mA)	2v - 2u	(mA)	2w - 2v	(mA)
1	264500	63000	2.424	2.425	1.15	2.425	0.88	2.425	1.06
2	260667	63000	2.389	2.390	1.18	2.390	0.91	2.390	1.08
3	256833	63000	2.354	2.355	1.22	2.355	0.92	2.355	1.12
4	253000	63000	2.319	2.320	1.25	2.319	0.96	2.319	1.14
5	249167	63000	2.283	2.284	1.29	2.284	0.98	2.284	1.18
6	245333	63000	2.248	2.249	1.33	2.249	1.01	2.249	1.20
7	241500	63000	2.213	2.214	1.34	2.214	1.03	2.214	1.24
8	237667	63000	2.178	2.179	1.38	2.179	1.06	2.179	1.27
9	233833	63000	2.143	2.144	1.39	2.143	1.09	2.143	1.32
10	230000	63000	2.108	2.108	1.46	2.108	1.13	2.108	1.33
11	226167	63000	2.073	2.073	1.50	2.073	1.16	2.073	1.39
12	222333	63000	2.038	2.038	1.55	2.038	1.19	2.038	1.44
13	218500	63000	2.002	2.003	1.60	2.003	1.21	2.003	1.50
14	214667	63000	1.967	1.968	1.64	1.968	1.27	1.968	1.55
15	210833	63000	1.932	1.932	1.70	1.932	1.30	1.932	1.60
16	207000	63000	1.897	1.897	1.76	1.897	1.35	1.897	1.65
17	203167	63000	1.862	1.862	1.79	1.862	1.35	1.862	1.71
18	199333	63000	1.827	1.827	1.88	1.827	1.44	1.827	1.77
19	195500	63000	1.792	1.792	1.93	1.792	1.47	1.792	1.83



TAP	Voltage (V)			Measured Ratio					
	HV	LV	Nom . Ratio	1U-1V 2u-2n	Io (mA)	1V-1W 2v-2n	Io (mA)	1W-1U 2w-2n	Io (mA)
1	۷۲۴۵۲	۶۸۳.	۱۸,۳۷۳	۱۸,۴۰۹	۱,۵۰	۱۸,۴۰۹	۱,۳۰	۱۸,۴۱۱	۱,۷۰
۲	۷۱۴۰۲	۶۸۳.	۱۸,۱۰۷	۱۸,۱۳۹	۱,۵۰	۱۸,۱۴۰	۱,۳۰	۱۸,۱۴۱	۱,۷۰
۳	۷۰۳۵۱	۶۸۳.	۱۷,۸۴۱	۱۷,۸۷۰	۱,۷۰	۱۷,۸۷۰	۱,۳۰	۱۷,۸۷۲	۱,۸۰
۴	۶۹۳۰۱	۶۸۳.	۱۷,۵۷۴	۱۷,۶۰۱	۱,۷۰	۱۷,۶۰۱	۱,۴۰	۱۷,۶۰۳	۱,۸۰
۵	۶۸۲۵۱	۶۸۳.	۱۷,۳۰۸	۱۷,۳۳۱	۱,۸۰	۱۷,۳۳۲	۱,۴۰	۱۷,۳۳۳	۱,۹۰
۶	۶۷۲۰۱	۶۸۳.	۱۷,۰۴۲	۱۷,۰۶۲	۱,۷۰	۱۷,۰۶۲	۱,۴۰	۱۷,۰۶۴	۲,۰۰
۷	۶۶۱۵۱	۶۸۳.	۱۶,۷۷۶	۱۶,۷۹۳	۱,۸۰	۱۶,۷۹۳	۱,۵۰	۱۶,۷۹۴	۲,۰۰
۸	۶۵۱۰۰	۶۸۳.	۱۶,۵۰۹	۱۶,۵۲۳	۱,۹۰	۱۶,۵۲۳	۱,۴۰	۱۶,۵۲۴	۲,۱۰
۹	۶۴۰۵۰	۶۸۳.	۱۶,۲۴۳	۱۶,۲۵۳	۲,۰۰	۱۶,۲۵۳	۱,۶۰	۱۶,۲۵۵	۲,۲۰
۱۰	۶۳۰۰۰	۶۸۳.	۱۵,۹۷۶	۱۵,۹۸۴	۲,۰۰	۱۵,۹۸۴	۱,۶۰	۱۵,۹۸۵	۲,۲۰
۱۱	۶۱۹۵۰	۶۸۳.	۱۵,۷۱۰	۱۵,۷۱۵	۲,۰۰	۱۵,۷۱۵	۱,۷۰	۱۵,۷۱۶	۲,۳۰
۱۲	۶۰۹۰۰	۶۸۳.	۱۵,۴۴۴	۱۵,۴۴۵	۲,۱۰	۱۵,۴۴۵	۱,۷۰	۱۵,۴۴۶	۲,۴۰
۱۳	۵۹۸۴۹	۶۸۳.	۱۵,۱۷۷	۱۵,۱۷۶	۲,۲۰	۱۵,۱۷۶	۱,۸۰	۱۵,۱۷۷	۲,۵۰
۱۴	۵۸۷۹۹	۶۸۳.	۱۴,۹۱۱	۱۴,۹۰۷	۲,۴۰	۱۴,۹۰۷	۱,۸۰	۱۴,۹۰۸	۲,۵۰
۱۵	۵۷۷۴۹	۶۸۳.	۱۴,۶۴۵	۱۴,۶۳۷	۲,۴۰	۱۴,۶۳۷	۱,۹۰	۱۴,۶۳۸	۲,۶۰
۱۶	۵۶۶۹۹	۶۸۳.	۱۴,۳۷۹	۱۴,۳۶۸	۲,۴۰	۱۴,۳۶۸	۲,۰۰	۱۴,۳۶۹	۲,۷۰
۱۷	۵۵۶۴۹	۶۸۳.	۱۴,۱۱۲	۱۴,۰۹۸	۲,۷۰	۱۴,۰۹۹	۲,۰۰	۱۴,۱۰۰	۲,۸۰
۱۸	۵۴۵۹۸	۶۸۳.	۱۳,۸۴۶	۱۳,۸۲۹	۲,۷۰	۱۳,۸۳۰	۲,۲۰	۱۳,۸۳۰	۲,۸۰
۱۹	۵۳۵۴۸	۶۸۳.	۱۳,۵۷۹	۱۳,۵۶۰	۲,۷۰	۱۳,۵۶۰	۲,۳۰	۱۳,۵۶۱	۳,۰۰

**Vector Group:  
Dyn11  
30MVA63/6.83KV**

Ratio Diagram



*The ratio error %*

$$\text{Deviation} = \frac{(\text{measured turn ratio}) - (\text{theoretical turn ratio})}{\text{theoretical turn ratio}} \times 100$$

The deviation in the turn ratio shall be  $< \pm 0.5 \%$ .

## *No load current at rated voltage*

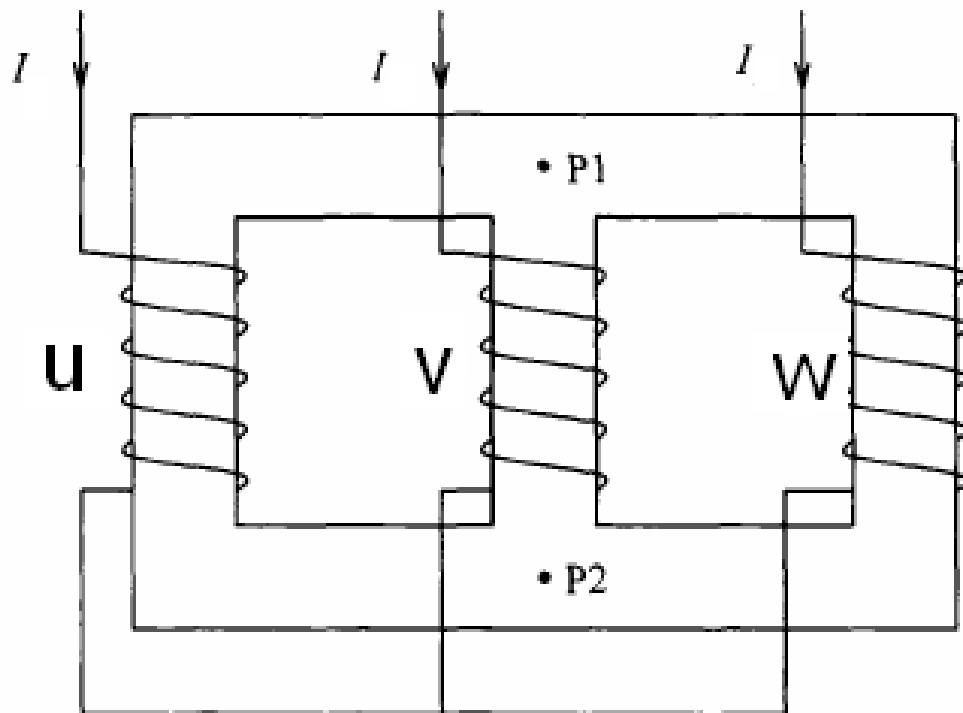
For smaller power transformer the no-load current is about 1 to 5% of rated current and for large power transformer 0.1 to 0.3%.

	$I_{L1}$	$I_{L2}$	$I_{L3}$	$I_0$
kV	A	A	A	A
24,00	5,56	4,05	3,79	4,47

With YNd11 group



## Flux in core



## برای اتصال ستاره

$$I_u : I_v : I_w = 1 : 0.718 : 1$$

## برای اتصال مثلث

$$I_u : I_v : I_w : 1 : 1 : 1.3$$

$$NI = \Phi \cdot R$$

## *No load current in factory*

### **200 MVA-245/15.75 KV -YNd11**

No load Current at rated voltage

Vrms(v)	Iou(A)	Iov (A)	Iow(A)
15750	5.306	5.555	7.238

No load Current at 380 V in mA

1U	1V	1W
2.5	1.4	2.5

### **160 MVA-230/63 KV -YNd11**

No load Current at rated voltage

Vrms(v)	Iou(A)	Iov (A)	Iow(A)
63000	0.652	0.927	1.082

No load Current at 380 V in mA

1U	1V	1W
2.55	1.42	2.62

---

## ❖ تست تقسیم شار

به یک فاز ولتاژ تزریق می شود و دو فاز دیگر اندازه گیری می شود

مجموع دو فاز برابر فاز اول خواهد بود

این کار برای سه فاز تکرار خواهد شد

## ❖ تست تقسیم شار

flux magnetic balance test :

	1U-1V	1V-1W	1W-1U	
	*۲۳۱	۱۹۶	۳۵	
	۱۳۳	*۲۳۱	۹۷	
	۴۶	۱۸۵	*۲۳۱	

---

## ❖ کاربرد تست تقسیم شار

یکی از بهترین تست ها برای تشخیص اتصال حلقه می باشد

measurements.

Tap	Voltage Injection	Tap Voltage	W1		
			H1	H2	H3
3	V1=Injection	19000	9.631V	7.204V	2.411V
3	V1=Injection, V2=0	19000	9.487V	484.1mV	9.130V
3	V1=Injection, V3=0	19000	9.621V	9.368V	245.5mV
3	V2=Injection	19000	5.026V	9.663V	4.654V
3	V2=Injection, V1=0	19000	366.4mV	9.567V	9.291V
3	V2=Injection, V3=0	19000	9.262V	9.577V	376.9mV
3	V3=Injection	19000	2.510V	7.124V	9.589V
3	V3=Injection, V2=0	19000	9.090V	430.9mV	9.423V
3	V3=Injection, V1=0	19000	203.4mV	9.396V	9.568V
1	V1=Injection	21000	9.637V	7.212V	2.410V
1	V1=Injection, V2=0	21000	9.497V	423.6mV	9.145V
1	V1=Injection, V3=0	21000	9.632V	9.374V	232.5mV
1	V2=Injection	21000	4.999V	9.667V	4.687V
1	V2=Injection, V1=0	21000	366.7mV	9.584V	9.297V
1	V2=Injection, V3=0	21000	9.268V	9.543V	358.5mV
1	V3=Injection	21000	2.494V	7.110V	9.600V
1	V3=Injection, V2=0	21000	9.119V	419.5mV	9.446V
1	V3=Injection, V1=0	21000	188.6mV	9.421V	9.600V

❖ برای کدام ترانسها امکان انجام تست تقسیم شار وجود ندارد؟

## هسته پنج ستونه



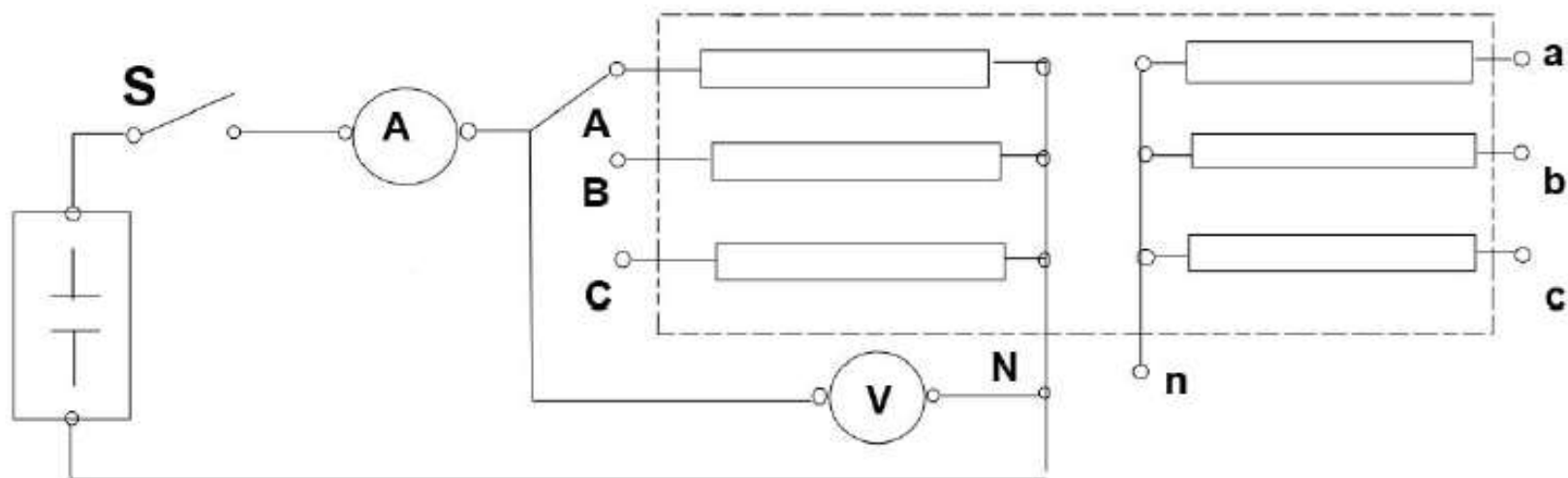


# اندازه گیری مقاومت اهمی سیم پیچ ها

❖ اندازه گیری مقاومت اهمی توسط باتری و رئوستا ( ولت متر – آمپر متر )

❖ اندازه گیری با دستگاه

## *DC Measurement*



*Winding resistance measurement by Current –Voltage method*

---

## الزامات استاندارد قبل از انجام تست :

- a) The windings have been under insulating liquid with no excitation and with no current in the windings for a minimum of 3 h for a transformer without pumps and for 1 h for transformer with pumps running before the cold resistance is measured.
- b) The temperature of the insulating liquid has stabilized, and the difference between top and bottom temperature does not exceed 5 °C.

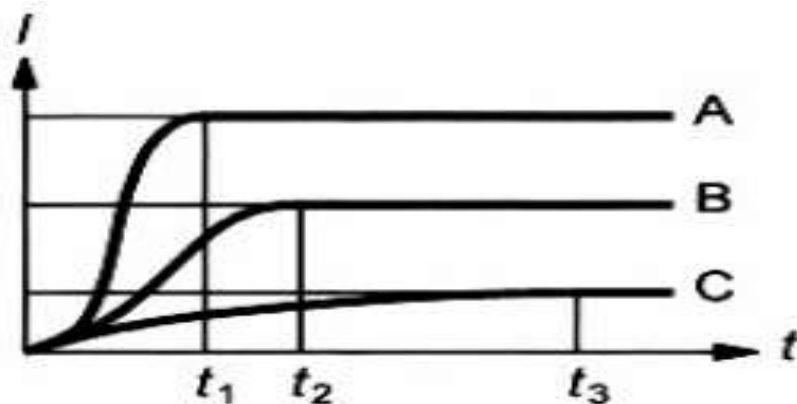
---

## مقدار جریان تزریقی مطابق استاندارد :

❖ مقدار جریان نباید از 15% جریان نامی ترانسفورماتور بیشتر باشد

❖ مقدار جریان بایستی بیشتر از 1.2 جریان مغناطیس کنندگی باشد

$$U = RI + L \frac{di}{dt}$$



*A = iron core fully saturated*

*B = iron core less saturated*

*C = iron core not saturated*

## عوامل تاثیر گذار بر مقادیر مقاومت اهمی :

- دما
- اتصال نامناسب در تپ چنجر ( OFF Circuit & On Load )
- اتصال نامناسب در انشعابات یا محل جوش انشعابات
- اتصال حلقه
- عدم عملکرد تپ چنجر و کثیف شدن کنتاکت ها
- نامناسب بودن جنس کفشک و بلسن
- و ....

## تأثير دما :

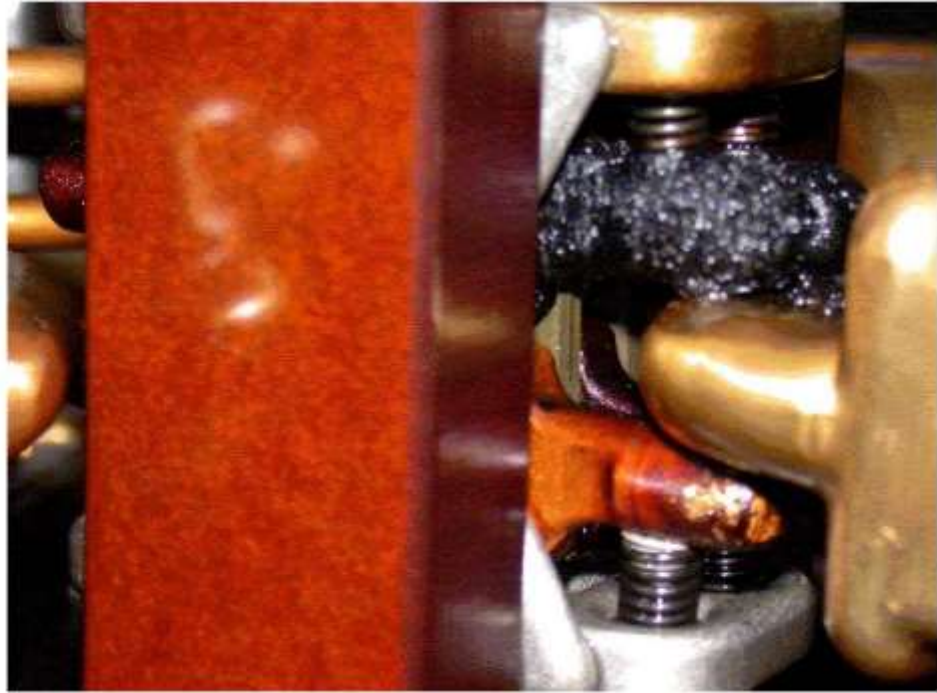
$R1/R2 = (235 + \theta 1) / (235 + \theta 2)$       برای مس : مطابق IEC

$R1/R2 = (234.5 + \theta 1) / (234.5 + \theta 2)$       مطابق IEEE

$R1/R2 = (225 + \theta 1) / (225 + \theta 2)$  : برای آلومینیوم

---

## اتصال نامناسب در تپ چنجر ( OFF Circuit & On Load )







## نکات تست مقاومت اهمی :

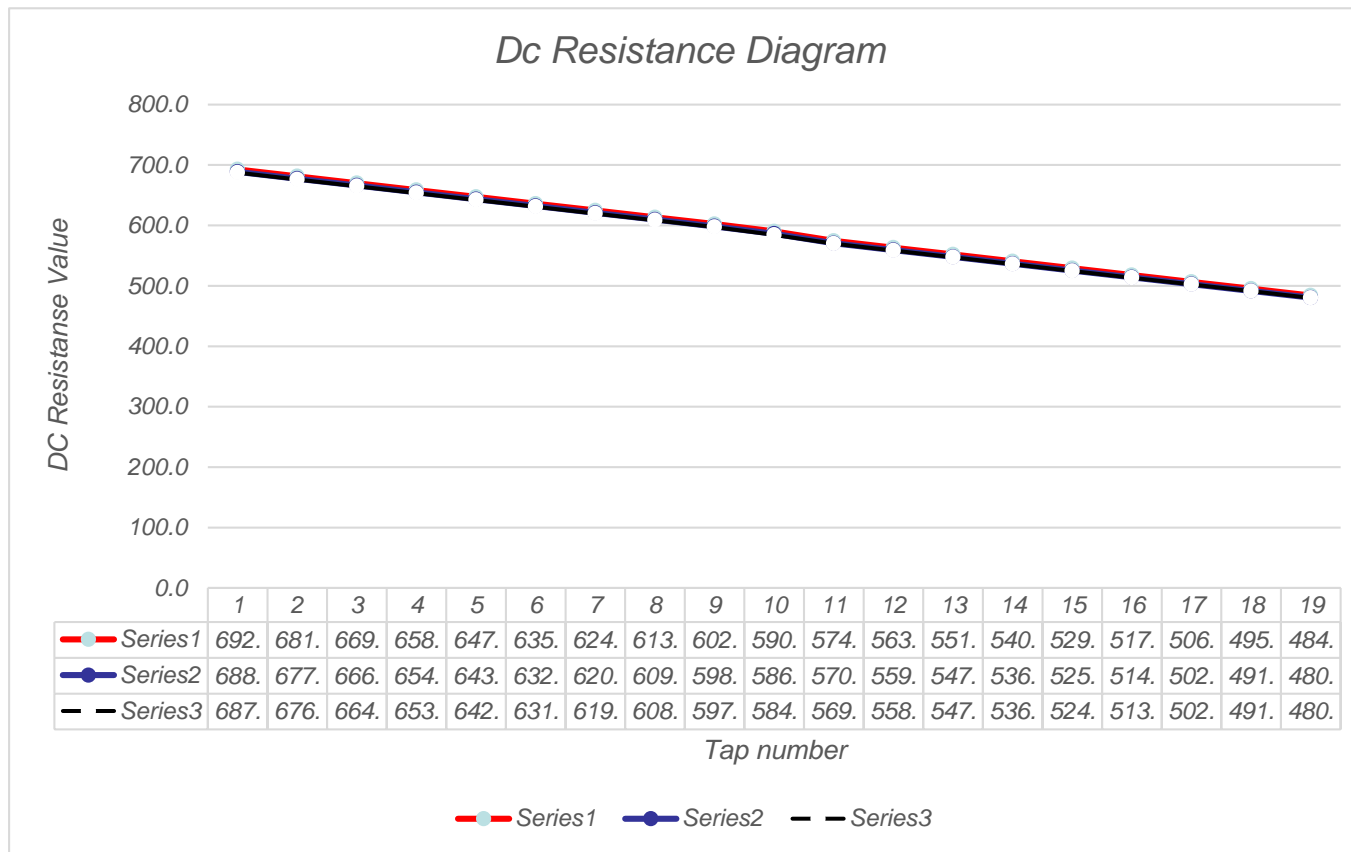
اختلاف عددی مقاومت اهمی بین تپ های مختلف بایستی یکی  
باشد

### Measuring Sequence: From tap 1 to 19

TAP	1U-1N	1V-1N	1W-1N
1	۶۹۲,۶	۶۸۸,۶	۶۸۷,۵
۲	۶۸۱,۳	۶۷۷,۳	۶۷۶,۱
۳	۶۶۹,۹	۶۶۶,۰	۶۶۴,۹
۴	۶۵۸,۵	۶۵۴,۶	۶۵۳,۵
۵	۶۴۷,۲	۶۴۳,۳	۶۴۲,۲
۶	۶۳۵,۹	۶۳۲,۱	۶۳۱,۰
۷	۶۲۴,۷	۶۲۰,۸	۶۱۹,۷
۸	۶۱۳,۴	۶۰۹,۶	۶۰۸,۶
۹	۶۰۲,۲	۵۹۸,۴	۵۹۷,۴
۱۰	۵۹۰,۰	۵۸۶,۲	۵۸۴,۴
۱۱	۵۷۴,۴	۵۷۰,۴	۵۶۹,۸
۱۲	۵۶۳,۲	۵۵۹,۲	۵۵۸,۶
۱۳	۵۵۱,۹	۵۴۷,۹	۵۴۷,۳
۱۴	۵۴۰,۶	۵۳۶,۵	۵۳۶,۰
۱۵	۵۲۹,۲	۵۲۵,۲	۵۲۴,۷
۱۶	۵۱۷,۸	۵۱۴,۰	۵۱۳,۵
۱۷	۵۰۶,۵	۵۰۲,۸	۵۰۲,۳
۱۸	۴۹۵,۳	۴۹۱,۶	۴۹۱,۱
۱۹	۴۸۴,۰	۴۸۰,۴	۴۸۰,۰

**Project : 63/6.3KV-15MVA**

**in mΩ at 28 °C**



---

## مقدار مقاومت اندازه گیری شده تابعی از دماست

برای مس :  $R1/R2 = (235 + \theta1) / (235 + \theta2)$

برای آلومینیوم :  $R1/R2 = (225 + \theta1) / (225 + \theta2)$

مثال :

**Tap1 : R= 692.6                       $\theta=28^\circ$**

**R= ?                                       $\theta=20^\circ$**

$$\mathbf{692.6/R=(235+28)/(235+20)}$$

$$\mathbf{R= 671.5}$$

---

## شکل موج مقاومت اهمی به تپ کلید تپ چنجر ( OLTC ) بستگی دارد :

گراف مقاومت اهمی نزولی می باشد

Coarse Fine → G ❖

گراف مقاومت اهمی به شکل عدد هفت می باشد

Reverse → W ❖

---

## اطمینان از درست بودن نتایج :

❖ مقایسه نتایج عددی مقاومت اهمی هر سه فاز با هم

❖ مقایسه با نتایج کارخانه یا قبلی



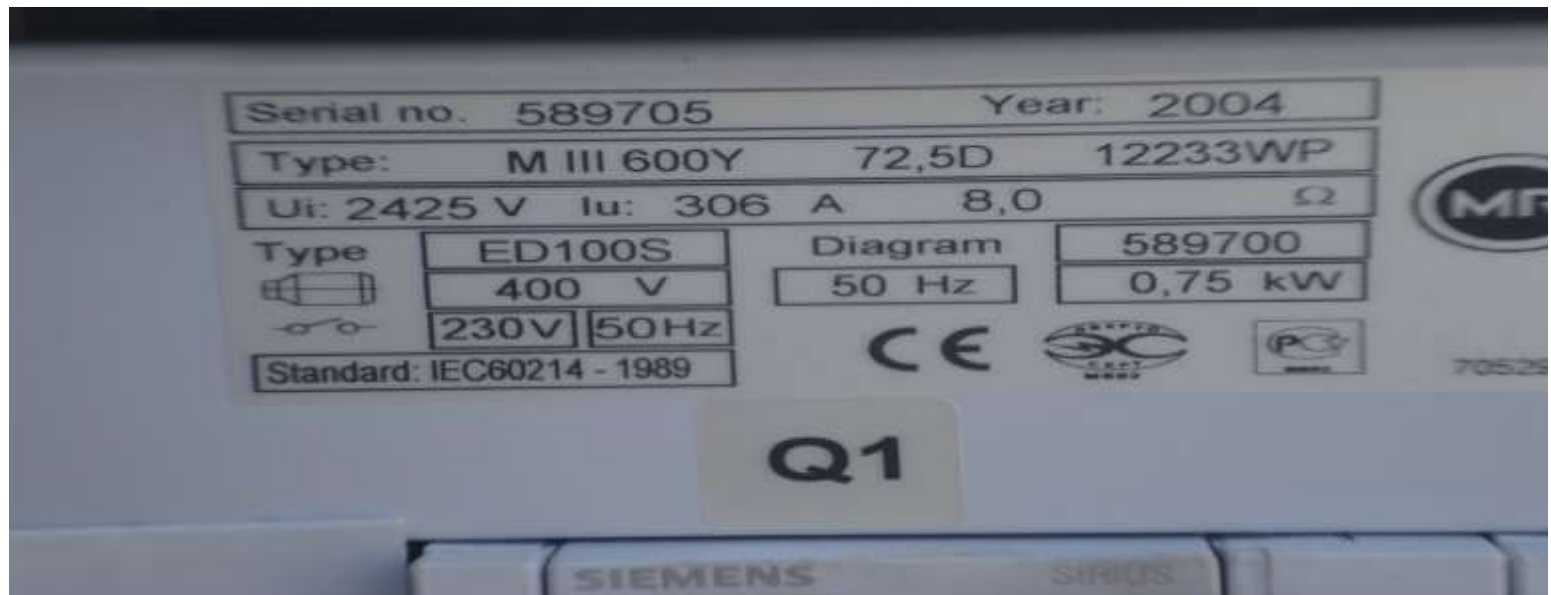
---

## الزام استاندارد برای مقایسه مقادیر مقاومت سه فاز با هم :

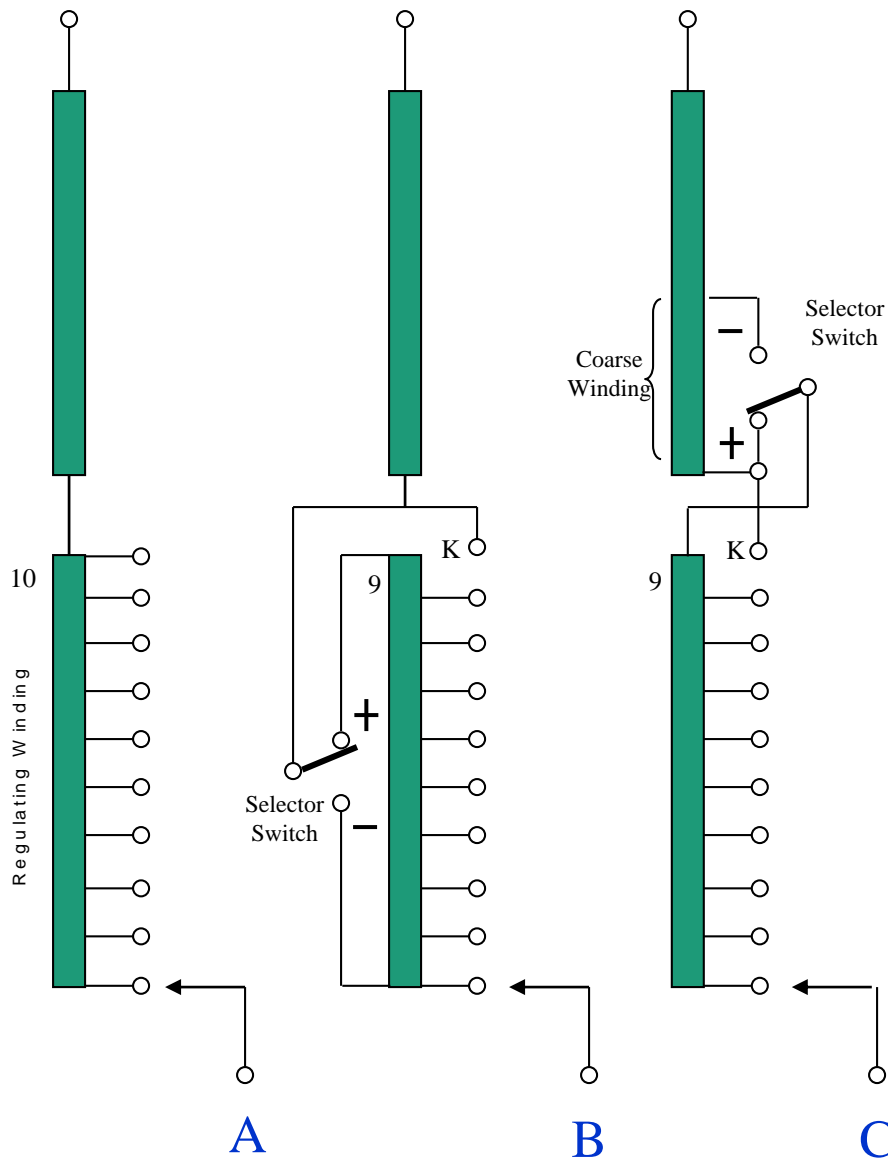
Comparison may also be made with original data

measured in the factory. The resistances between phases should be within 2% of each other. Agreement to

within 5% for any of the above comparisons is usually considered satisfactory



# Types of Switching



## Linear Switching .A

- Not very common (~20%)
- Simple design trafo & oltc
- Smallest regulating range
- Smallest losses

## Plus/Minus Switching .B

- Most common (~70%)
- Additive (+) & subtractive (-)
- Change Over Selector

## Coarse/Fine Switching .C

- Least common (~10%)
- Coarse winding insertion
- Change Over Selector
- Small losses

## DC Results for 420/15.75 KV- 400 MVA with 3 mid-positions

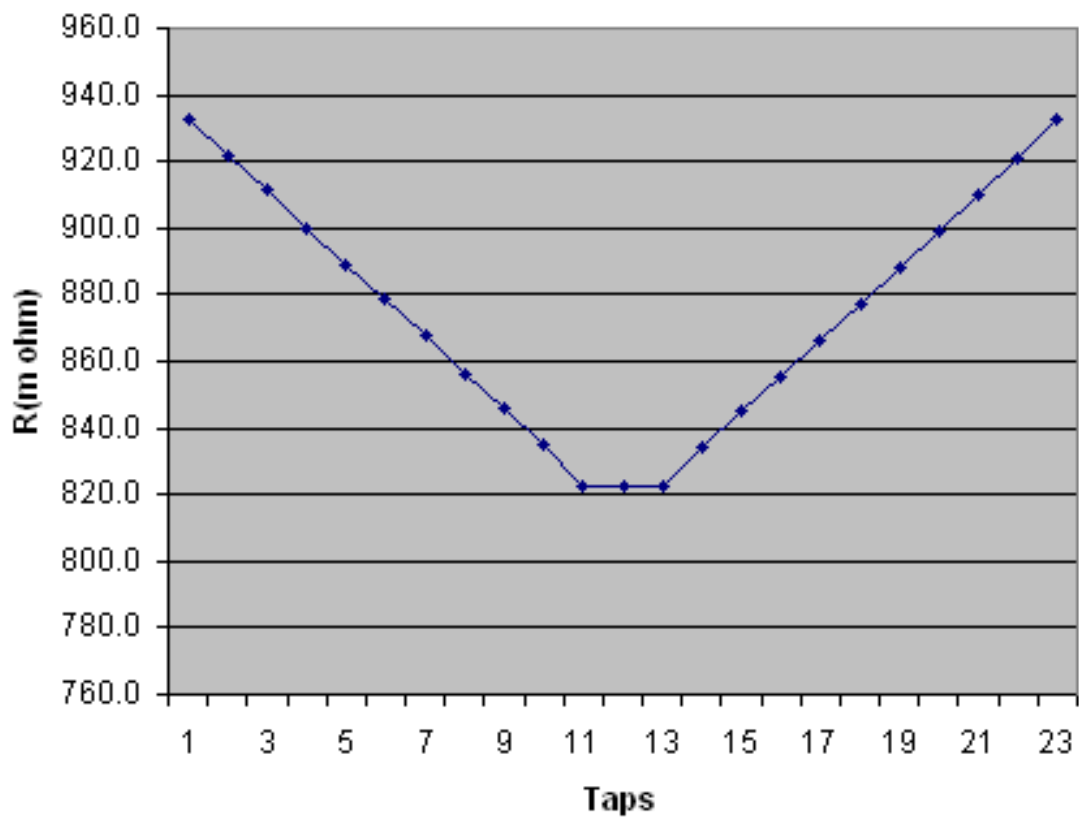
in  $\Omega W$  at 16 ° C

TAP	1U - 1N	1V - 1N	1W - 1N
1	932.5	929.7	932.2
2	922.1	919.1	921.6
3	911.3	907.9	910.8
4	900.1	896.7	899.9
5	889.1	885.9	889.1
6	878.9	875.6	877.4
7	867.6	864.2	866.6
8	856.4	853.1	856.2
9	846.0	842.1	844.8
10	834.8	831.8	834.1
11A	822.5	820.2	821.8
11B	822.6	818.8	821.5
11C	822.5	819.3	821.3

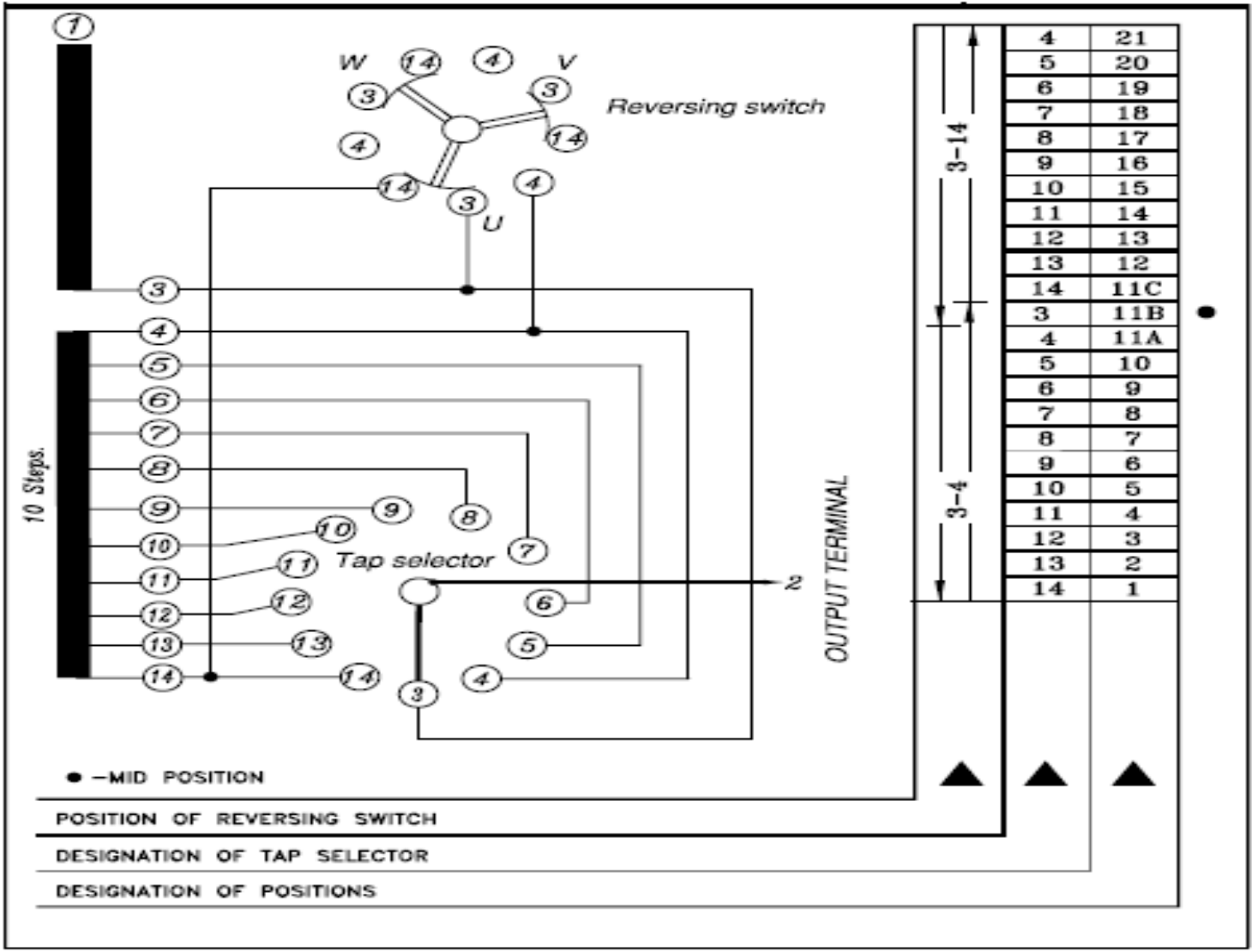
in  $\Omega W$  at 16 ° C

TAP	1U - 1N	1V - 1N	1W - 1N
12	834.4	831.9	834.1
13	845.2	842.7	844.8
14	855.3	853.3	855.5
15	866.6	863.9	866.6
16	877.5	874.4	877.2
17	888.3	884.4	888.0
18	899.0	895.5	899.5
19	910.1	906.1	910.0
20	920.6	918.1	921.5
21	932.5	929.1	932.5

## Phase 1U

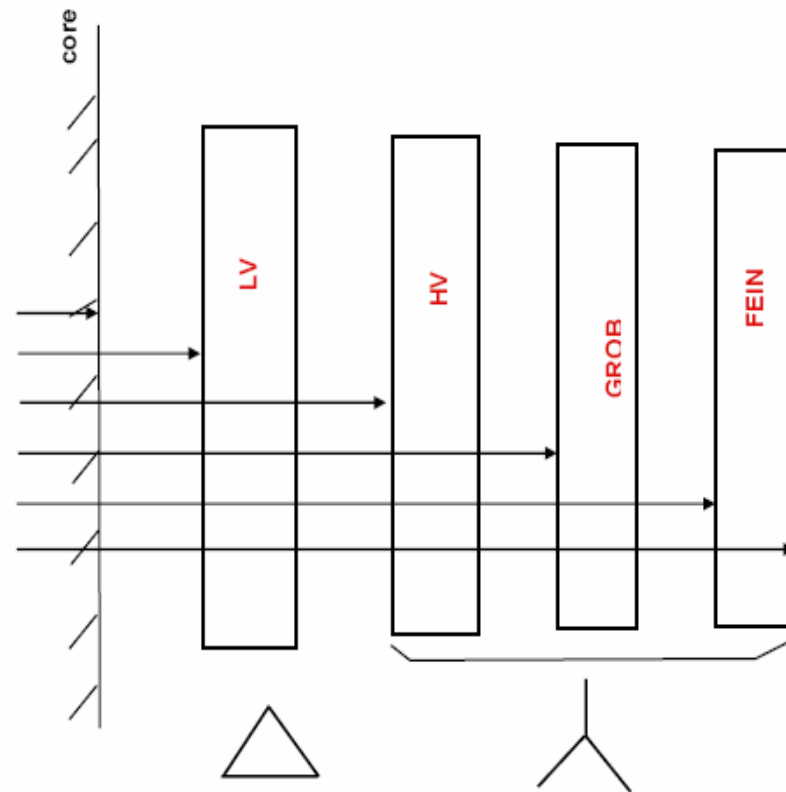


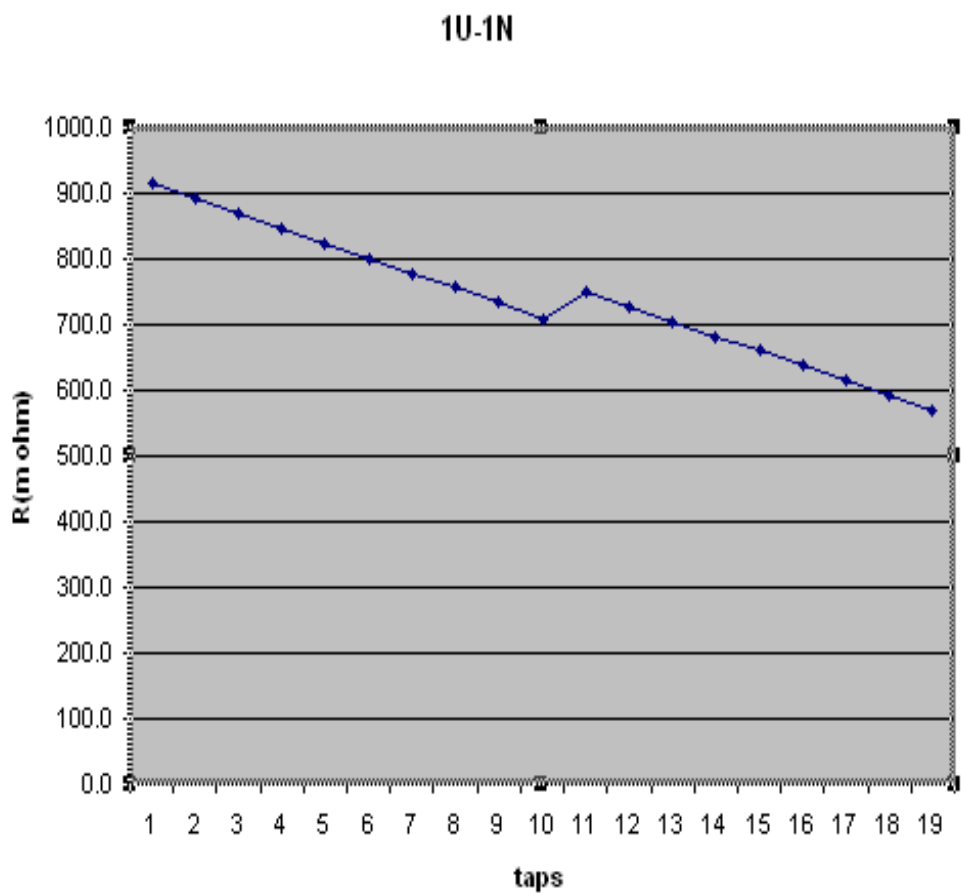
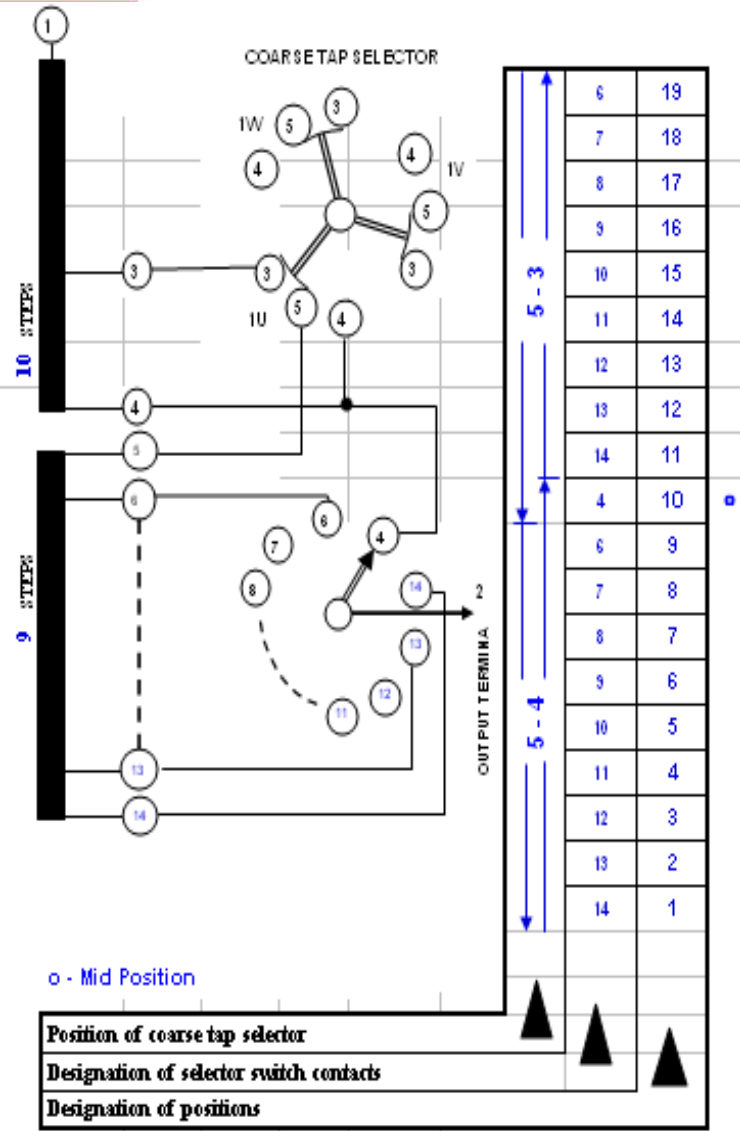
# Main schematic connection for 12 21 3W



## DC Results for 132/20 KV- 30 MVA with 1 mid-position

TAP	1W - III	1V - III	1U - III
1	916.5	916.1	914.2
2	893.9	893.8	891.4
3	871.5	871.0	868.9
4	848.7	848.4	846.3
5	826.4	826.1	823.7
6	803.5	803.4	801.0
7	781.3	781.2	778.7
8	758.4	758.6	756.2
9	735.7	735.5	733.3
10	710.1	710.8	709.1
11	752.8	752.1	750.1
12	730.0	729.4	727.7
13	707.6	706.7	705.1
14	684.7	684.1	682.4
15	662.5	661.7	660.0
16	639.6	639.0	637.2
17	617.3	616.4	614.9
18	594.4	593.9	592.2
19	571.6	571.0	569.5







# عیب یابی کلید تپ چنجر



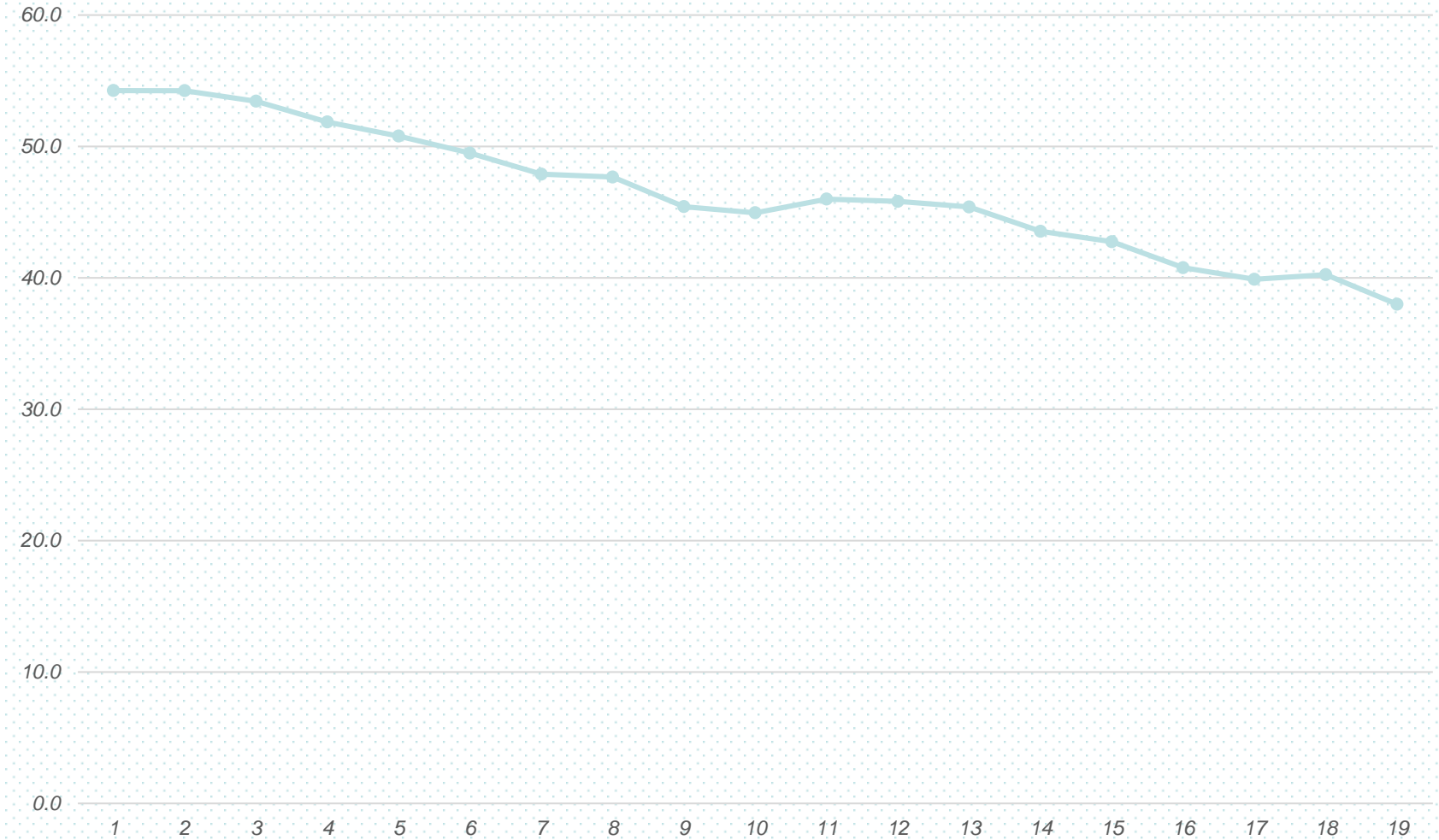
---

**Serial - No. :T300213**

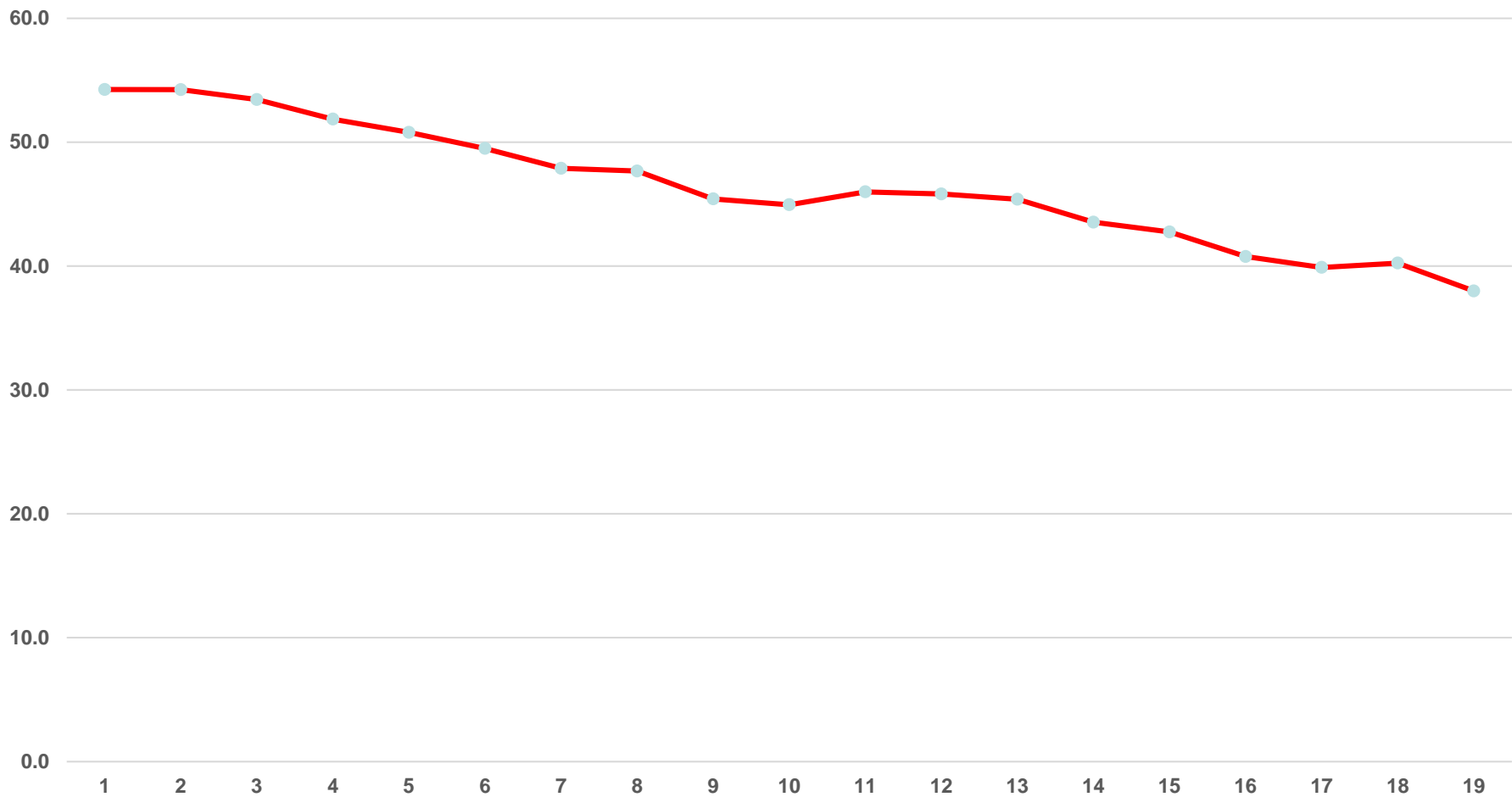
**Project :63/21KV-20MVA**

TAP	1U -1N	1V - 1N	1W - 1N
۱	۵۵۰,۳	۵۵۶,۴	۵۵۲,۵
۲	۵۳۹,۸	۵۴۱,۱	۵۳۹,۷
۳	۵۲۹,۵	۵۳۶,۴	۵۳۳,۲
۴	۵۲۴,۶	۵۲۵,۹	۵۱۰,۱
۵	۵۱۹,۱	۵۱۶,۳	۴۸۶,۶
۶	۵۰۹,۲	۴۹۲,۸	۴۸۷,۷
۷	۴۹۳,۲	۴۸۹,۶	۴۸۹,۲
۸	۴۸۵,۸	۴۷۱,۵	۴۵۸,۱
۹	۴۶۴,۹	۴۵۰,۵	۴۵۹,۱
۱۰	۴۳۴,۷	۴۲۸,۷	۴۲۹,۵
۱۱	۴۸۰,۸	۴۶۷,۵	۴۷۸,۸
۱۲	۴۴۷,۱	۴۵۹,۸	۴۶۵,۴
۱۳	۴۴۸,۳	۴۵۸,۵	۴۵۷,۴
۱۴	۴۴۱,۳	۴۴۱,۹	۴۳۴,۰
۱۵	۴۳۴,۰	۴۳۹,۴	۴۱۷,۶
۱۶	۴۱۸,۱	۴۱۲,۳	۴۱۶,۸
۱۷	۴۱۱,۰	۴۰۷,۲	۴۱۳,۳
۱۸	۴۰۲,۷	۳۸۷,۱	۳۸۴,۵
۱۹	۳۷۹,۹	۳۷۱,۰	۳۸۴,۸

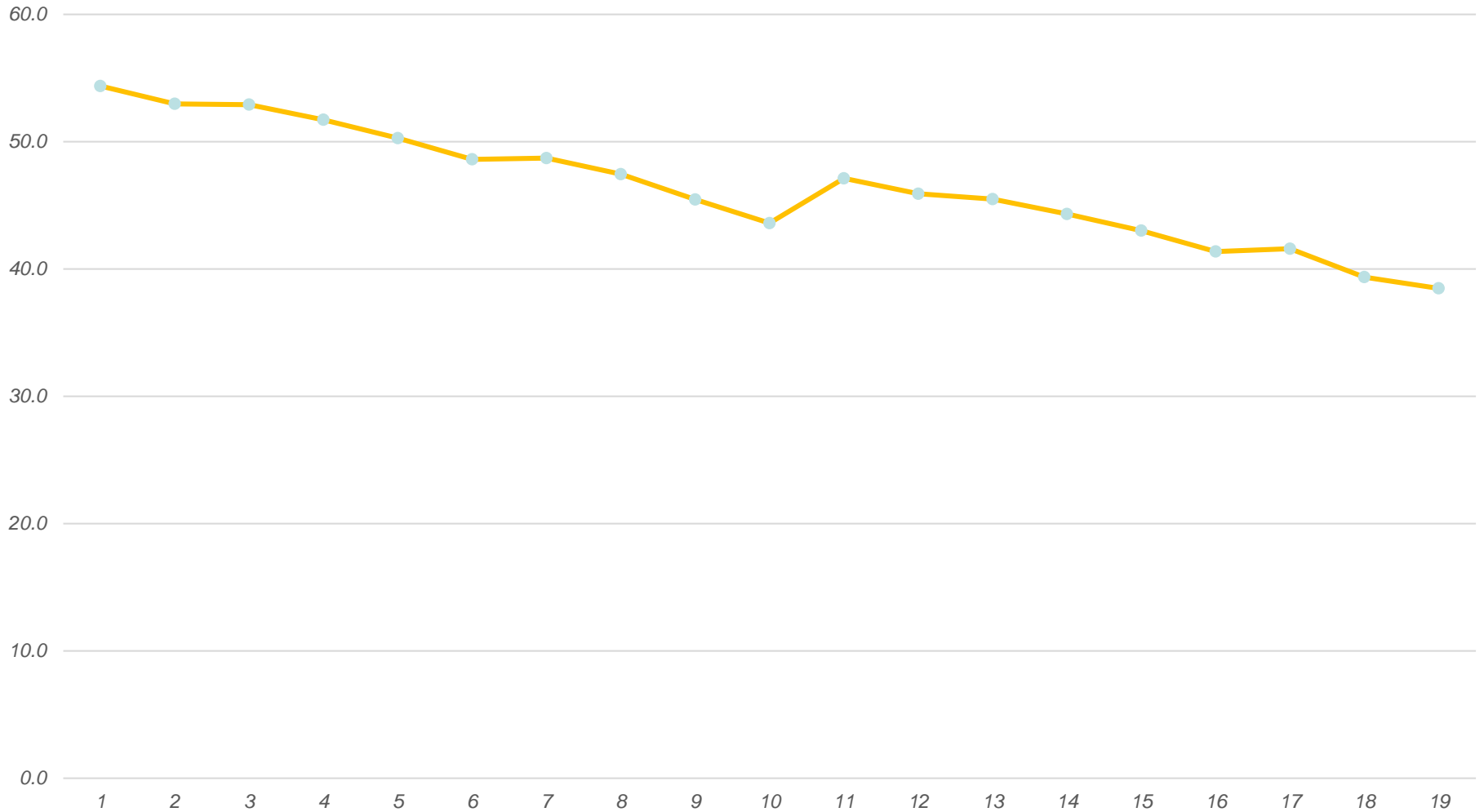
## 1U-1N



## 1V-1N



# 1W-1N



اقدامات انجام شده :

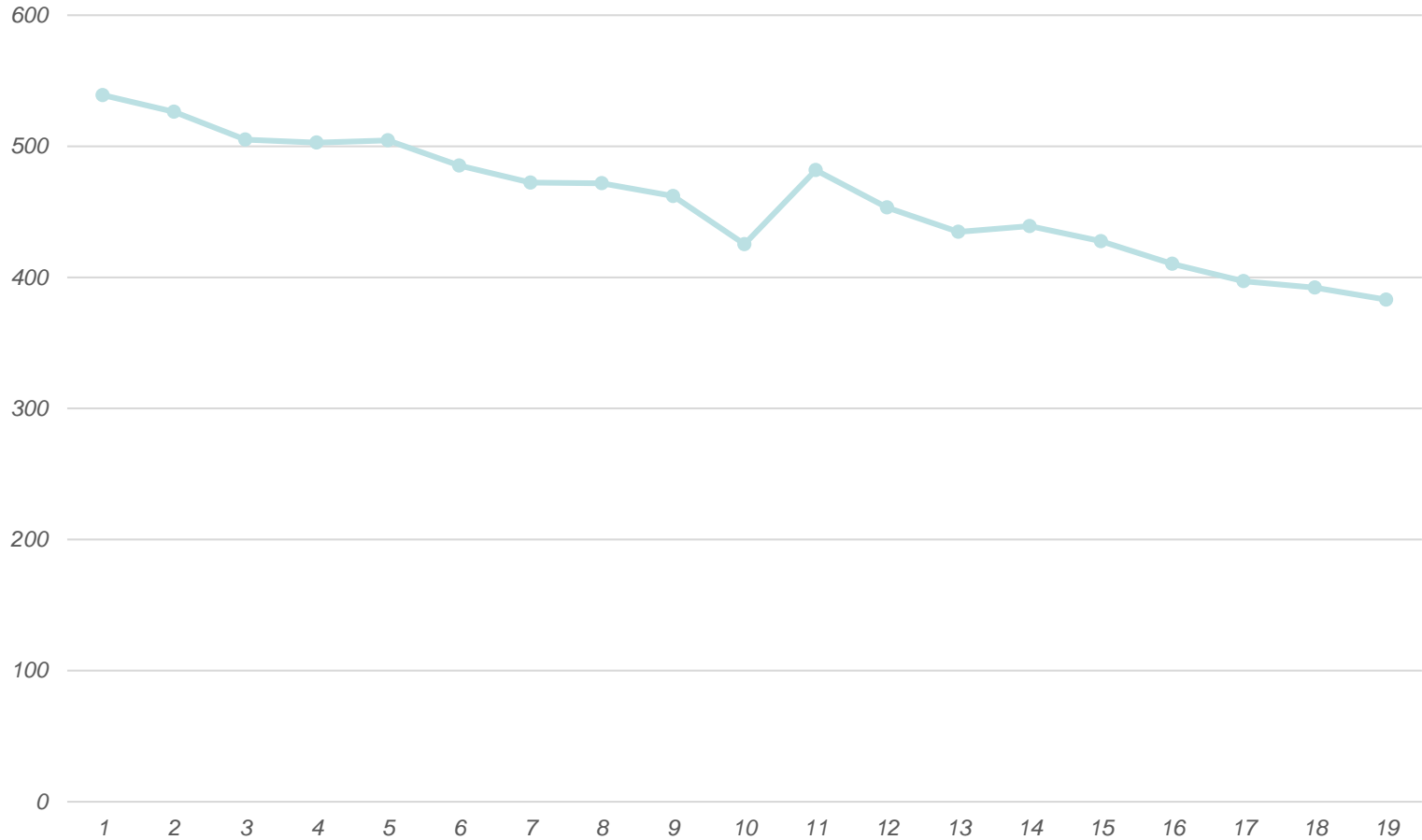
## ➤ سرويس و اورهال دايورتر سوئيچ



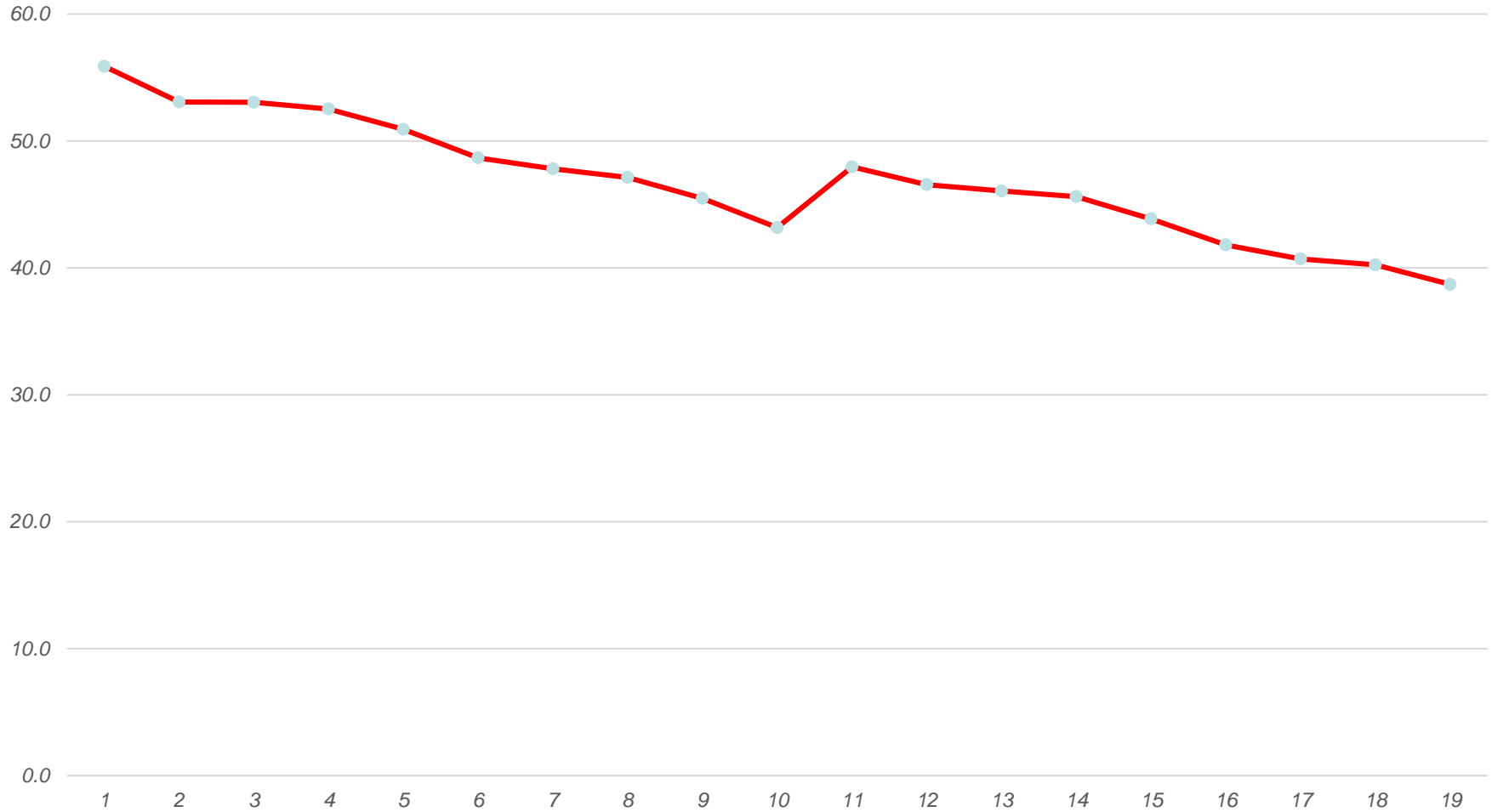


TAP	1U - 1N	1V - 1N	1W - 1N
1	539,0	558,8	561,1
2	526,3	530,7	537,3
3	505,1	530,5	517,3
4	502,8	525,2	505,9
5	504,5	509,2	492,7
6	485,3	486,7	477,6
7	472,3	478,1	479,0
8	471,8	471,3	456,5
9	462,0	454,8	449,7
10	425,3	431,8	431,7
11	481,8	479,6	481,7
12	453,3	465,6	447,6
13	434,7	460,6	438,5
14	439,1	456,2	431,0
15	427,6	438,6	418,0
16	410,3	418,1	401,4
17	397,1	407,1	401,4
18	392,2	402,4	382,6
19	383,0	387,0	376,4

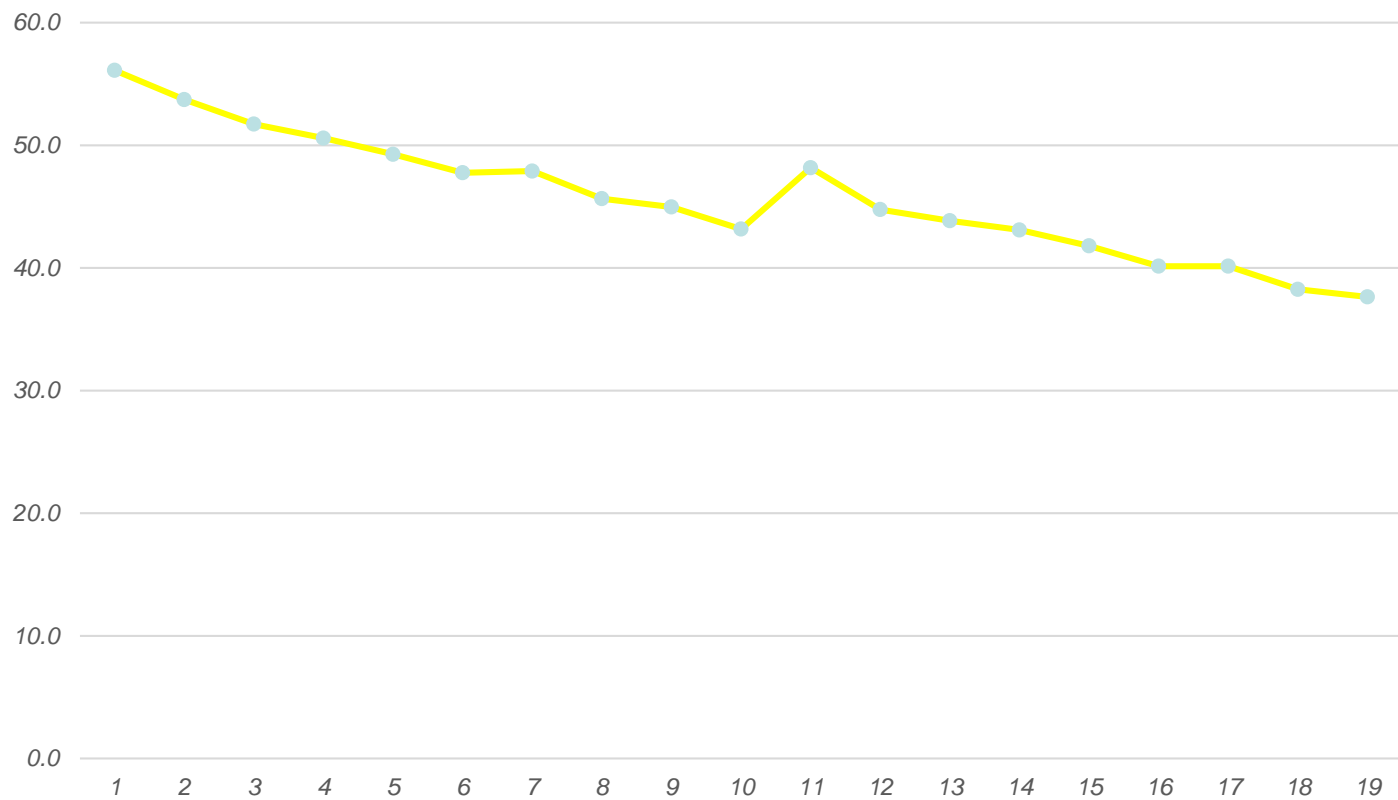
## 1U-1N



# 1V-1N

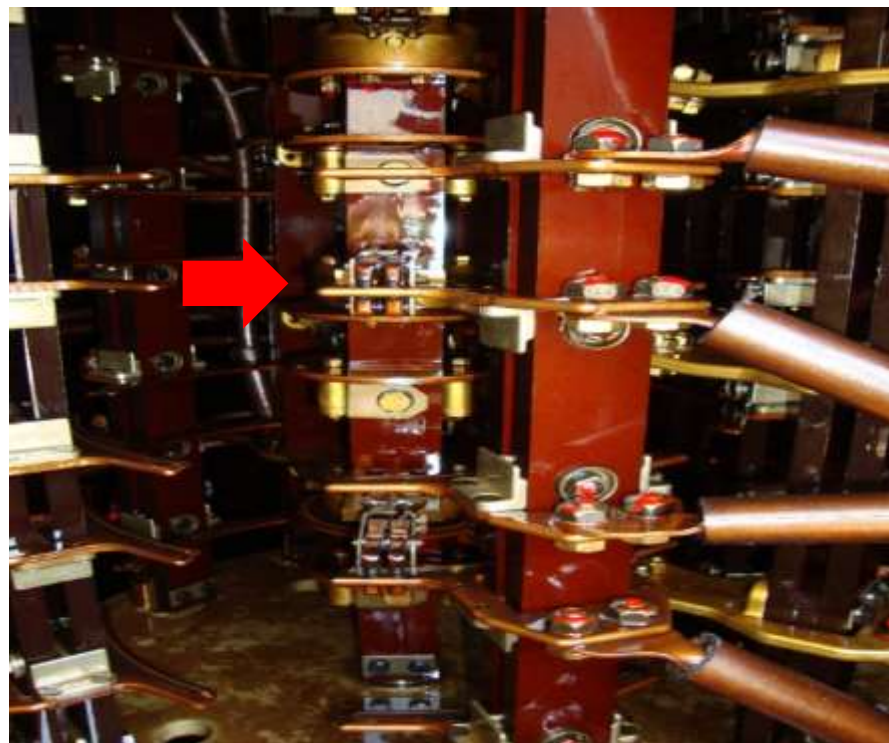
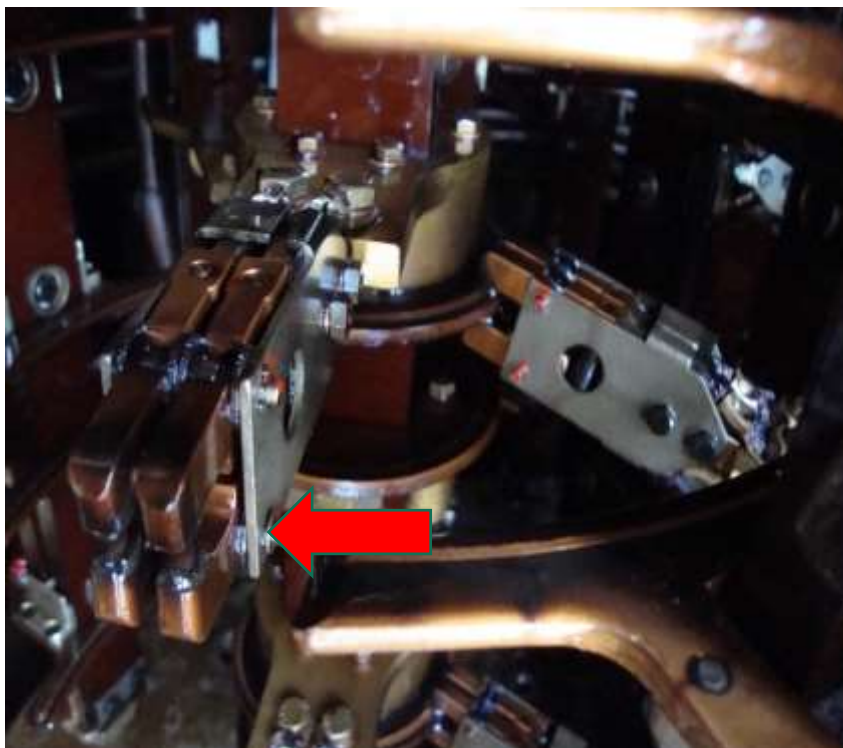


## 1W-1N



## ➤ سرويس و اورھال تپ سلكتور

## شل شدن کنتاكت های متحرک



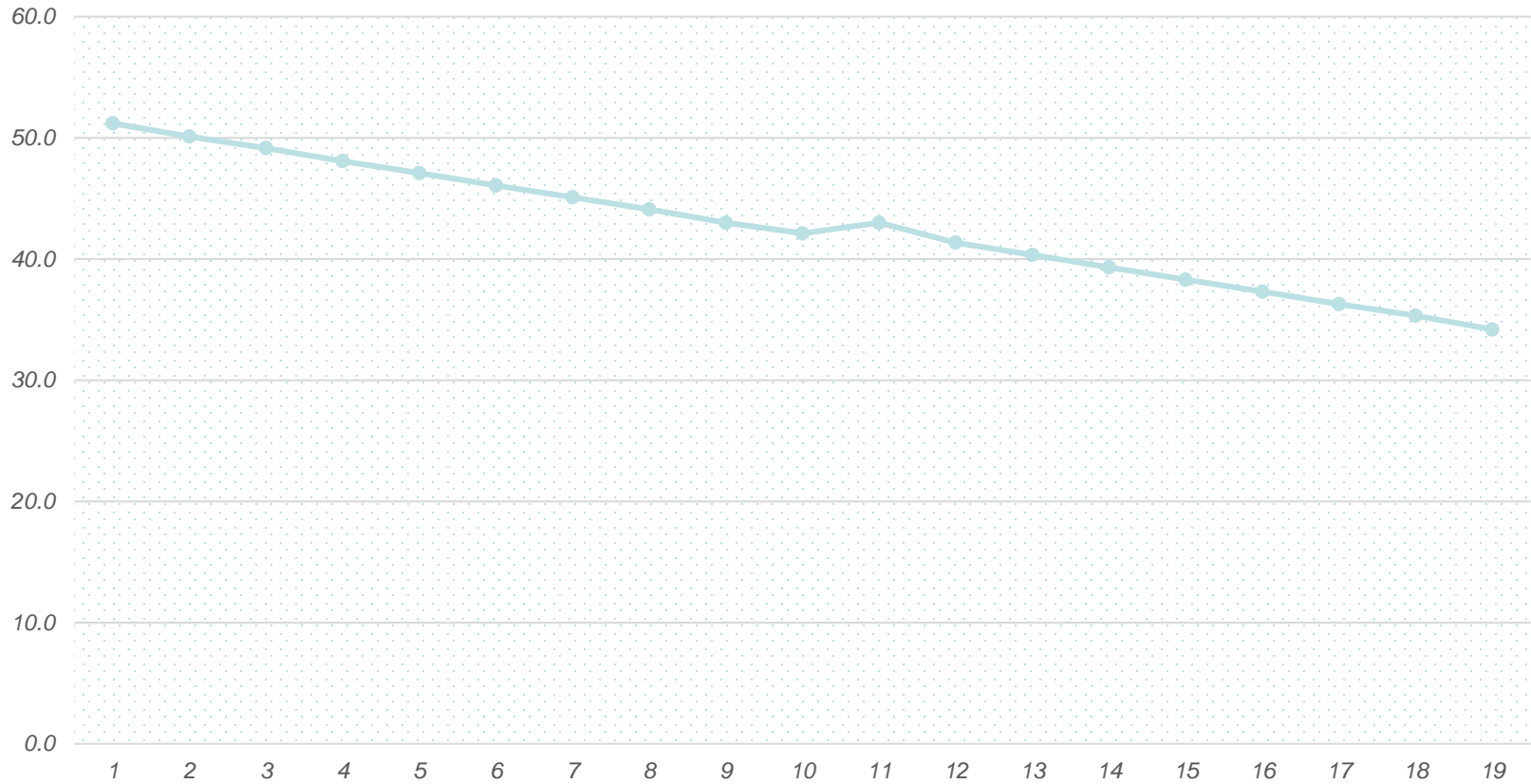




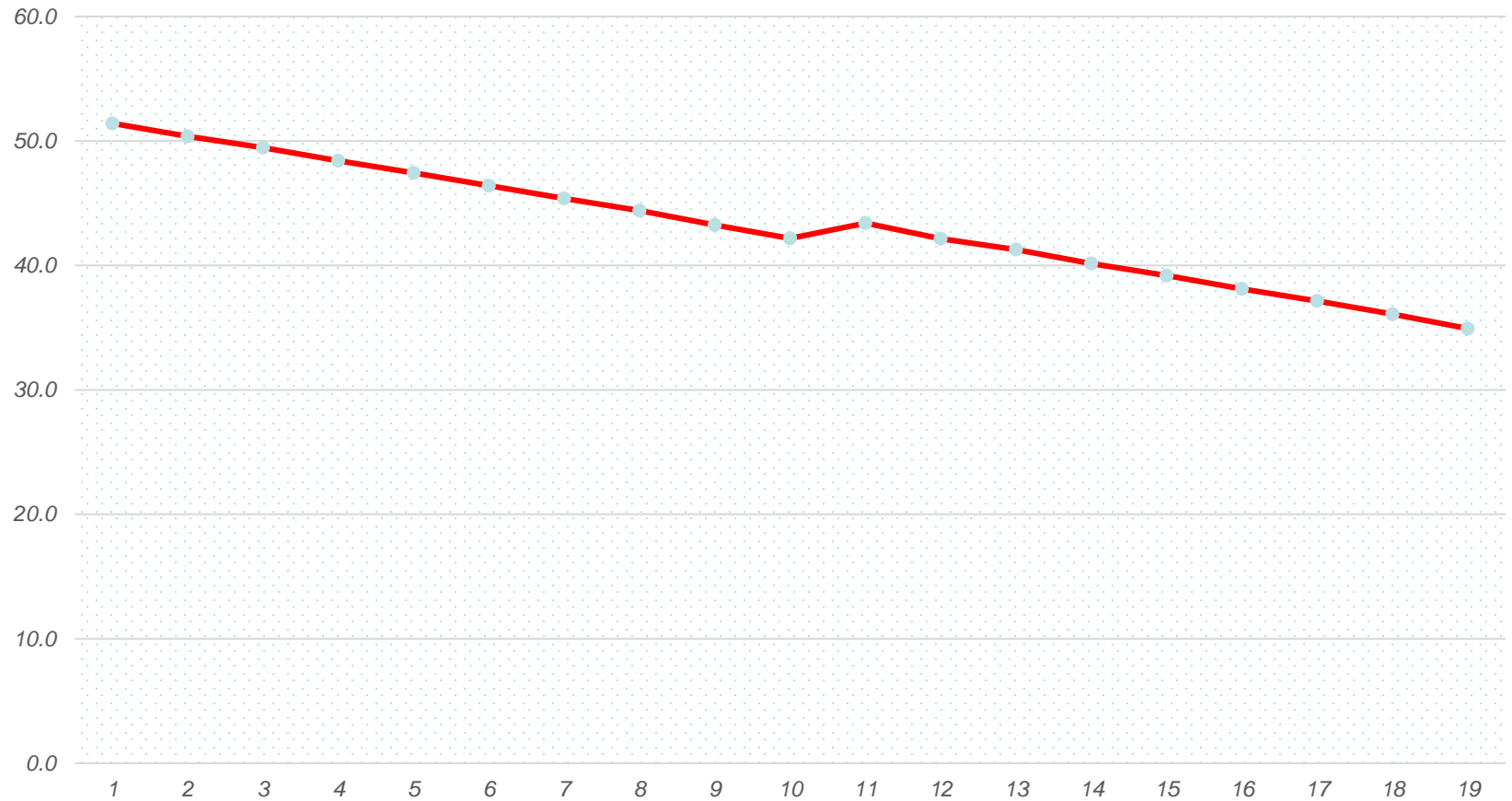


TAP	1U -1N	1V - 1N	1W - 1N
1	512,0	514,1	515,7
2	501,1	503,7	504,2
3	491,6	494,6	494,9
4	480,8	484,1	483,7
5	471,0	474,3	473,8
6	460,7	464,0	463,6
7	451,0	453,8	453,9
8	441,0	444,0	443,9
9	430,0	432,4	431,3
10	421,2	421,7	422,9
11	430,0	434,0	432,1
12	413,5	421,5	422,4
13	403,4	412,7	413,8
14	393,2	401,5	401,9
15	383,0	391,8	391,7
16	373,1	381,1	381,9
17	362,8	371,4	372,1
18	353,3	360,8	362,2
19	341,9	349,2	349,4

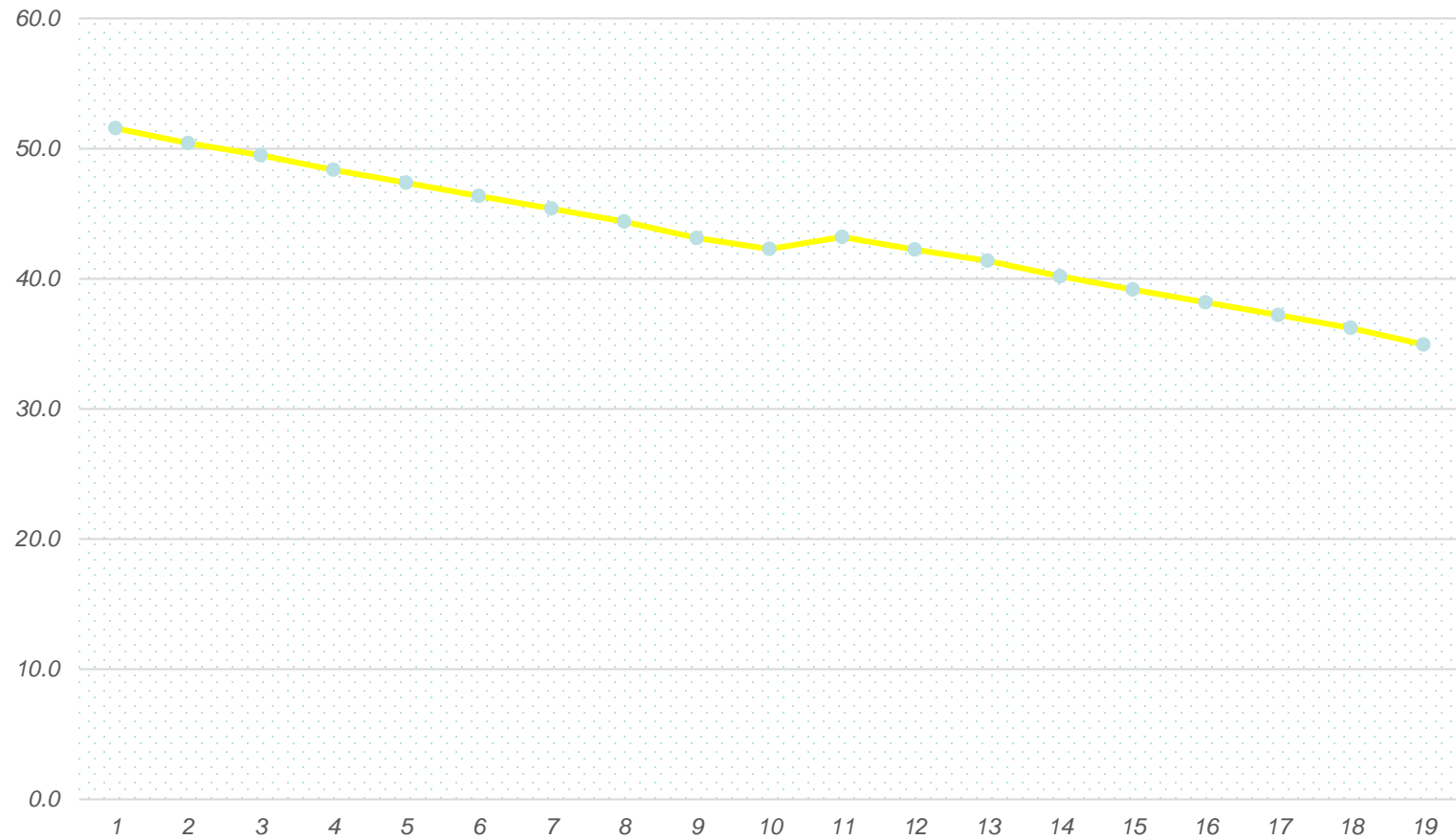
## 1U-1N



## 1V-1N



## 1W-1N



## شناسایی عیوب سرفاز و کفشک ها با استفاده از

ترموگرافی و مقاومت اهمی :

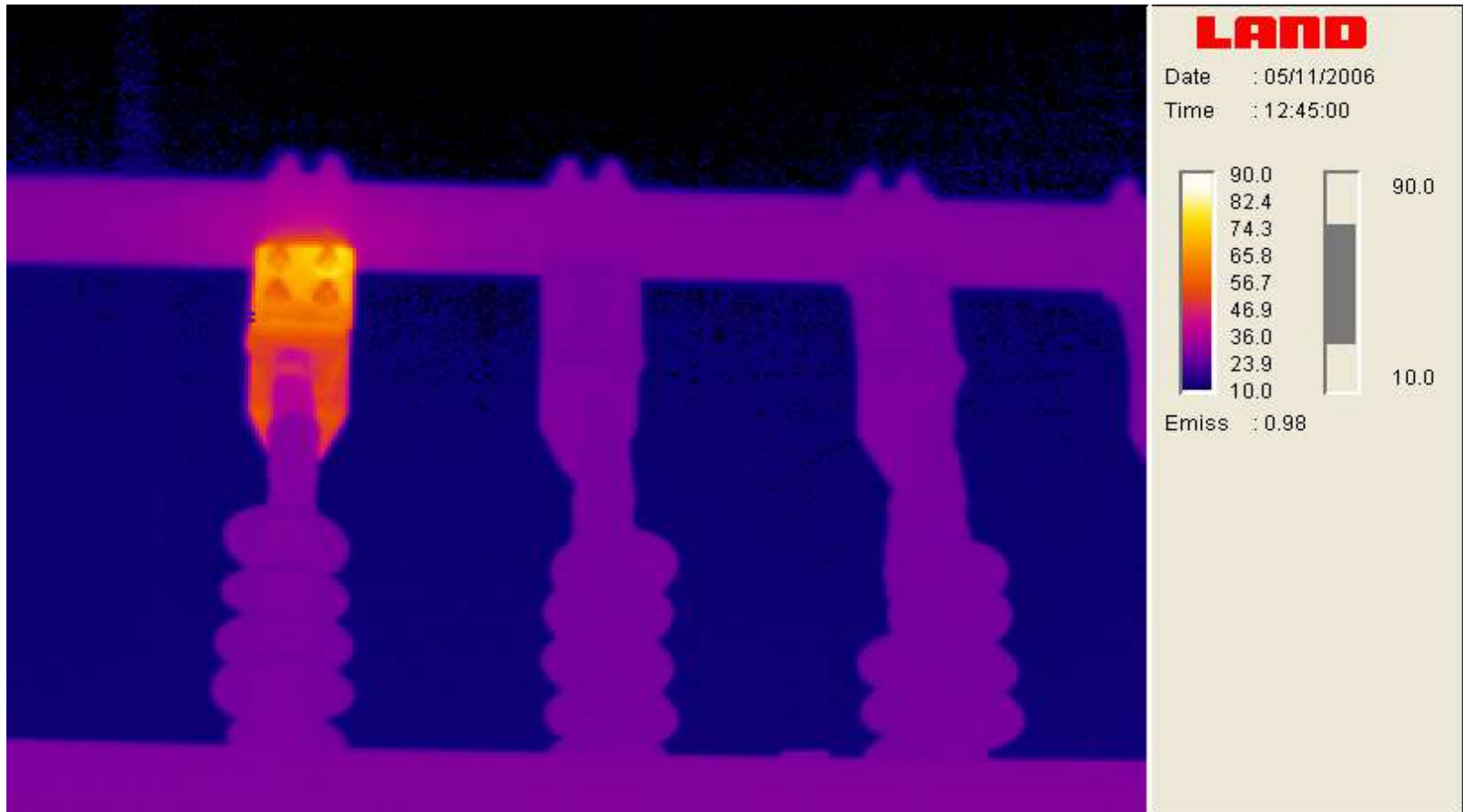
**روش چک کردن محل اتصالات :**

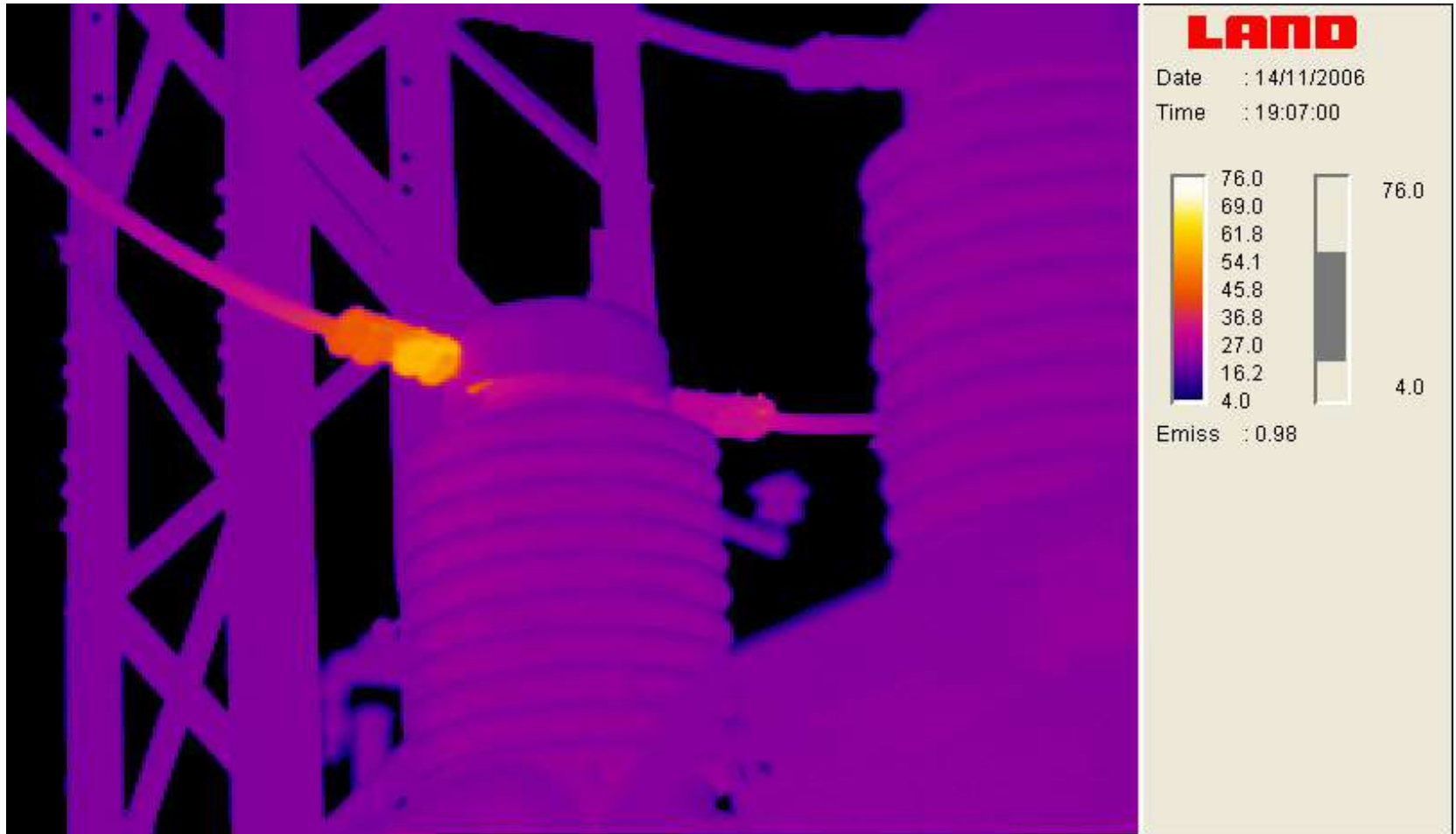
**ترموگرافی :**

**برای ترانسفورماتورهایی که فاقد جعبه کابل باشند**

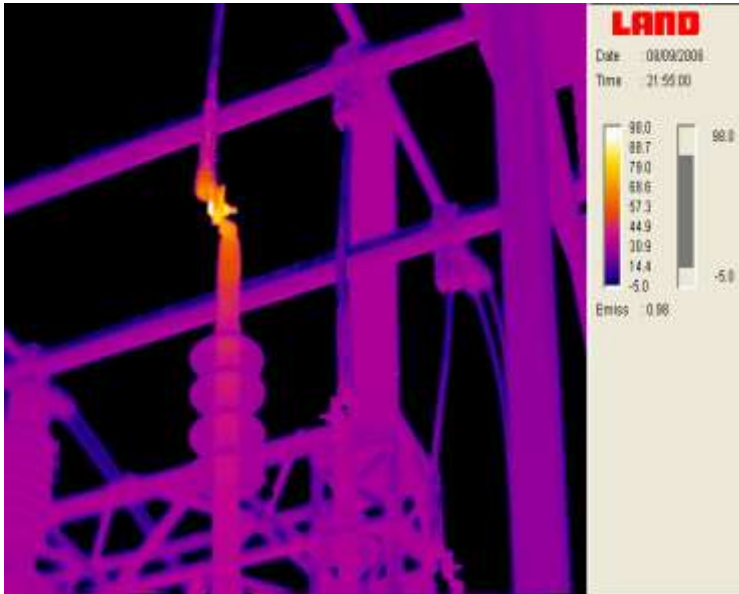








## عوامل تاثیر گذار بر افزایش دما در محل اتصال :

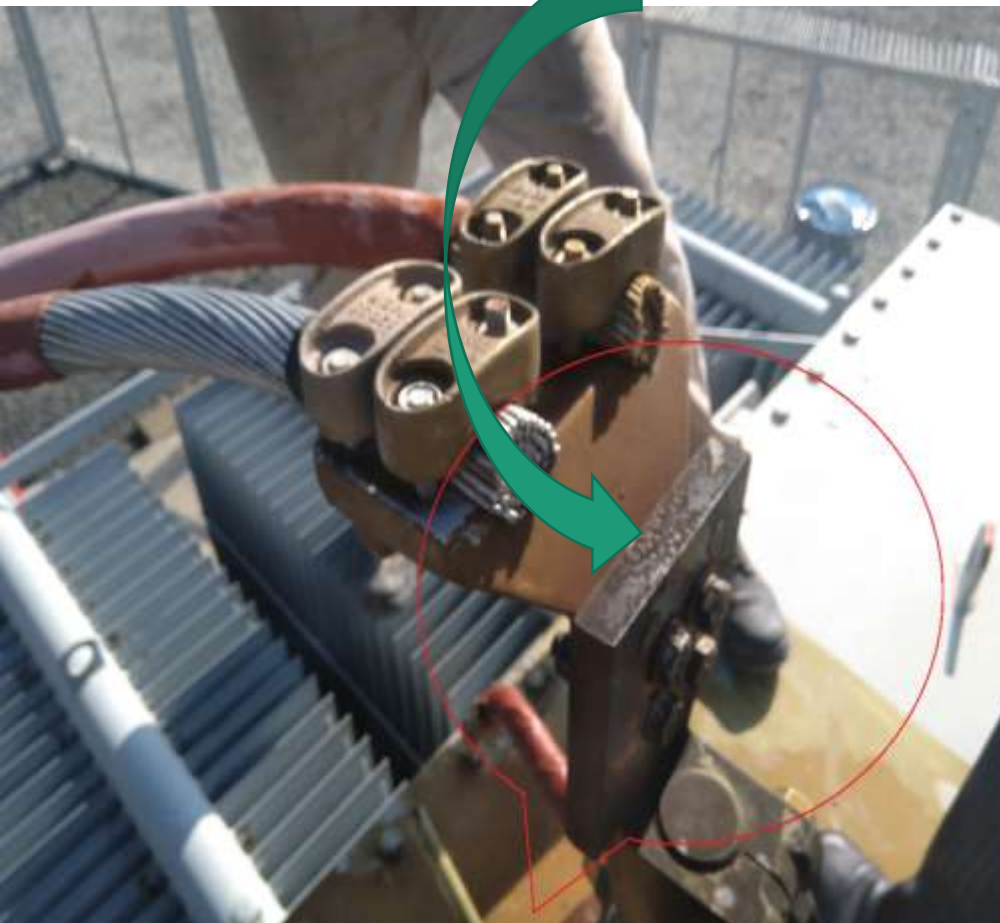


□ شل بودن محل اتصال

□ جنس نامناسب کفشک یا بلسن یا هردو

□ عوامل دیگر

## عایق نمودن کفشک



## عوامل دیگر :



## راه شناسایی :

□ جنس نامناسب کفشک یا بلسن یا هر دو



---

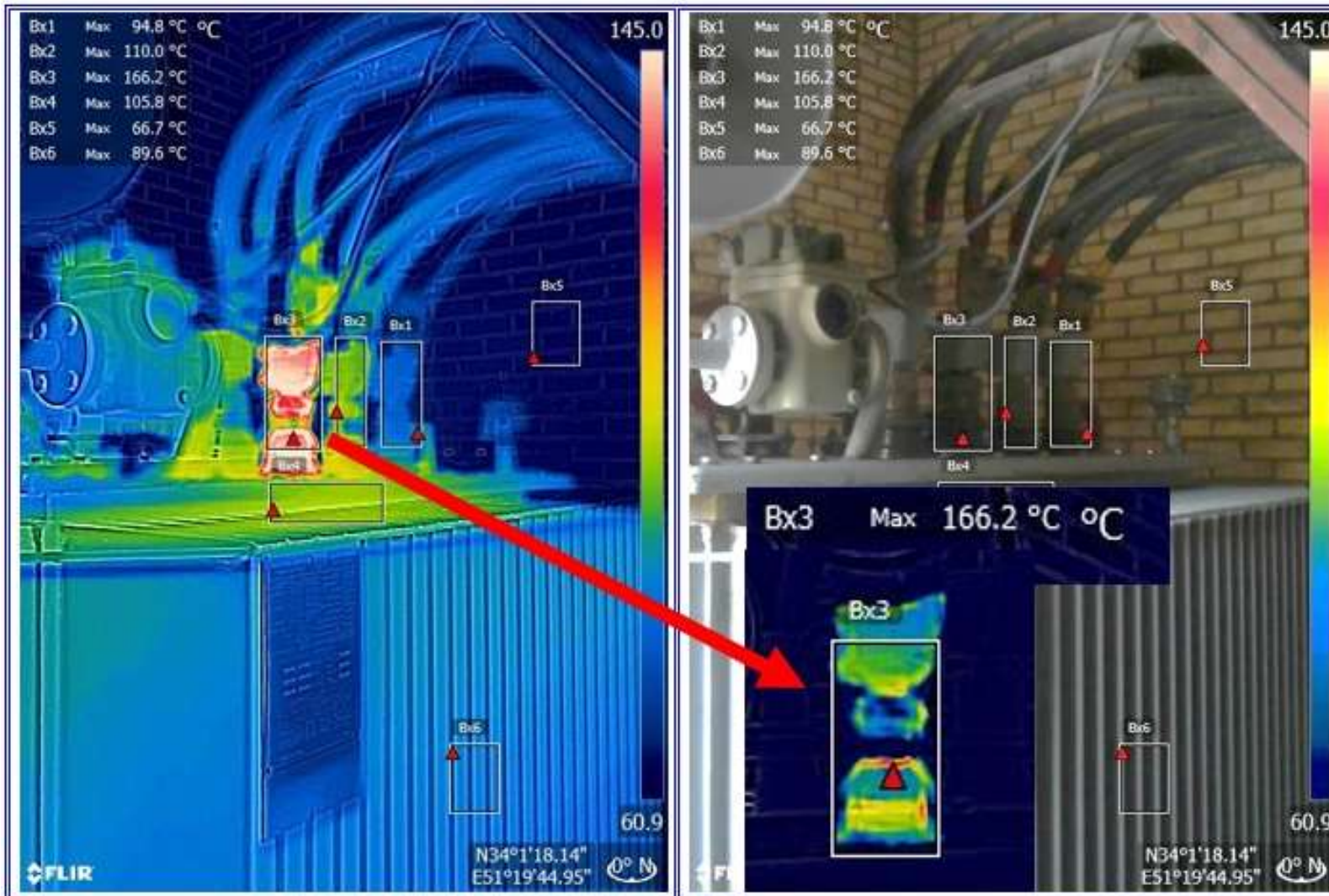
**Serial - No : 217930**

**Project : 1000 KVA - 20:0.4 KV**

**Customer :**

**Vector Group: Dyn5**

تصویر 1- ترموگرافی ترانس یک- دمای اتاقک 67 درجه / دمای مقره 3 فاز: بترتیب 95- 110 و 166 درجه





TAP	Voltage (V)			Measured Ratio						Ave.Err or %
	HV	LV	Nom .	1U-1V	I <sub>o</sub> (mA)	1V-1W	I <sub>o</sub> (mA)	1W-1U	I <sub>o</sub> (mA)	
			Ratio	2u-2n		2v-2n		2w-2n		
۱	۲۱۰۰۰	۴۰۰	۹۰,۹۳۰	۹۰,۸۵۹	۲,۷۷	۹۰,۸۰۹	۲,۳۲	۹۰,۸۰۹	۳,۰۷	۰,۱۱۵-
۲	۲۰۰۰۰	۴۰۰	۸۶,۶۰۰	۸۶,۵۱۹	۲,۸۹	۸۶,۵۰۹	۲,۳۵	۸۶,۴۴۰	۳,۱۶	۰,۱۲۸-
۳	۱۹۰۰۰	۴۰۰	۸۲,۲۷۰	۸۲,۲۴۴	۳,۱۶	۸۲,۲۰۸	۲,۴۲	۸۲,۲۲۹	۳,۱۵	۰,۰۵۲-

DC Resistance measurement from HV side in $\Omega$ :				flux magnetic balance test :			
TAP	1U-1N	1V-1N	1W-1N	1U-1V	1V-1W	1W-1U	
۱	۴,۶	۴,۶	۴,۶	*۲۳۱	۱۹۶	۳۵	
۲	۴,۴	۴,۴	۴,۴	۱۳۳	*۲۳۱	۹۷	
۳	۴,۲	۴,۲	۴,۲	۴۶	۱۸۵	*۲۳۱	
قبل از تعویض بولسن فاز 2v				بعد از تعویض بولسن فاز 2v			
DC R sistance measurement from LV side in m $\Omega$ (before) :				DC R M from LV side in m $\Omega$ (after) :			
Tap	2u-2n	2v-2n	2w-2n	Tap	2u-2n	2v-2n	2w-2n
—	۱,۰۱	۱,۵۳	۰,۹۴	—	۰,۹۸	۰,۹۲	۰,۹۴

## مشخصات ترانسفورماتور :

8230351	شماره سریال
15.625MVA	توان
20/6.3KV	ردیف ولتاژ
2003	سال ساخت
2020/Aug/29	تاریخ اورهال

# بیوگرافی ترانسفورماتور :

## نتایج گاز کروماتوگرافی :

نتایج آزمون گاز کروماتوگرافی روغن ترانسفورماتور (ppm)

NO.	Sample Date	H2*	CH4*	C2H6*	C2H4*	C2H2*	CO*	CO2	N2	O2
1	99/02/15	92	23	24	62	1	83	1430	108818	17233
2	99/04/24	224	51	70	160	0	249	3992	58536	5361

\*Combustible Gas

Gases	Results 98/12/05	Results 99/04/07	Results 99/05/15	Condition IEEE C57.104	Growth rate IEEE C57.104 (ppm/day)
<b>O2</b> OXYGEN	4035	6188	5446	.	-19.03
<b>N2</b> NITROGEN	61385	76403	80435	.	103.38
<b>CO2</b> CARBON DIOXIDE	5245	5744	8250	CON.3	64.26
<b>CO</b> CARBON MONOXIDE	323	359	659	CON.3	7.69
<b>H2</b> HIDROGEN	238	285	542	CON.2	6.59
<b>CH4</b> METHANE	83	76	130	CON.2	1.38
<b>C2H2</b> ACETYLENE	3	18	4	CON.2	-0.36
<b>C2H4</b> ETHYLENE	268	245	280	CON.4	0.90
<b>C2H6</b> ETHANE	107	122	204	CON.4	2.10
<b>C3H6</b> PROPYLENE	78	63	59	-	-0.10
<b>C3H8</b> PROPANE	203	166	153	-	-0.33
<b>TDCG</b> (Total Dissolved Combustible Gases)	1022	1105	1819	CON.2	18.31
<b>Transformer Condition</b>	4	4	4		

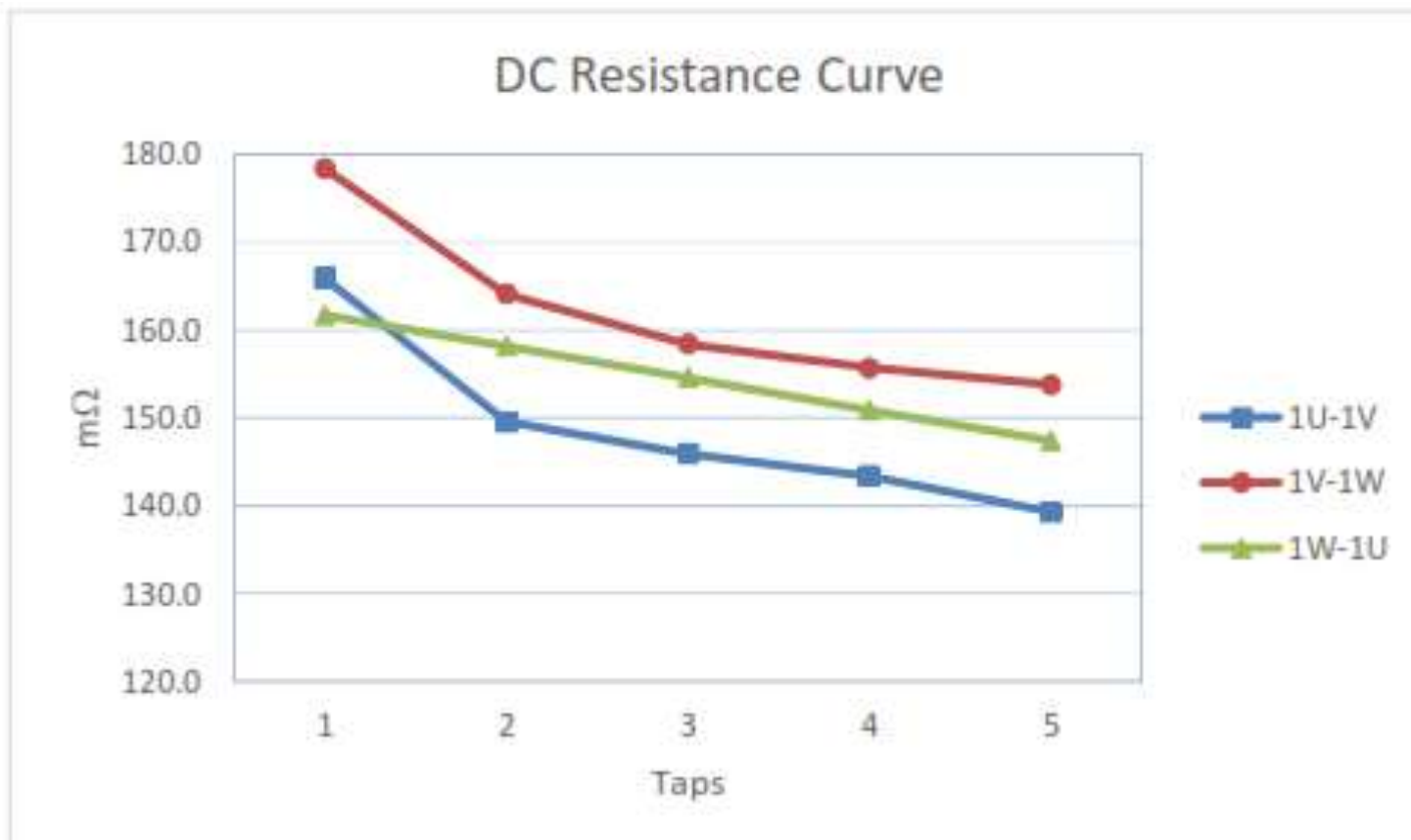
# نتیجه تحلیل گاز کروماتوگرافی :

وجود خطای حرارتی

## نتایج مقاومت اهمی که در سال ۹۷ انجام شده است :

in mΩ at T= 34 °C 50 A

TAP	1U -1V	1V - 1W	1W - 1U	Variation
1	165.9	178.4	161.7	9.90%
2	149.6	164.1	158.2	9.22%
3	145.9	158.4	154.6	8.17%
4	143.4	155.7	150.9	8.20%
5	139.3	153.8	147.4	9.88%

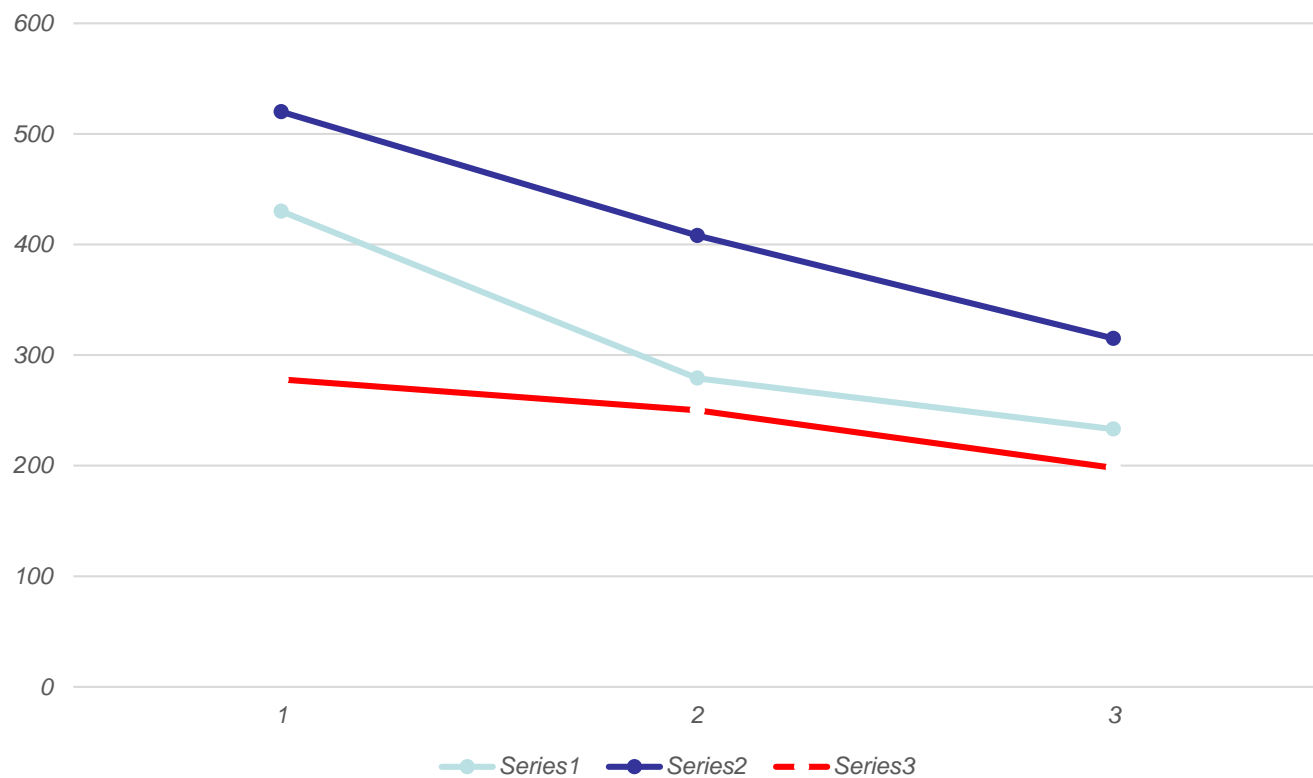




## نتایج مقاومت اهمی در سال ۹۹ :

Tap	1U-1V	1V-1W	1W-1U
1	430	520	278
2	279	408	250
3	233	315	198

DC Resistance Curve





سیاه شدن بلسن فاز 1W و  
خشک شدن واشر توپی در اثر  
حرارت و داشتن نشتی



**بعد از دمونتاز مقررہ ہا اقدام بہ باز کردن سرفازہا  
نمودیم کہ متوجہ شدیم بلسن فاز 1V شل می باشد  
بصورتیکہ با دست باز شد**



مربوط به اتصال بلسن فاز  
1V با سر فاز می باشد



# وضعیت فاز 1W



## بلسن های دو فاز 1V و 1W





## وضعیت کلگی جر قه گیر سه فاز به ترتیب



# انجام تست مقاومت اهمی مستقیم از سر فازها

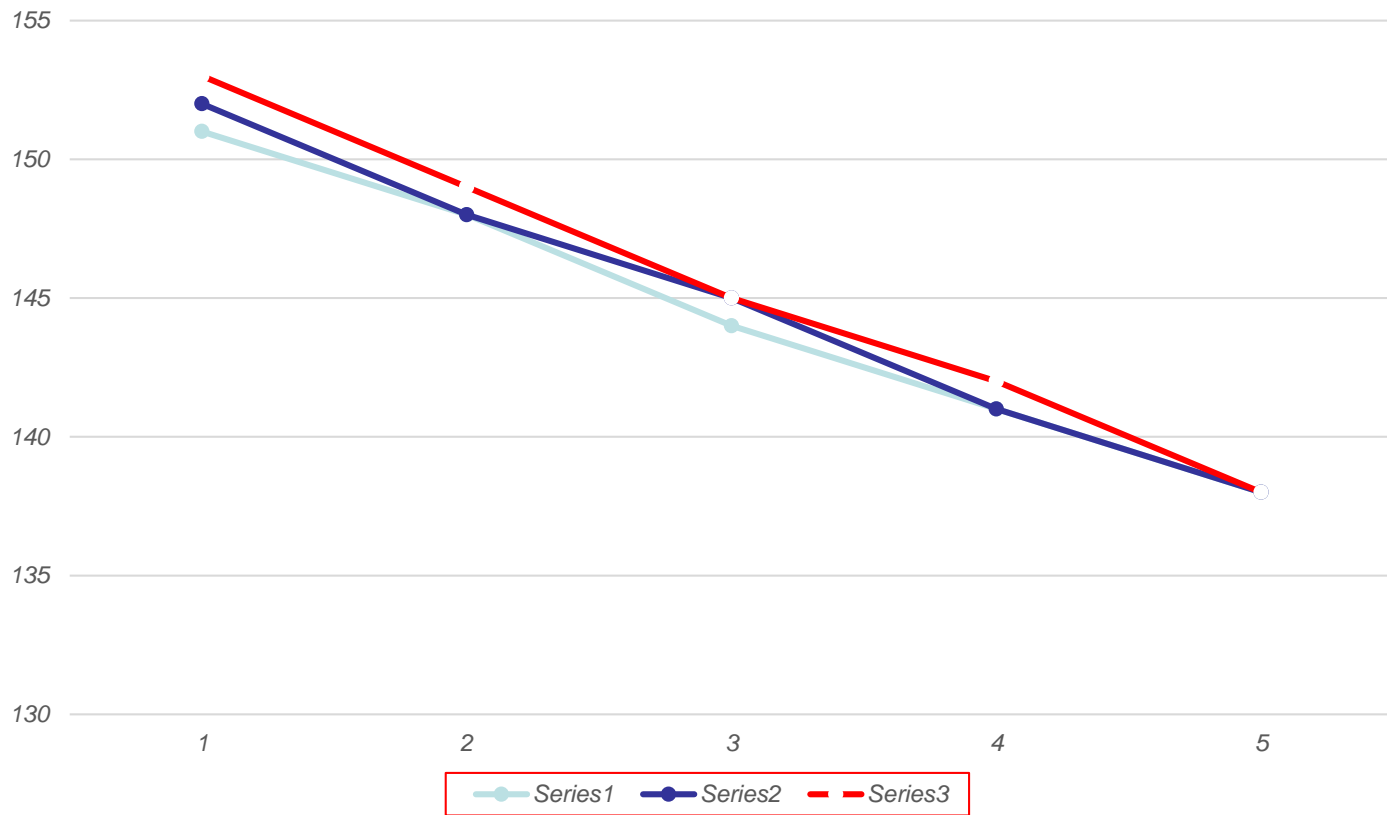


---

<b>Tap</b>	<b>1U-1V</b>	<b>1V-1W</b>	<b>1W-1U</b>	<b>Variation %</b>
1	153	152	151	<b>1.3</b>
2	149	148	148	<b>0.67</b>
3	145	145	144	<b>0.69</b>
4	142	141	141	<b>0.7</b>
5	138	138	138	<b>00</b>

---

DC Resistance Curve



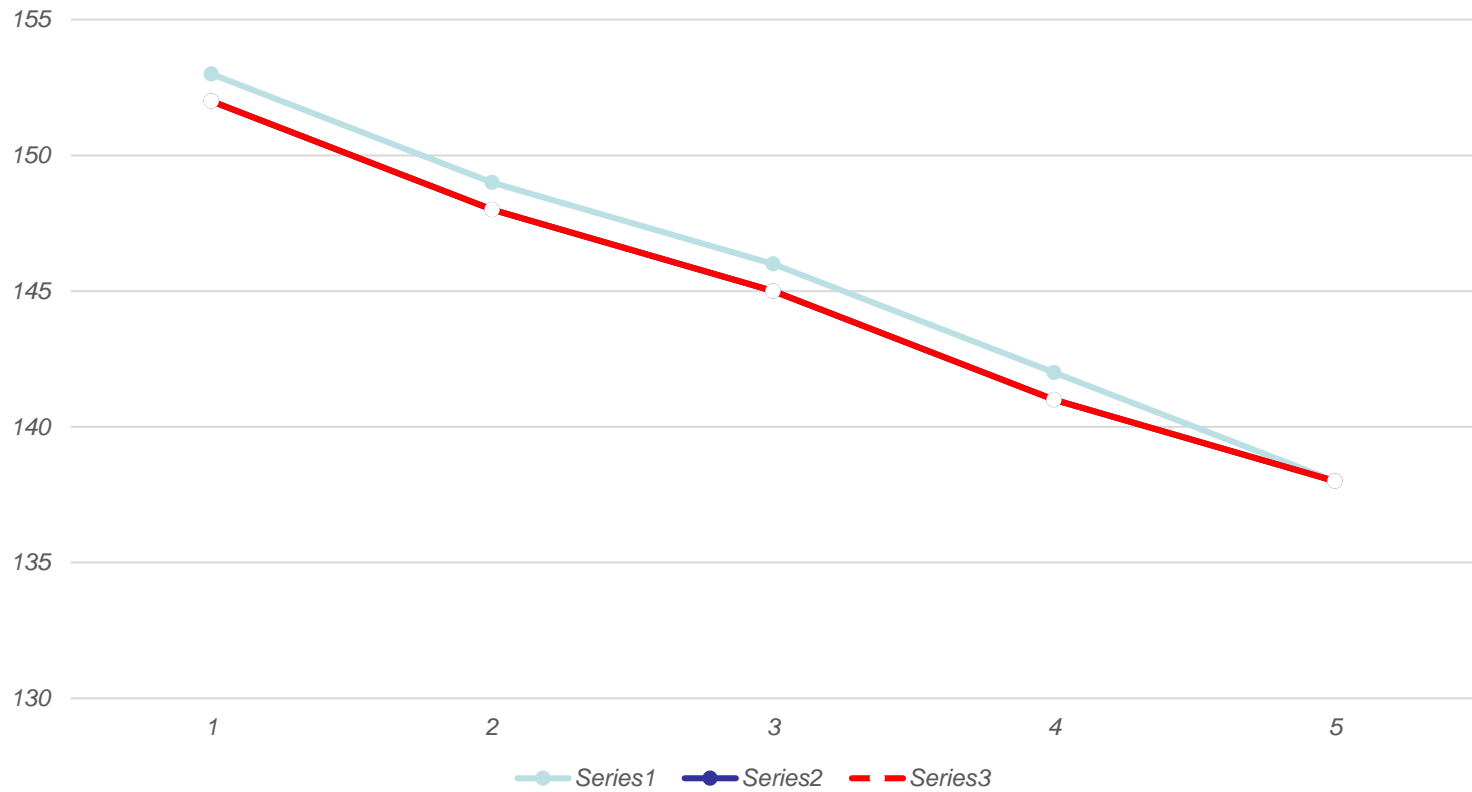
# تعويض سه عدد بلسن و انجام تست مقاومت اهمی



## تکرار تست مقاومت اهمی بعد از مونتاژ و تعویض ۳ عدد بلسن

Tap	1U-1V	1V-1W	1W-1U	Variation %
1	153	152	152	0.65
2	149	148	148	0.67
3	146	145	145	0.68
4	142	141	141	0.7
5	138	138	138	00

DC Resistance Curve





---

### Transformer nameplate data:

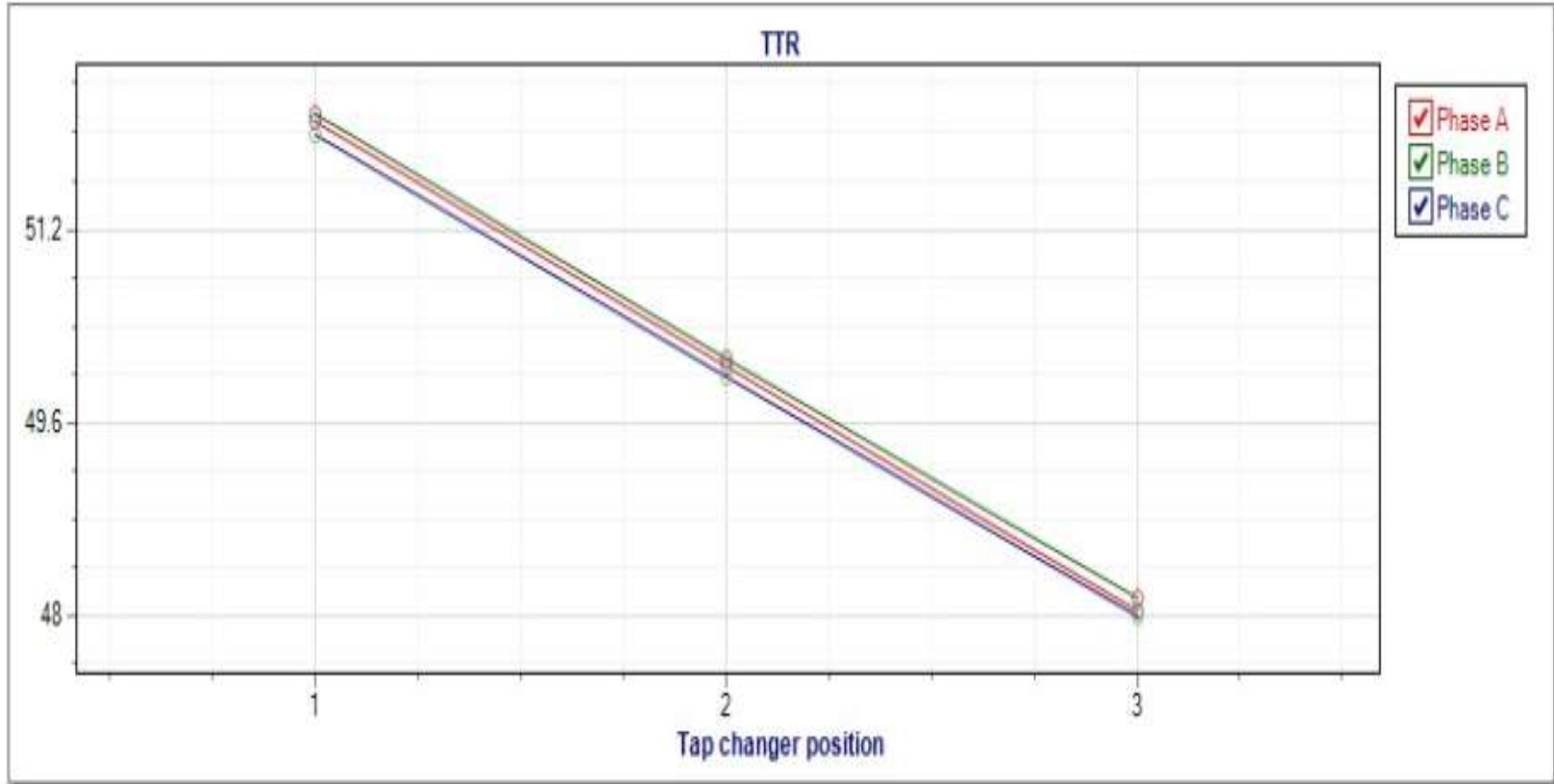
<b>Power:</b>	100.0kVA
<b>Impedance:</b>	4.000%
<b>Vector Group</b>	Yzn5
<b>Vector Group Label:</b>	Yzn5
<b>U Side 1:</b>	20.00kV
<b>U Side 2:</b>	400.0V



# Ratio Test :

\* Measurements (sorted by tap):

Tap	Phase	Label	Tap Voltage	Direction	Ratio nom.	V Primary	V Calc Sec	I prim	V sec.	V Phase	Phase dev	TTR	TTR dev	Assessment
1	A	A	20800	Prim-Sec	52.0000	200.0V	2.221V	618.5μA	2.219V	150.13°	0.13°	52.0843	0.16%	Passed
1	B	B	20800	Prim-Sec	52.0000	200.0V	2.221V	412.0μA	2.214V	150.06°	0.06°	52.1418	0.27%	Passed
1	C	C	20800	Prim-Sec	52.0000	200.0V	2.221V	585.5μA	2.220V	150.21°	0.21°	51.9885	-0.02%	Passed
2	A	A	20000	Prim-Sec	50.0000	200.0V	2.309V	661.2μA	2.307V	150.14°	0.14°	50.0615	0.12%	Passed
2	B	B	20000	Prim-Sec	50.0000	200.0V	2.309V	435.5μA	2.303V	150.06°	0.06°	50.1356	0.27%	Passed
2	C	C	20000	Prim-Sec	50.0000	200.0V	2.309V	634.5μA	2.309V	150.20°	0.20°	49.9831	-0.03%	Passed
3	A	A	19200	Prim-Sec	48.0000	200.0V	2.406V	687.2μA	2.404V	150.14°	0.14°	48.0226	0.05%	Passed
3	B	B	19200	Prim-Sec	48.0000	200.0V	2.406V	461.2μA	2.399V	150.06°	0.06°	48.1302	0.27%	Passed
3	C	C	19200	Prim-Sec	48.0000	200.0V	2.406V	643.3μA	2.406V	150.19°	0.19°	47.9803	-0.04%	Passed



**\* Measurements:**

Tap	Voltage Injection	Tap Voltage	W1		
			H1	H2	H3
1	V1=Injection	20800	9.871V	5.913V	3.925V
1	V1=Injection, V2=0	20800	9.806V	244.5mV	9.600V
1	V1=Injection, V3=0	20800	9.860V	9.714V	136.9mV
1	V2=Injection	20800	5.981V	9.823V	3.862V
1	V2=Injection, V1=0	20800	219.2mV	9.761V	9.597V
1	V2=Injection, V3=0	20800	9.727V	9.801V	135.4mV
1	V3=Injection	20800	5.013V	4.811V	9.817V
1	V3=Injection, V2=0	20800	9.713V	155.2mV	9.802V
1	V3=Injection, V1=0	20800	121.3mV	9.717V	9.805V

\* Measurements (sorted by Phase):

Tap	Phase	Label	Side	Time	VDC	IDC	R <sub>act(20.00°)</sub>	Nominal Stability	Actual Stability	R <sub>corr(75.00°)</sub>	R dev
1	A	AB	HV	14.00 s	21.84 V	290.9 mA	75.06 Ω	1.00 %	0.93 %	91.28 Ω	-1.60 %
2	A	AB	HV	59.00 s	21.53 V	289.0 mA	74.52 Ω	1.00 %	4.02 %**	90.63 Ω	1.48 %
3	A	AB	HV	59.00 s	21.22 V	289.4 mA	73.32 Ω	1.00 %	3.14 %**	89.17 Ω	1.31 %
1	A	A 	LV	31.00 s	176.5 mV	7.008 A	25.18 mΩ	1.00 %	0.95 %	30.83 mΩ	37.70 %
1	B	BC	HV	60.00 s	22.02 V	288.7 mA	76.27 Ω	1.00 %	2.12 %**	92.75 Ω	1.60 %
2	B	BC	HV	59.00 s	21.53 V	290.3 mA	74.16 Ω	1.00 %	4.01 %**	90.19 Ω	1.00 %
3	B	BC	HV	60.00 s	20.97 V	288.9 mA	72.60 Ω	1.00 %	5.17 %**	88.29 Ω	-0.99 %
1	B	B 	LV	59.00 s	125.2 mV	7.006 A	17.87 mΩ	1.00 %	3.00 %**	21.88 mΩ	-34.52 %
1	C	CA	HV	12.00 s	21.76 V	289.0 mA	75.29 Ω	1.00 %	0.48 %	91.56 Ω	-1.29 %
2	C	CA	HV	59.00 s	21.24 V	289.3 mA	73.43 Ω	1.00 %	5.18 %**	89.29 Ω	-1.48 %
3	C	CA	HV	59.00 s	20.98 V	289.9 mA	72.36 Ω	1.00 %	4.40 %**	88.00 Ω	-1.31 %
1	C	C 	LV	59.00 s	120.5 mV	7.007 A	17.19 mΩ	1.00 %	4.17 %**	21.05 mΩ	-37.70 %

\* Measurements (sorted by Phase):

Tap	Phase	Label	Side	Time	VDC	IDC	R act(20.00°)	Nominal Stability	Actual Stability	R corr(75.00°)	R dev
1	A	AB	HV	14.00 s	21.84 V	290.9 mA	75.06 Ω	1.00 %	0.93 %	91.28 Ω	-1.60 %
2	A	AB	HV	59.00 s	21.53 V	289.0 mA	74.52 Ω	1.00 %	4.02 %**	90.63 Ω	1.48 %
3	A	AB	HV	59.00 s	21.22 V	289.4 mA	73.32 Ω	1.00 %	3.14 %**	89.17 Ω	1.31 %
1	A	A 	LV	31.00 s	176.5 mV	7.008 A	15.4 mΩ	1.00 %	0.95 %	30.83 mΩ	37.70 %
1	B	BC	HV	60.00 s	22.02 V	288.7 mA	76.27 Ω	1.00 %	2.12 %**	92.75 Ω	1.60 %
2	B	BC	HV	59.00 s	21.53 V	290.3 mA	74.16 Ω	1.00 %	4.01 %**	90.19 Ω	1.00 %
3	B	BC	HV	60.00 s	20.97 V	288.9 mA	72.60 Ω	1.00 %	5.17 %**	88.29 Ω	-0.99 %
1	B	B 	LV	59.00 s	125.2 mV	7.006 A	15.50 mΩ	1.00 %	3.00 %**	21.88 mΩ	-34.52 %
1	C	CA	HV	12.00 s	21.76 V	289.0 mA	75.29 Ω	1.00 %	0.48 %	91.56 Ω	-1.29 %
2	C	CA	HV	59.00 s	21.24 V	289.3 mA	73.43 Ω	1.00 %	5.18 %**	89.29 Ω	-1.48 %
3	C	CA	HV	59.00 s	20.98 V	289.9 mA	72.36 Ω	1.00 %	4.40 %**	88.00 Ω	-1.31 %
1	C	C 	LV	59.00 s	120.5 mV	7.007 A	15.4 mΩ	1.00 %	4.17 %**	21.05 mΩ	-37.70 %





---

# مشخصات ترانسفورماتور

Serial - No:12505006

Project :230/63/20KV

Voltage Level :245KV

Manufactured By : ABB

## بیوگرافی ترانسفورماتور

➤ ترانسفورماتور با تریپ رله بوخهلتس از مدار خارج شد



<i>Measuring Sequence:</i>			
From tap 1 to 19 in mΩ at 25°C			
<b>TAP</b>	<b>1U -1N</b>	<b>1V - 1N</b>	<b>1W - 1N</b>
<b>1</b>	647.300	944.000	651.000
<b>2</b>	662.400	960.000	668.000
<b>3</b>	678.700	974.000	681.600
<b>4</b>	691.200	989.000	695.300
<b>5</b>	705.600	1.003	709.900
<b>6</b>	719.900	1.018	724.400
<b>7</b>	734.400	1.032	738.900
<b>8</b>	749.100	1.047	754.600
<b>9</b>	—	—	—
<b>10</b>	764.000	1.061	769.200
<b>11</b>	727.200	1.021	728.800
<b>12</b>	741.500	1.037	745.200
<b>13</b>	757.400	1.052	760.600
<b>14</b>	770.500	1.067	774.800
<b>15</b>	785.100	1.081	790.200
<b>16</b>	799.500	1.094	804.600
<b>17</b>	814.300	1.108	818.400
<b>18</b>	831.100	1.123	834.000
<b>19</b>	845.300	1.137	848.400

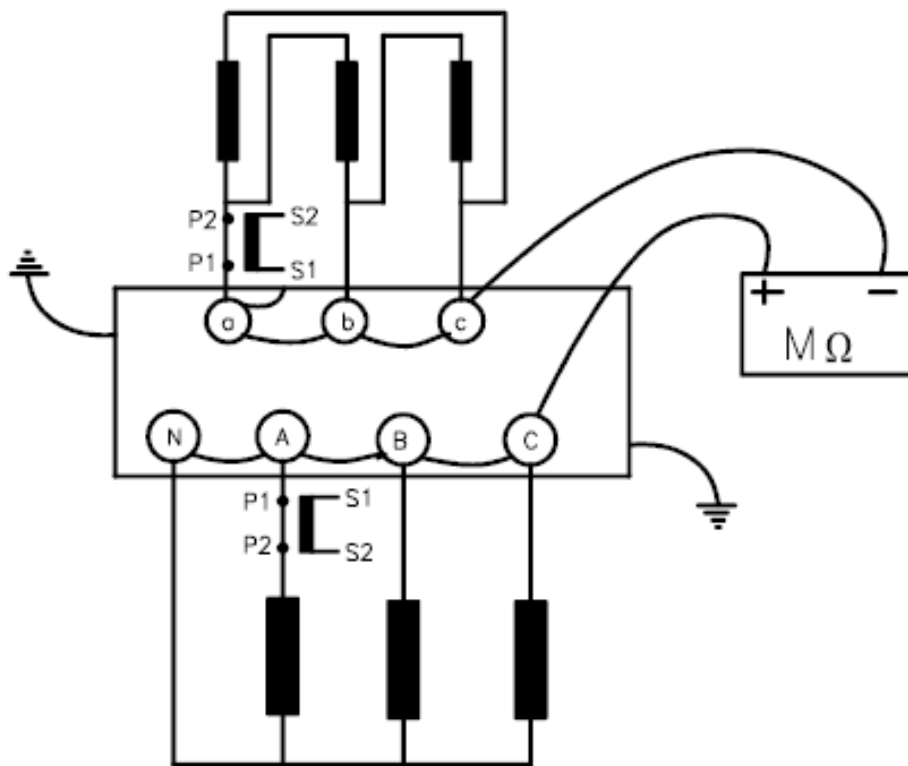
سیم پیچ فاز وسط مشکل دارد







## *Insulation resistance measurement*



---

## تست میگر ترانسفورماتور:

- ❖ تست میگر فشار قوی نسبت به فشار ضعیف
- ❖ .تست میگر فشار قوی نسبت به بدنه
- ❖ تست میگر فشار ضعیف نسبت به بدنه
- ❖ تست میگر هسته نسبت به بدنه در ترانسهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلو ولت
- ❖ تست میگر هسته نسبت به چارچوب در ترانسهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلو ولت
- ❖ تست میگر چارچوب نسبت به بدنه در ترانسهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلو ولت

---

## تست میگر اکتیو پارت ( جزو تست های عایقی ) :

❖ تست میگر سیم پیچ ها

❖ تست میگر هسته

❖ تست بلسن های نگهدارنده هسته ( بالا و پایین )

---

## تست میگر بشدت متاثر از دماست

❖ مطابق استاندارد بازاء افزایش ۱۰ درجه سانتیگراد مقدار میگر تا

نصف کاهش پیدا می کند



## *Insulation resistance measurement*

The insulation resistance should be several thousand megaohms. However the value is widely dependent on measuring time and temperature of the transformer. For verification of values to values to normal conditions (20 °C) the following conversion table is valid.

The insulation is measured with a Megger, test voltage 2500-5000 V DC, readings taken at 15 sec and 60 sec.

Readings are referred to 20°C by multiplying the reading at ambient temperature T(ambient) by correction factor given in table below.

T(Amb.) °C	Correction Factor	T(Amb.) °C	Correction Factor
-10	0.13	35	2.80
-5	0.18	40	3.95
0	0.25	45	5.60
5	0.36	50	7.85
10	0.50	55	11.20
15	0.75	60	15.85
20	1.0	65	22.40
25	1.40	70	31.75
30	1.98	75	44.70

Minimum 60 second test value corrected to 20°C should be 1000 Megaohm. Furthermore the change of the readings taken at 15 sec and 60 sec is used to determine the dryness of the insulation. Reference value R60/R15 is normally 1.2 ... 3 in a dried transformer. Values R60/R15 < 1.2 indicates that the transformer has moisture.

---

## انديسي PI (Polarization Index)

$$PI = R(10) \text{ min} / R(1 \text{ min})$$

### ❖ Polarization index tests

The polarization index is the ratio of the insulation resistance at the end of a 10 min test to that at the end of a 1min test at a constant voltage.

---

**The following are guidelines for  
evaluating transformer insulation  
using polarization index values:  
Less than 1.0 = Dangerous**

**1.0 to 1.1 = Poor**

**1.1 to 1.25 = Questionable**

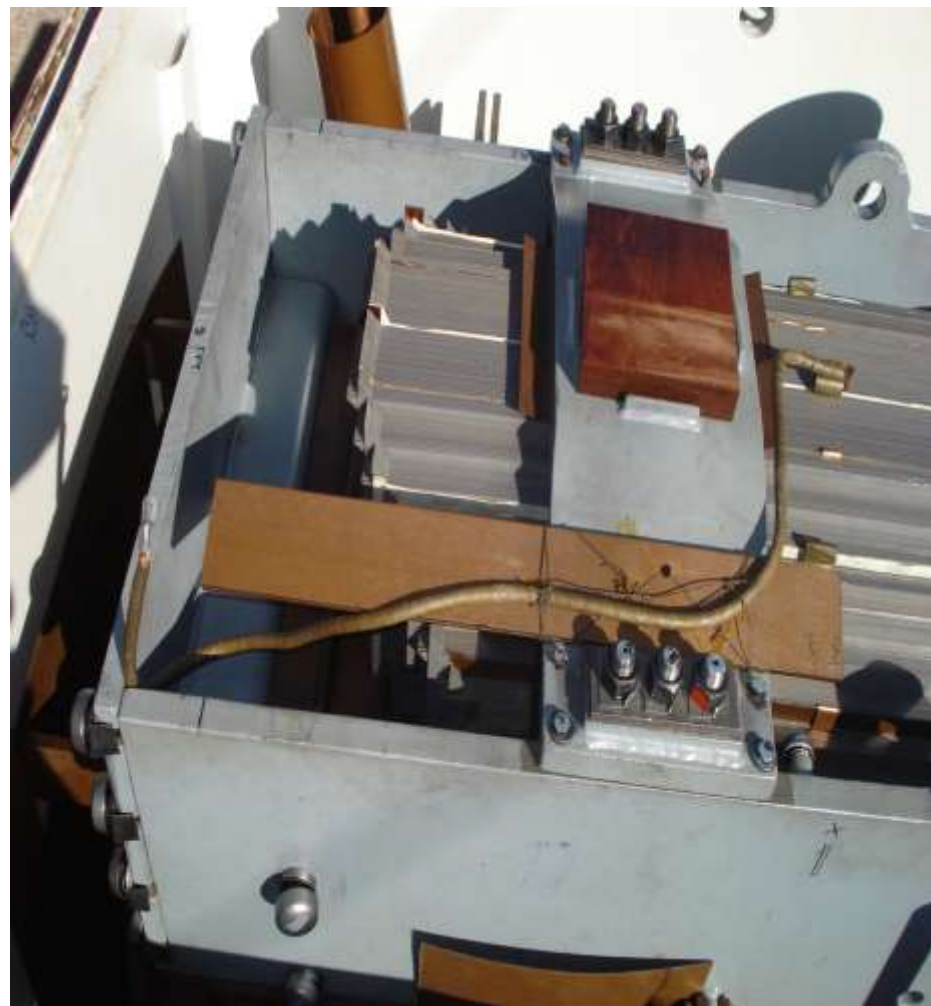
**1.25 to 2.0 = Fair**

**Above 2.0 = Good**

---

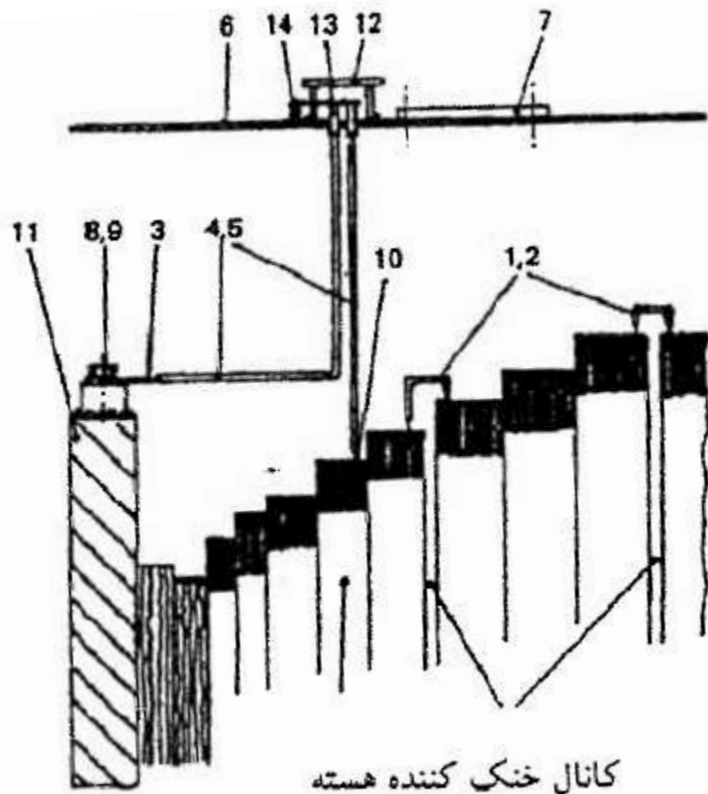
## میگر هسته نسبت به بدنه ( با ۵۰۰ ولت تست شود ) :

Core	Frame	T1	T2
Core	Ground		
Frame	Ground		





## Core and frame connection



- 1- صفحه اتصال زمین
- 2- عایق
- 3- صفحه اتصال زمین
- 4- کابل مسی
- 5- عایق
- 6- درپوش ترانسفورماتور
- 7- دریچه بازرسی
- 8- پیچ شش گوش
- 9- واشر ایمنی
- 10- صفحه اتصال زمین
- 11- چهار چوب هسته
- 12- جعبه دسترسی انشعاب
- 13- غلاف اتصال زمین
- 14- اتصال زمین

**Table 9 — Typical insulation resistance ranges for various conditions of core insulation**

Type of equipment	Core insulation resistance (MΩ)	Condition of insulation
New	> 500	Manufacturer to be consulted for values less than 500 MΩ for proper course of action.
Service aged	> 100	Normal
	10 to 100	Indicative of insulation deterioration
	< 10	Needs to be investigated



## دلایل پایین بودن مقدار میگر :

### ❖ عوامل خارجی :

#### ▪ کیفیت بودن مقره ها

- نامناسب بودن جنس مقره

جنس مقره

جذب رطوبت مقره

### ❖ عوامل داخلی :

- نامناسب بودن وضعیت عایقی ( روغن و کاغذ )

---

## ➤ تشخیص عیوب با تست میگر

---

## مقره ها رطوبت جذب می کردند

مونتاژ و تست ۱۳ دستگاه ترانسفور ساخت شرکت

**New Korea Electric ( NKE )**

تاریخ تحویل : تابستان ۹۵

<b>Form No:</b>	<b>U2-KPC-OTC-TR7101D-002</b>	<b>Date:</b>	
<b>Transformer tag:</b>	<b>TR-7101D</b>	<b>Location:</b>	<b>US2 Gas Turbine Area</b>
<b>Rated output</b>	<b>30000 kVA</b>	<b>Vector group :</b>	<b>YNd11</b>
<b>Voltage Ratio (HV/LV):</b>	<b>33000V <math>\pm</math>6x1.25% /11000V</b>	<b>Frequency:</b>	<b>50 Hz</b>
<b>Tap Changer:</b>	<b>On-Load Tap Changer (OLTC)</b>	<b>Cooling:</b>	<b>ONAN</b>
<b>Manufacturer:</b>	<b>NEW KOREA ELECTRIC CO., LTD</b>	<b>Serial No:</b>	<b>W10057</b>
<b>Oil Temperature:</b>	<b>30 °C</b>	<b>Ambient Temp.:</b>	<b>..... °C</b>
<b>Related drawings :</b>	<b>Transformer Operation and Maintenance Instructions (NKEI-110445)</b>		

### Winding Insulation Resistance Measurement before Applied Potential Test

Description	DC Voltage	Resistance (GΩ)			P.I (R <sub>10</sub> /R <sub>1</sub> )	FAT Result (GΩ)	Result	Remark
		15 Sec	1 min	10 min				
HV/LV	5000 VDC	8	14	23.1	1.65			
HV/Earth	5000 VDC	7	12	21.4	1.78			
LV/Earth	5000 VDC	5	8	15.5	1.93			

➤ اعلام مشتری مبنی بر پایین آمدن مقدار عددی  
تست میگر در یکی از ترانسها ( فصل زمستان )

## Oil Temperature: 10 °C

### Winding Insulation Resistance Measurement before Applied Potential Test

Description	DC Voltage	Resistance (MΩ)			P.I (R <sub>1</sub> /R <sub>15</sub> )	FAT Result (GΩ)	Result	Remark
		15 Sec	1 min	10 min				
HV/LV	5000 VDC	50	48	-	0.96			
HV/Earth	5000 VDC	48	45	-	0.937			
LV/Earth	5000 VDC	55	50	-	0.9			

نتایج تست میگر بلافاصله بعد از سیرکوله روغن  
**Oil Temperature: 50 °C**

**Winding Insulation Resistance Measurement before Applied Potential Test**

Description	DC Voltage	Resistance (GΩ)			P.I (R <sub>10</sub> /R <sub>1</sub> )	FAT Result (GΩ)	Result	Remark
		15 Sec	1 min	10 min				
HV/LV	5000 VDC	1.8	3.2	5.5	1.7			
HV/Earth	5000 VDC	1.7	3.2	5.8	1.8			
LV/Earth	5000 VDC	1.5	2.3	4.1	1.78			



➤ این پروسه دوبار تکرار شد

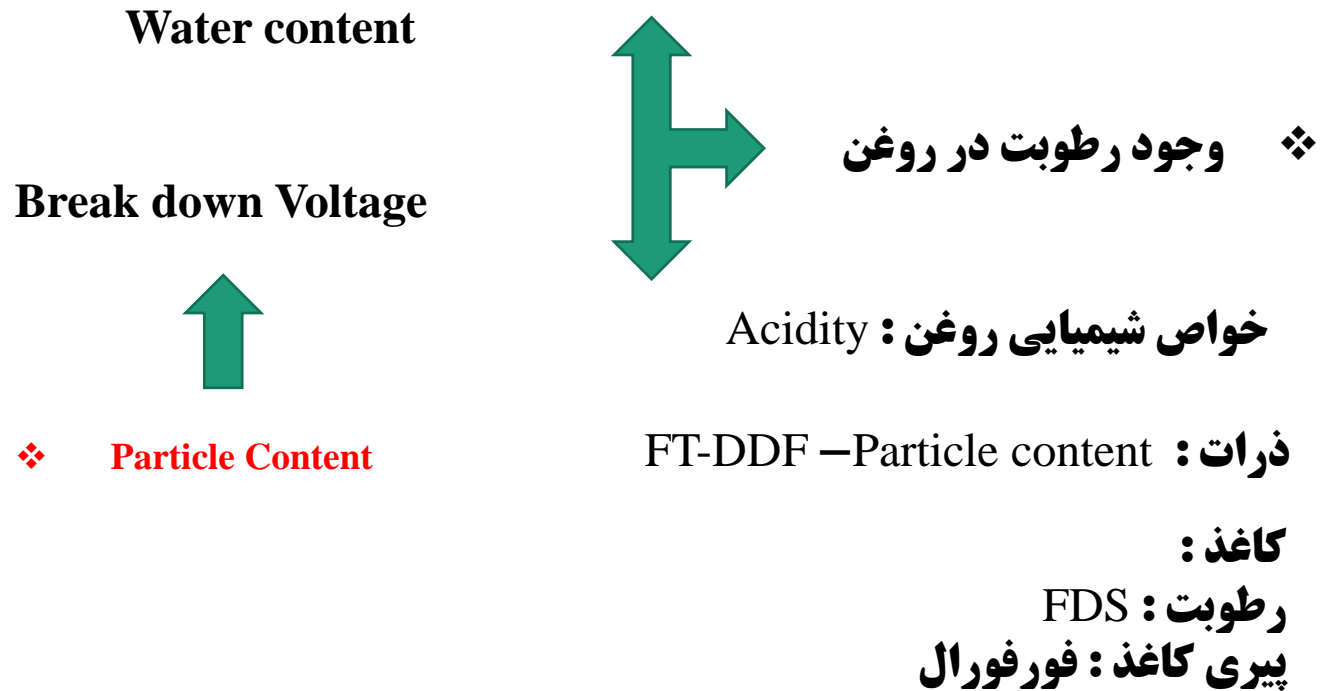
- حضور در سایت و قبل از تست میگر مقرره ها با سشوار صنعتی گرم شد و بلافاصله تست میگر انجام شد و نتیجه مثبت بود.
- بلافاصله یک مقدار آب بر روی مقرره ها ریخته شد و چند لحظه بعد تست میگر تکرار شد و مقدار عددی این تست خیلی پایین آمد .

➤ نتیجه :

➤ تمامی مقره ها رطوبت جذب می کردند و این موضوع بعدا از طرف شرکت سازنده تایید شد .

# تأثير و ارتباط کیفیت روغن با تست میگر

# تأثير و ارتباط کیفیت روغن با تست میگر



# ❖ Particle Content and water



**HYUNDAI**  
HEAVY INDUSTRIES CO.,LTD.


## AUTO TRANSFORMER

NUMBER OF PHASES		3		TYPE		TL-1479	
COOLING CLASS		ONAN/ONAF1/ONAF2		FREQUENCY		50 Hz	
VECTOR GROUP		YN <sub>o</sub> Dd11		STANDARD		IEC60076	
ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL :		2000M		TEMPERATURE RISE(OIL/WINDING)		47/52/65°C	
WINDING	RATED POWER	RATED VOLTAGE	RATED CURRENT (AT TAP NO.10)	BIL		SIL	
				WINDING/BUSHING	WINDING/BUSHING	WINDING/BUSHING	WINDING/BUSHING
HV	190/250/315 MVA	400 kV	274/361/455 A	1300/1550 kV	1050/1175 kV		
LV	190/250/315 MVA	230±9X1.67%kV	477/628/791 A	950/1050 kV	750/850 kV		
TV	24/32/40 MVA	20 kV	693/924/1155 A	125/170 kV	N/A KV		
ZERO SEQUENCE IMPEDANCE AT 75°C(315MVA BASE)				MAXIMUM SHORT CIRCUIT CURRENT RATING FOR 2SEC			
HV-LV(LV SHORT CIRCUITED)		13.056 %		WINDING	SYM.	ASYM	
HV-TV(LV OPEN CIRCUITED)		152.76 %		H.V	3.33 KA	8.95 KA	
LV-HV(HV SHORT CIRCUITED)		11.665 %		L.V	6.67 KA	17.94 KA	
LV-TV(HV OPEN CIRCUITED)		136.22 %		T.V	4.06 KA	10.9 KA	
IMPEDANCE AT RATED VOLTAGE AND 75 °C & PRINCIPAL TAP				WEIGHT			
HV-LV	%	315MVA BASE		CORE&COIL ASSEMBLY		128200 Kg	
HV-TV	%			TANK AND FITTINGS		109605 Kg	
LV-TV	%			INSULATION OIL(155000LT)		137795 Kg	
SOUND LEVEL(ONAN/ONAF2)				MAIN BODY TRANSPORTATION		191000 Kg	
68.6/70.8 dB				TOTAL WEIGHT		375600 Kg	

- \* REMARK
1. MATERIAL : STAINLESS STEEL
  2. DIMENSION : 0.6 X 400 X 300
  3. NATURAL FACE, DARK LETTER AND LINE
  4. STANDARD : IEC60076
  5. THE BLANK SPACES WILL BE ENGRAVED AFTER TESTING TRANSFORMER

% Impedance at 75°C principal tap 315MVA base

	20080151TIF001-001	002
HV-LV	13.232%	13.271%
HV-TV	160.424%	160.550%
LV-TV	143.228%	143.459%

TYPE	D
S/S NAME	AHWAZ SHOMAL GHARB
CLIENT :	 MINISTRY OF ENERGY



# Results of the Internal Inspection

for Transformers at Khoy Substation

23~25 July, 2012



Wooden support for transportation



Arcing marks on the inner surface  
of bushing housing



# How could the fault current hit the chamber wall?

Wooden support for transportation acted as a shortcut for the fault current to pass through to the chamber wall.

Especially, residual water vapor in the tank took a great role for these events.

## ▶ No compliance with LONG-TERM STORAGE procedure

The transformer had been left for almost two years without any special care such as injecting Nitrogen and/or filling insulation oil, which is clearly mentioned in the instruction manual (page 24~25, 69 HHIS-WZ-TE-100 “Shipment, Storage And Erection of Oil-immersed Transformer”). As a result, the water could easily penetrate into the transformer over time, which finally weakened the insulation strength of the parts in the transformer.

**Particle Counting**  
**Oil Cleanliness**  
**Level**

سطح تمیزی روغن:

**غير قابل قبول**

نام مشتری: شرکت فنی مهندسی پاد انرژی ناره  
 نام دستگاه: ترانسفورماتور  
 کد دستگاه: PEN-TIF004/DOWN-TF  
 قسمت دستگاه: شیر پایین  
 محل کار: -  
 سازنده دستگاه: -  
 ظرفیت روغن (لیتر): -  
 ملاحظات: مدل دستگاه: -

تاریخ نمونه	/ /					
تاریخ آزمایش	1391/12/23					
سازنده روغن	-					
نام روغن	-					
درجه روغن	-					
کارکرد دستگاه km/H						
کارکرد روغن Km/H						
سرریز روغن	0					
Size (micron)	P. No./ml	Code	P. No./ml	Code	P. No./ml	Code
2	14320.7	21				
5	6539.5	20				
10	505.1	16				
15	41.1	13				
25	0.8	7				
50	0.1	4				
ISO 4406 Code:			21/20/13			

---

## تخلیه ، شستشو و تعویض روغن ترانسفورماتورهای شرکت آبفا

□ اسیدیته روغن ترانسها بالا بود

□ اسیدیته = 0.3 به بالا

## • مشخصات ترانسفورماتور:

255924	شماره سریال ترانسفورماتور
1000KVA	توان ترانسفورماتور
20/0.4KV	ردیف ولتاژ
Dyn5	گروه برداری
پست محلاتی	محل پست

## تست میگر قبل از تعویض روغن :

Sys1	Sys2	Meas.kv	Resistance( $G\Omega$ )		DAR
			15sec.	60sec.	R( 60/15 )
HV	LV	5	0.25	0.32	1.28
HV	Ground	5	0.210	0.28	1.33
LV	Ground	0.5	0.190	0.245	1.28

## تست میگر بعد از تعویض روغن :

Sys1	Sys2	Meas.k v	Resistance( $G\Omega$ )		PI
			15sec.	60sec.	R( 60/15 )
HV	LV	5	5.5	8.2	1.49
HV	Ground	5	8.4	11.5	1.37
LV	Ground	0.5	>1		

## • مشخصات ترانسفورماتور:

T158933	شماره سریال ترانسفورماتور
160KVA	توان ترانسفورماتور
6.3/0.4KV	ردیف ولتاژ
Yzn5	گروه برداری
مخزن ۵۲	محل پست



## تست میگر قبل از تعویض روغن :

Sys1	Sys2	Meas.k v	Resistance(GΩ )		PI
			15sec.	60sec.	R( 60/15 )
HV	LV	5	0.05	0.07	1.4
HV	Ground	5	0.0575	0.0632	1.09
LV	Ground	0.5	0.0282	0.032	1.13

## تست میگر بعد از تعویض روغن :

Sys1	Sys2	Meas.k v	Resistance(GΩ )		PI
			15sec.	60sec.	R( 60/15 )
HV	LV	2.5	0.925	1.31	1.41
HV	Ground	2.5	1.6	2	1.25
LV	Ground	0.5	>1		

## مشخصات ترانسفورماتور ( بدون پلاک ) : ورودی سه فاز و خروجی تکفاز



- نام مشتری : شرکت ورق خودرو
- ترانسفورماتور خشک
- شماره سریال : -
- ردیف ولتاژ : 20/0/4KV
- توان : -
- گر وه برداری : ( فشار قوی مثلث )

## عیب یابی :

❖ اتصال فشار ضعیف به بدنه در تست می‌گر

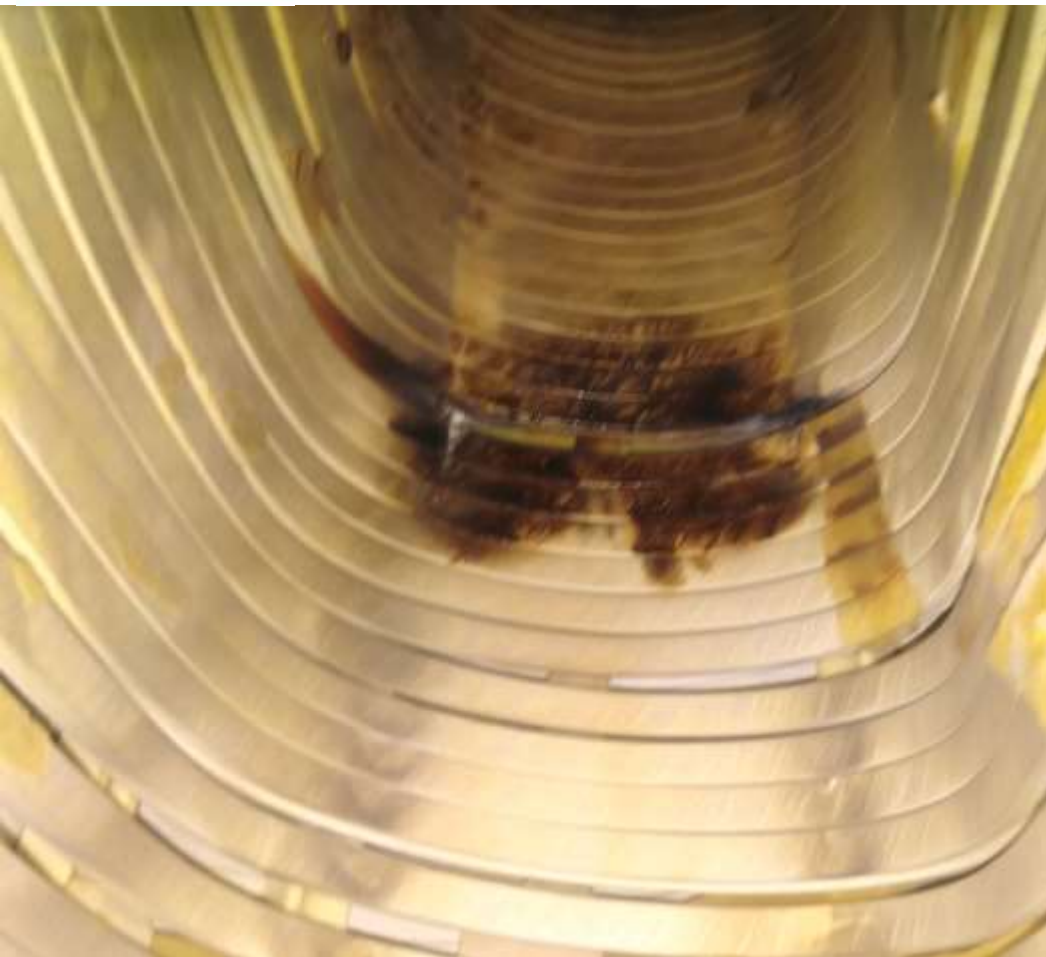
Sys1	Sys2	Meas.kv	Resistance(GΩ )		PI
			15sec.	60sec.	R( 60/15 )
HV	LV	2/5	1/47	2/21	1/5
HV	Ground	2/5	1/72	2/32	1/34
LV	Ground	0/5	0	0	0

**بازدید از اکتیو پارت:**

**بلسن های نگهدارنده ساقهای هسته کامل ذوب شده و باعث**

**زخمی شدن بوبین LV فاز U شده بود**





# Capacitance and Dissipation/ factor Measurement



# Capacitance and Dissipation Factor Measurement

Capacitance (C) and Dissipation Factor (DF) measurement is an established and important insulation diagnosis method. It can detect:

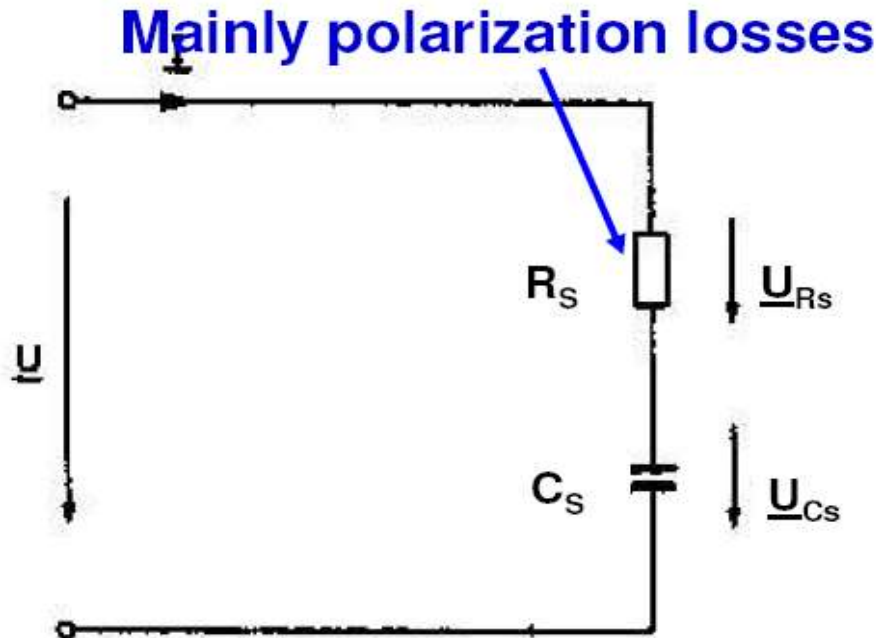
- Insulation failures
- Aging of insulation
- Contamination of insulation liquids with particles
- Water in solid and liquid insulation
- Partial discharges

## **Maintenance Measurements on Transformer in Accordance With USA Standard ANSI/IEEE C57.12.90-1993**

*The following points must be observed when performing measurements in accordance with the ANSI/IEEE C57.12.93 standards*

- All possible capacitance must be measure i.e. capacitance between the individual winding system;  
capacitance of the winding system to transformer housing (earth).*
- Each winding group must be short-circuited.*
- All windings must be installed.*
- The temperature of windings and the insulating fluid (oil) be close to reference temperature (20 °C).*
- The test voltage should not be more than half of the low frequency working voltage or 10 KV.*

## Definition of $\tan \delta$ Equivalent Serial circuit diagram

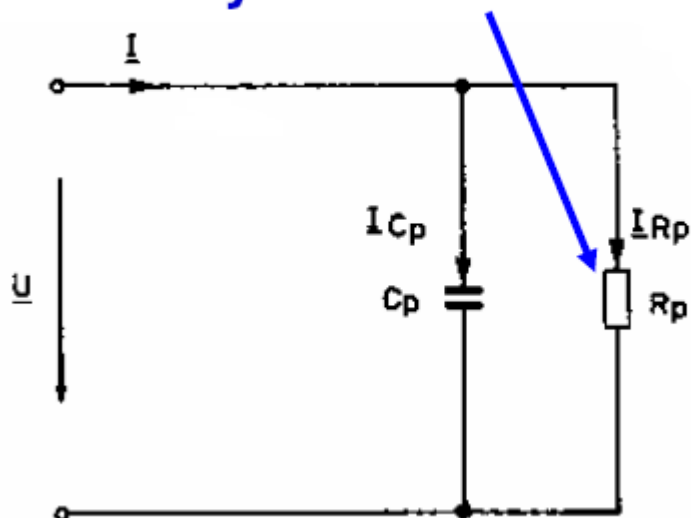


$$\tan \delta = \frac{U_R}{U_C} = R_s \omega C_s$$

## Definition of Tanδ

### Equivalent Parallel circuit diagram and vector diagram

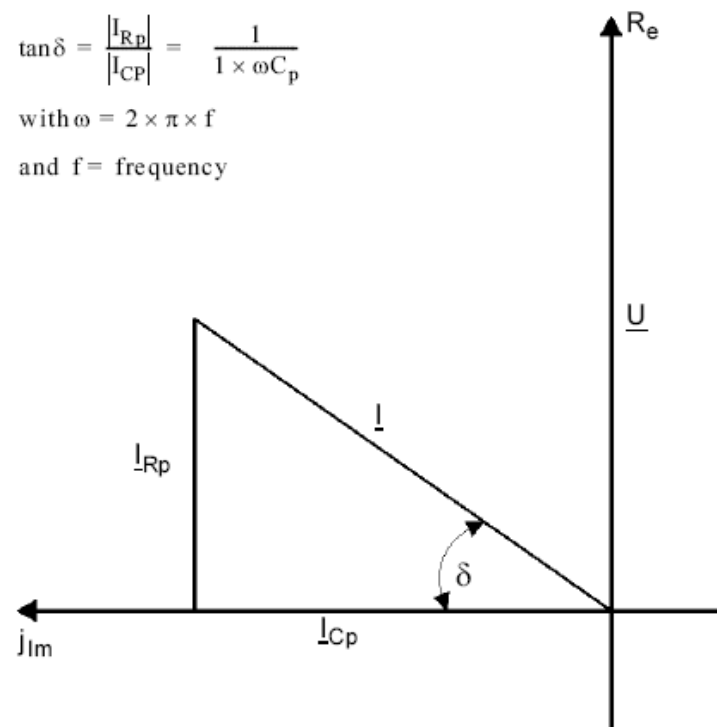
Mainly conductive losses



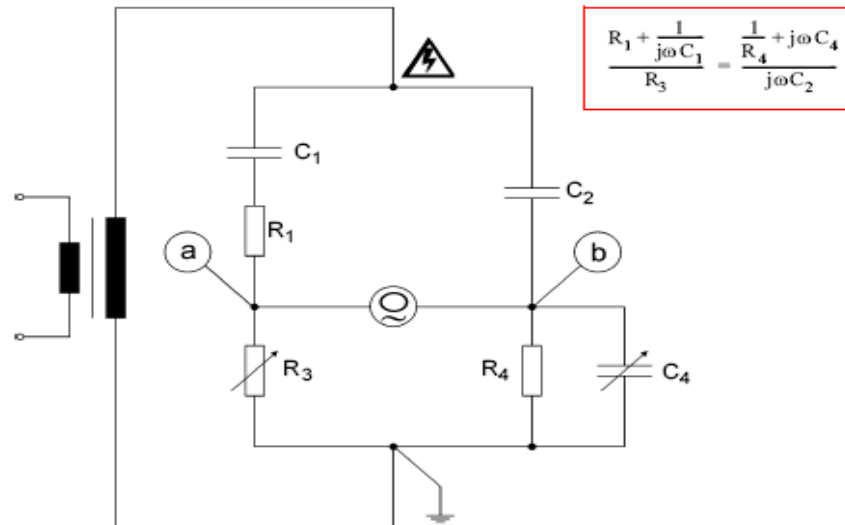
$$\tan \delta = \frac{|I_{Rp}|}{|I_{Cp}|} = \frac{1}{1 \times \omega C_p}$$

with  $\omega = 2 \times \pi \times f$

and  $f =$  frequency



## Schering Bridge principle



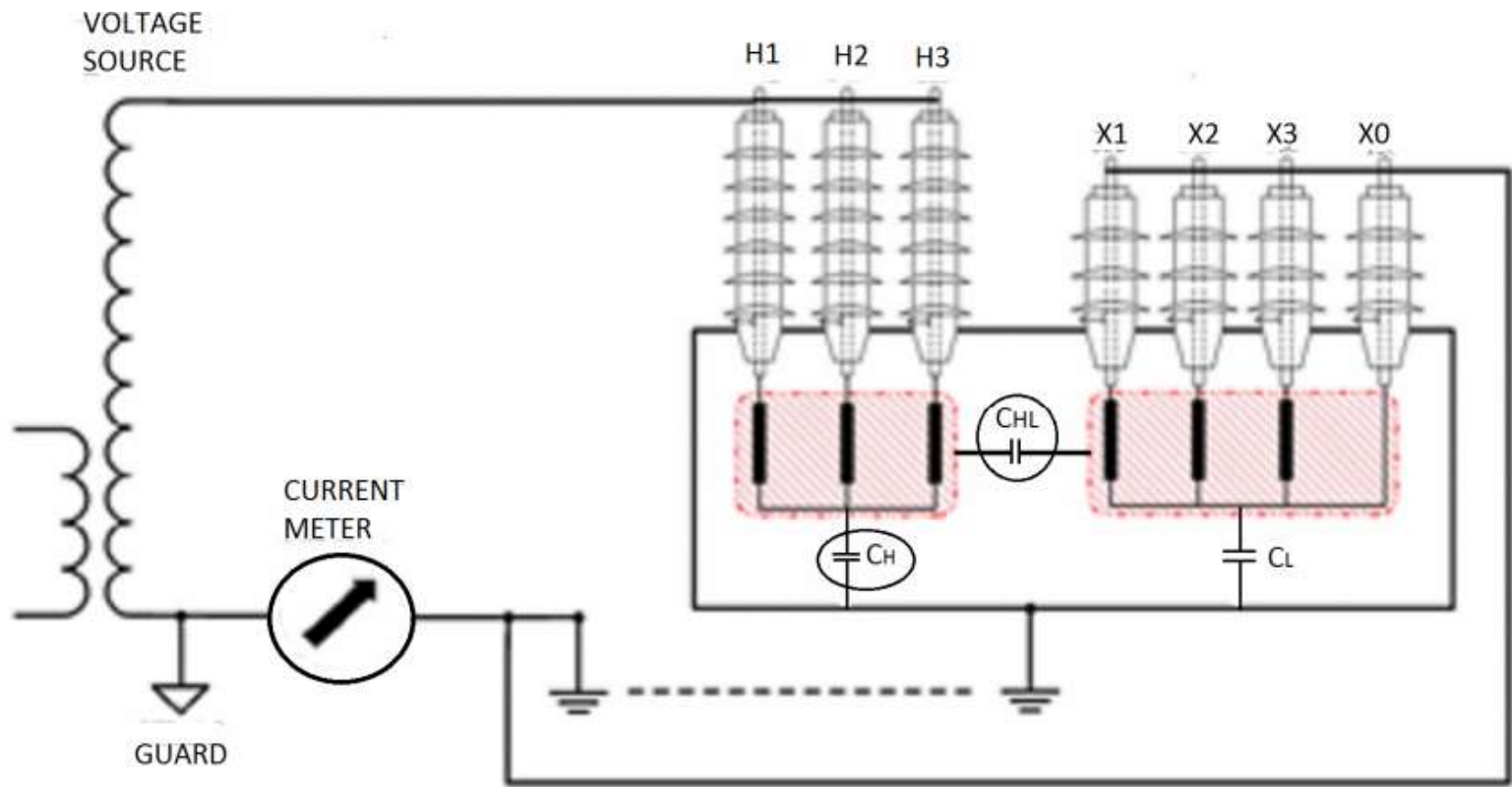
Real parts:  $\frac{R_1}{R_3} = \frac{C_4}{C_2} \Rightarrow R_1 = \frac{C_4}{C_2} \times R_3$

Imaginary parts:  $C_1 \times R_3 = C_2 \times R_4 \Rightarrow C_1 = \frac{R_4}{R_3} \times C_2$

$$\tan \delta = R_1 \times \omega C_1$$

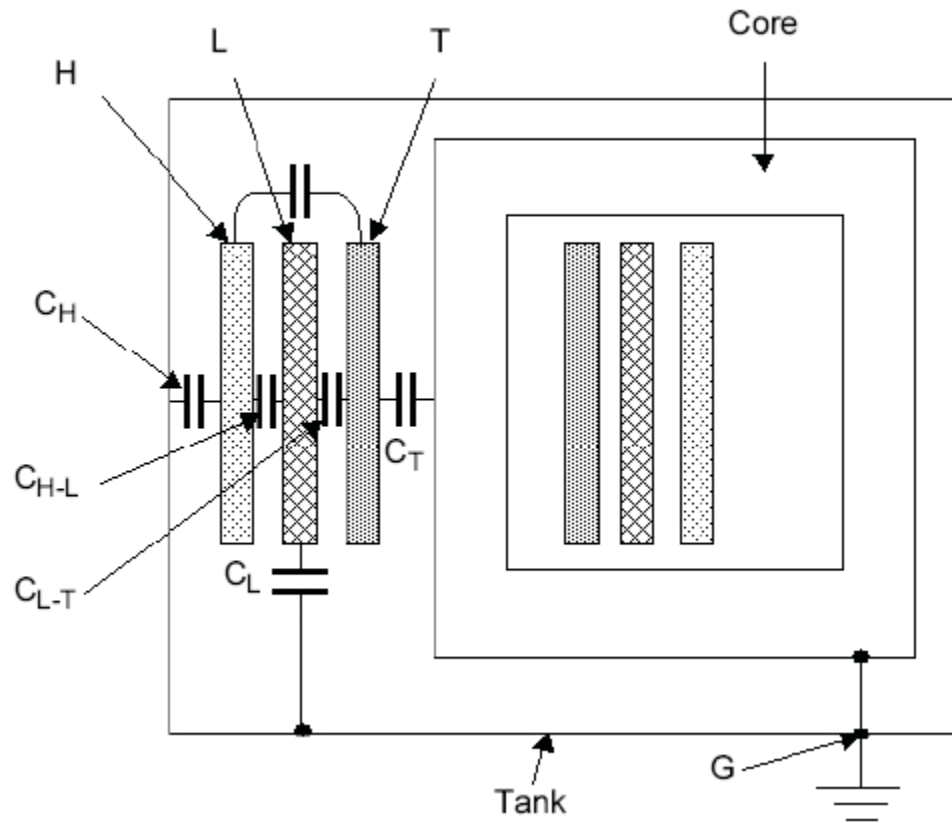
$$\tan \delta = C_4 \times \frac{R_3}{C_2} \times \omega \times \frac{R_4}{R_3} \times C_2$$

$$\tan \delta = \omega \times C_4 \times R_4$$



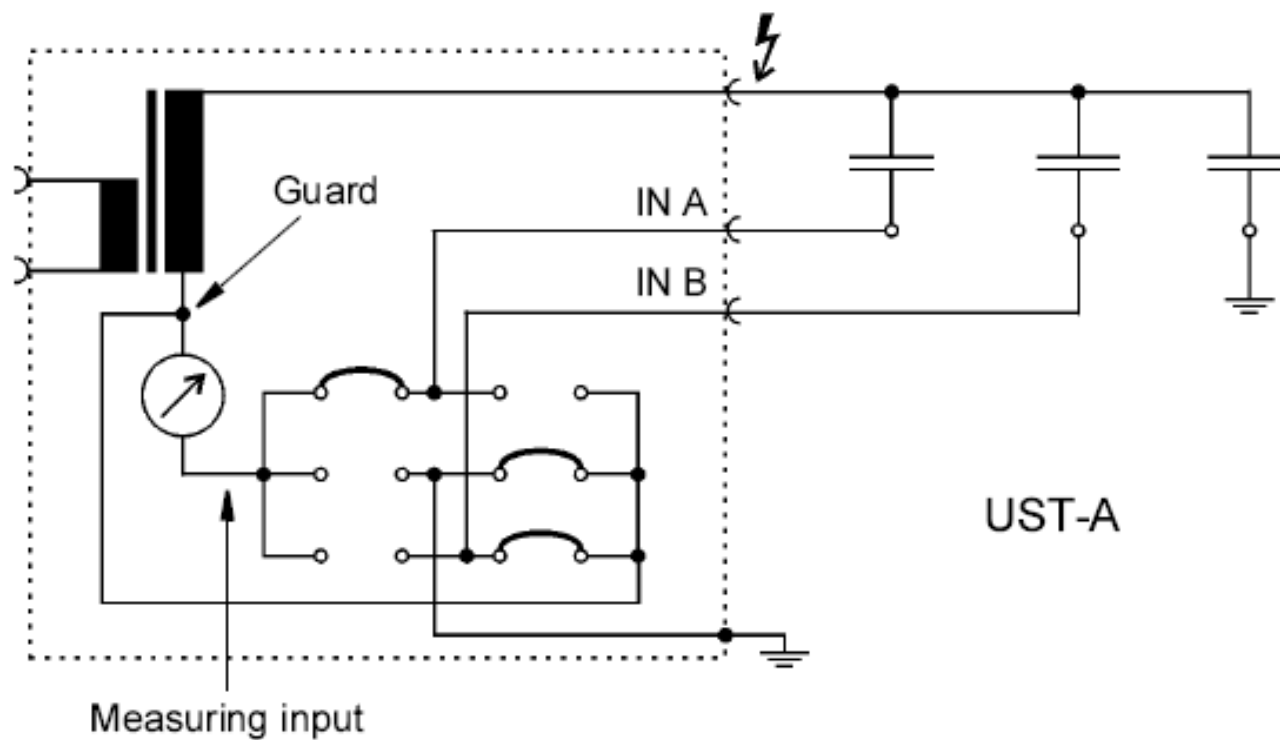
**Figure A.3—Grounded specimen test circuit**

*Three-phase transformer with winding capacitance – three windings*



## UST : Ungrounded Specimen Test

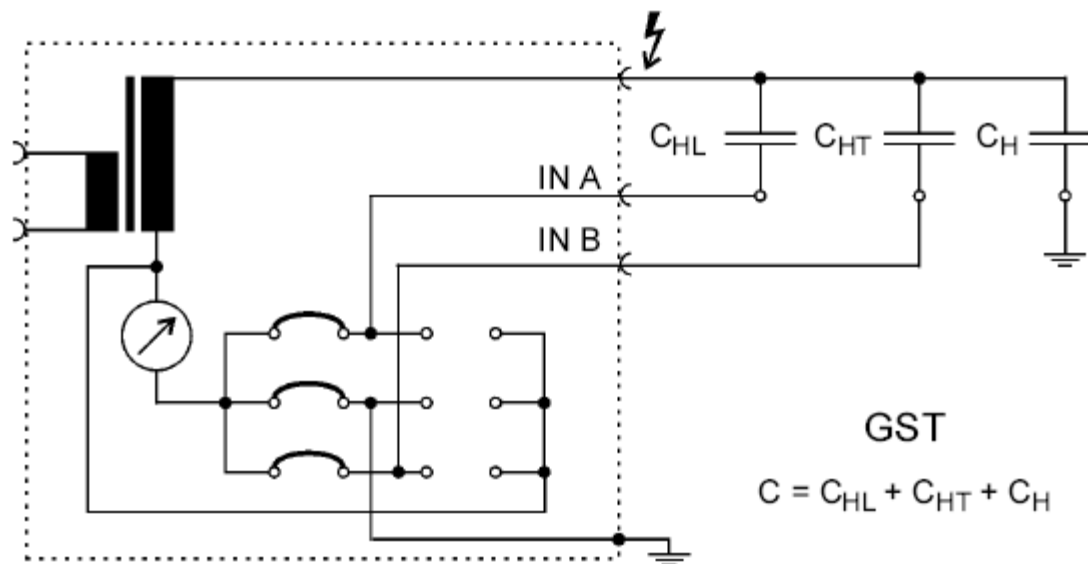
*In the UST mode capacitor between high voltage cable and related measuring inputs is measured.*





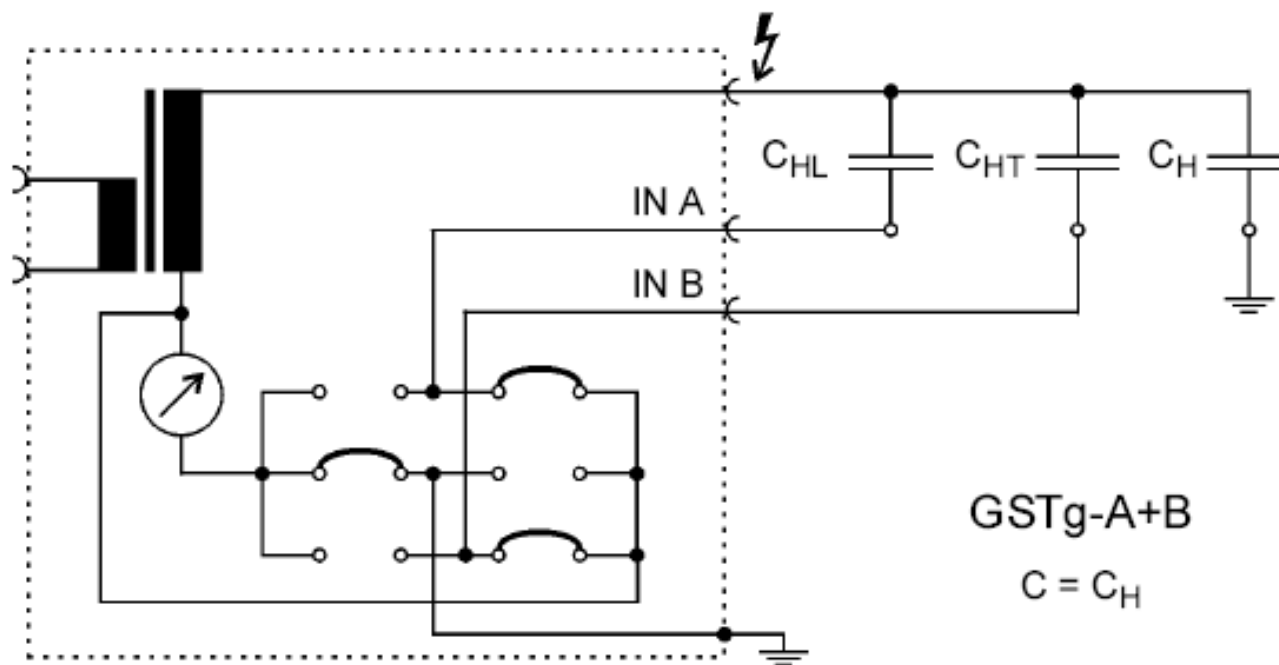
## *GST : Grounded Specimen Test*

*In the GST mode all connected capacitors are measured in parallel*



## *GSTg : Grounded Specimen Test with guarding*

*In the GSTg mode capacitor of winding to ground is measured and measuring inputs are guarded.*



# تست تانژانت دلتا نیز متاثر از دماست

## Temperature correction factor for mineral oil insulation

Test temperature $T$ (°C)	Correction Factor $K$
10	0.80
15	0.90
20	1.00
25	1.12
30	1.25
35	1.40
40	1.55
45	1.75
50	1.95
55	2.18
60	2.42
65	2.70
70	3.00

**Note:** The correction factors listed above base on insulated systems using mineral oil as an insulating liquid. Other insulating liquids may have different correction factors.

where

$F_{p20}$  is the power factor corrected to 20°C

$F_{pt}$  is the power factor measured at  $T$

$T$  is the test temperature (°C)

$K$  is the correction factor

## مقادیر قابل قبول تاثرات دلتا

**Table 18—Nominal and serviceability service-aged limit:  
power transformer insulation power factor**

Insulating liquid	kV rating	Nominal/new power factor limit	Serviceability aged limit
Mineral oil	< 230 kV	0.5%	1.0%
Mineral oil	≥ 230 kV	0.4%	1.0%
Natural ester	All	1.0%	1.0%

NOTE—All PFs are corrected to 20 °C except for natural esters, which at this time of writing the guide had no published temperature correction curves. Future work is needed to address this issue.

---

## میزان تغییرات ظرفیت خازنی

In the field, transformer insulation systems should not change by more than 5% from the benchmark results. If the results are above 5% and below 10% change, an investigation needs to be conducted to determine the extent or severity of the issue. If the capacitance has changed by more the 10%, the transformer should not be returned to service.

**پیشنهاد میشود تنها به محدودیت های استاندارد در خصوص مقادیر تانژانت دلتا اکتفا نشود**

**لازم است حتما در مواردی که نتایج مشکوک می باشد با نتایج کارخانه ای مقایسه شود**

---

## دلایل بالا بودن مقدار PF

### ❖ عوامل بیرونی :

- کثیف بودن مقره ها
- خیس بودن مقره ها

### ❖ عوامل داخلی :

- کیفیت نامناسب عایق ( روغن و کاغذ )
- دفرمگی بوبین ها





---

**Serial - No :S1586812**

**Project :20/0.321 KV-18.4MVA**

**Manufactured by Tamini com.**

تمام تست های روتین بر روی ترانسفورماتور انجام  
شد و مشکلی مشاهده نشد .

Insulation resistance measurement :

Sys1	Sys2	Meas.kv	Resistance(GΩ )		PI R(60/15)
			15sec.	60sec.	
HV	v2n	5,0	2,2	3,1	1,4
HV	v3n	5,0	2,0	2,8	1,4
HV	v4n	5,0	2,0	2,8	1,4
HV	v5n	5,0	2,2	3,0	1,4
HV	v6n	5,0	2,3	3,3	1,4
HV	Ground	5,0	0,8	1,2	1,5
v2n	v3n	0,5	1<		
v2n	v4n	0,5	1<		
v2n	v5n	0,5	1<		
v2n	v6n	0,5	1<		
v3n	v4n	0,5	1<		
v3n	v5n	0,5	1<		
v3n	v6n	0,5	1<		
v4n	v5n	0,5	1<		
v4n	v6n	0,5	1<		
v5n	v6n	0,5	1<		
v2n	Ground	0,5	1<		
v3n	Ground	0,5	1<		
v4n	Ground	0,5	1<		
v5v	Ground	0,5	1<		
v6n	Ground	0,5	1<		

Voltage (V)			Measured Ratio						Ave. Error %
HV	LV	Nom .	V1-N	I <sub>o</sub> (mA)	V1-N	V1-N	V1-N	V1-N	
		Ratio	v2-n		v3-n	v4-n	v5-n	v6-n	
20000.000	148.000	135.135	135.542	87.000	135.467	135.360	135.509	135.449	0.244
20000.000	153.000	130.719	131.235	85.300					0.395
20000.000	159.000	125.786	126.292	83.600					0.402
20000.000	164.000	121.951	122.234	81.900					0.232
20000.000	170.000	117.647	117.784	80.500					0.116
20000.000	175.000	114.286	114.677	78.300					0.342
20000.000	180.000	111.111	110.821	77.000					-0.261
20000.000	186.000	107.527	107.512	75.600					-0.014
20000.000	191.000	104.712	104.840	74.500					0.122
20000.000	197.000	101.523	101.733	73.100					0.207
20000.000	202.000	99.010	99.095	72.000					0.086
20000.000	207.000	96.618	96.639	71.300					0.021
20000.000	213.000	93.897	94.262	70.500					0.389
20000.000	218.000	91.743	91.880	70.000					0.149
20000.000	224.000	89.286	89.608	69.500					0.361
20000.000	230.000	86.957	87.318	69.100					0.416
20000.000	235.000	85.106	85.431	68.500	85.414	85.205	85.644	85.547	0.401
20000.000	240.000	83.333	83.553	68.500					0.264
20000.000	245.000	81.633	81.685	68.800					0.064
20000.000	251.000	79.681	79.896	69.200					0.269
20000.000	256.000	78.125	78.328	69.700					0.259
20000.000	262.000	76.336	76.700	70.400					0.477
20000.000	267.000	74.906	74.886	71.200					-0.027
20000.000	272.000	73.529	73.590	72.100					0.082
20000.000	278.000	71.942	72.194	73.000					0.350
20000.000	283.000	70.671	70.679	74.100					0.011
20000.000	289.000	69.204	69.426	75.200					0.321
20000.000	294.000	68.027	68.190	76.600					0.239
20000.000	299.000	66.890	66.862	78.000					-0.041
20000.000	305.000	65.574	65.603	79.500					0.045
20000.000	310.000	64.516	64.463	80.900					-0.082
20000.000	316.000	63.291	63.472	82.500					0.286
20000.000	321.000	62.305	62.404	84.100	62.418	62.219	62.301	62.335	0.048

**تست تاثیرات دلتا بر روی ترانسفورماتور انجام شد  
زمانیکه با ولتاژ پایین انجام شد مشکلی نبود اما به  
محض اینکه ولتاژ را بالا بردیم نتیجه منفی بود و این  
مشکل مربوط به فشار قوی نسبت به بدنه بود .**

**اکتیو پارت دمونتاز شد و محل عیب تشخیص داده شد .  
یکی از انشعابات با توجه به ضعیف بودن ایزوله به بدنه  
چسبیده بود و تخلیه انجام می شد .**



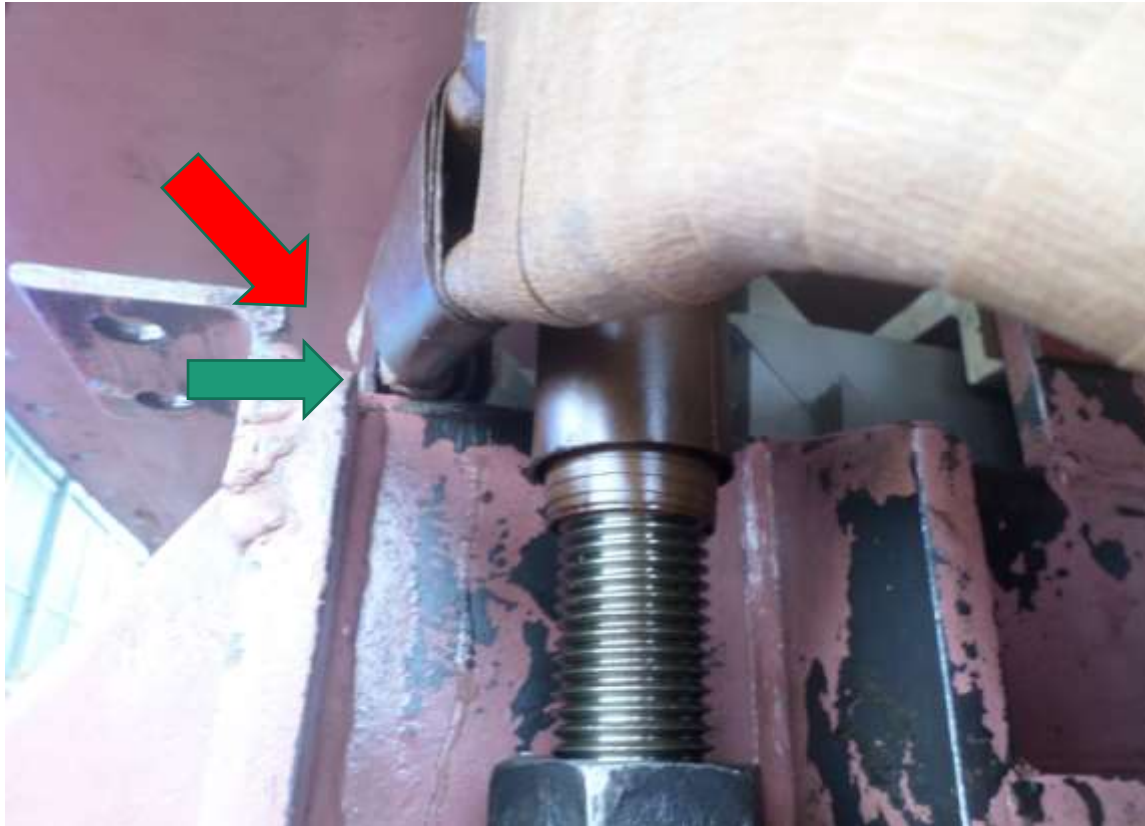
---

## در ابتدا بازدید از طریق دریچه ها انجام شد





## محل اتصال انشعاب به بدنه



## طرح اصلاحي



---

<b>MANUFACURER</b>	<b>IRAN TRANSFO</b>
<b>SERIAL NO</b>	<b>S1687042</b>
<b>TYPE</b>	<b>TSUN 6239</b>
<b>POWER</b>	<b>1600 KVA</b>
<b>NOMINAL VOLTAGE</b>	<b>6.6/0.42 KV</b>
<b>VECTOR GROUP</b>	<b>Dyn5</b>
<b>YEAR OF MANUFACTURER</b>	<b>2017</b>
<b>DATE OF TEST</b>	<b>2020-08-20</b>
<b>TEMPERATURE OF TEST</b>	<b>30°C</b>

<b>MANUFACURER</b>	<b>IRAN TRANSFO</b>
<b>SERIAL NO</b>	<b>S1687045</b>
<b>TYPE</b>	<b>TSUN 6239</b>
<b>POWER</b>	<b>1600 KVA</b>
<b>NOMINAL VOLTAGE</b>	<b>6.6/0.42 KV</b>
<b>VECTOR GROUP</b>	<b>Dyn5</b>
<b>YEAR OF MANUFACTURER</b>	<b>2017</b>
<b>DATE OF TEST</b>	<b>2020-08-20</b>
<b>TEMPERATURE OF TEST</b>	<b>20°C</b>

---

**انجام تست های اولیه در سایت :**

**نتایج میگر و تانژانت دلتا قابل قبول نبود**

# T1

Insulation resistance measurement :					
Sys1	Sys2	Meas.kv	Resistance(MΩ )		PI
			15sec.	60sec.	R( 60/15 )
HV	LV	۵	۶۷,۰۰	۷۲,۰۰	۱,۰۷
HV	Ground	۵	۶۱,۵۰	۵۸,۴۰	۰,۹۵
LV	Ground	۰,۵	۱۲,۰۰۰	۱۱,۵۰۰	۰,۹۵

## Measurement of Dissipation Factor (tan delta)

System	Mode	Voltage (kv)	Tan Delta t°C (%)	Tan Delta 20°C (%)	Current (mA)	Capacitance (nf)
HV/LV	UST	6.6	0.857	0.686	9.346	4.439
HV/Frame+E	GSTg	3.8	O.L	O.L	1.545	1.173
HV/LV+Frame+E	GST	3.8	O.L	O.L	6.962	5.612
LV/HV	UST	0.5	0.861	0.689	0.673	4.440
LV/Frame+E	GSTg	0.5	O.L	O.L	0.904	6.031
LV/HV+Frame+E	GST	0.5	O.L	O.L	1.593	10.472

O.L : OVER LIMIT (Measurement value more than allowed limit)

## T2

Insulation resistance measurement :					
Sys1	Sys2	Meas.kv	Resistance(MΩ )		PI
			15sec.	60sec.	R( 60/15 )
HV	LV	5	900	995	1.11
HV	Ground	5	675	746	1.11
LV	Ground	0.5	335	397	1.18

## Measurement of Dissipation Factor (tan delta)

System	Mode	Voltage (kV)	Tan Delta t°C (%)	Tan Delta 20°C (%)	Current (mA)	Capacitance (nf)
HV/LV	UST	6.6	0.837	0.837	9.996	4.814
HV/Frame+E	GSTg	3.8	1.463	1.463	1.429	1.174
HV/LV+Frame+E	GST	3.8	1.218	1.218	7.188	5.988
LV/HV	UST	0.5	0.832	0.832	0.663	4.813
LV/Frame+E	GSTg	0.5	0.990	0.990	0.910	6.516
LV/HV+Frame+E	GST	0.5	0.828	0.828	1.578	11.330



## دمونتاژ اکتیوپارت







**NOKIA | ZEISS**

## T1 : نتایج تست بعد از شستشو و خشک سازی

Insulation resistance measurement :					
Sys1	Sys2	Meas.kv	Resistance(GΩ )		PI
			15sec.	60sec.	R( 60/15 )
HV	LV	5	4.47	8.30	1.86
HV	Ground	5	6.41	9.32	1.45
LV	Ground	0.5	O.L	O.L	-

T = 20 °C

HV out put	V Test	C (Pf)	Tgδ(%)	Measured	Mode	Tgδ(%) at 20°C
	(KV)					
HV	5	4488.00	0.395	C2	USTA	0.395
HV	5	940.09	0.470	C3	GSTg-A+B	0.470
HV	5	5428.00	0.408	C2+C3	GSTgB	0.408
LV	0.5	4483.00	0.411	C2	USTA	0.411
LV	0.5	6187.00	0.602	C1	GSTg-A+B	0.602
LV	0.5	10669.00	0.522	C2+C1	GSTgB	0.522

## FDS Result

Name	CHL
Moisture in cellulose	1.8 %
Moisture category	dry
Moisture saturation	4.2 %
Bubbling inception temperature	159.0 °C
Compens. of aging by-products	yes
Oil conductivity	3.6 pS/m
Oil conductivity @ 20°C	3.6 pS/m
Oil category	good
Max. stop frequency reached	yes

Channel	CH1
Capacitance @ 50 Hz	4.469 nF
Capacitance @ 60 Hz	4.467 nF
Tan $\delta$ / power factor @ 50 Hz	0.40 % / 0.40 %
Tan $\delta$ / power factor @ 60 Hz	0.39 % / 0.39 %
C (10 mHz) / C (50 Hz)	1.362
Barriers (X)	19 %
Spacers (Y)	40 %
Polarization index	3.678
DAR	1.449



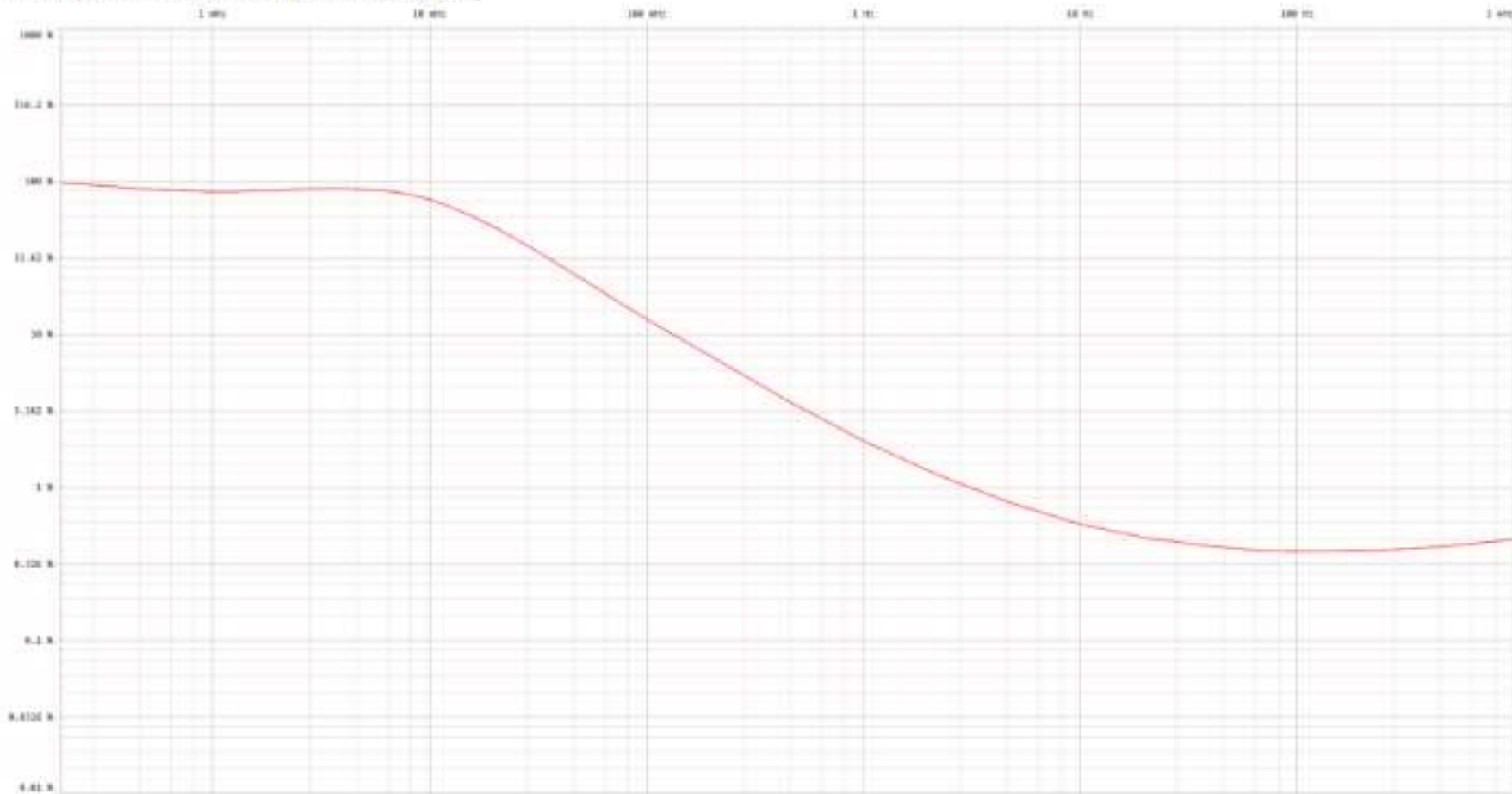
### Moisture categories

dry	< 2.2 %
moderately wet	$\geq 2.2$ % and < 3.7 %
wet	$\geq 3.7$ % and < 4.8 %
extremely wet	$\geq 4.8$ %

### Oil categories

very good	< 3 pS/m
good	$\geq 3$ pS/m and < 20 pS/m
satisfactory	$\geq 20$ pS/m and < 57 pS/m
unsatisfactory	$\geq 57$ pS/m

Chart (DissipationFactor [%] / Frequency [Hz])



T2

Insulation resistance measurement :					
Sys1	Sys2	Meas.kv	Resistance(GΩ )		PI
			15sec.	60sec.	R( 60/15 )
HV	LV	5	4.70	9.23	1.96
HV	Ground	5	5.80	8.71	1.50
LV	Ground	0.5	O.L	O.L	-



T = 20 °C						
HV out put	V Test	C (Pf)	Tgδ(%)	Measured	Mode	Tgδ(%) at 20°C
	(KV)					
HV	10	4489.00	0.364	C2	USTA	0.364
HV	10	921.36	0.352	C3	GSTg-A+B	0.352
HV	10	5411.00	0.362	C2+C3	GSTgB	0.362
LV	10	4483.00	0.380	C2	USTA	0.380
LV	10	5954.00	0.548	C1	GSTg-A+B	0.548
LV	10	10437.00	0.476	C2+C1	GSTgB	0.476

## Measurements

Name	CHL
Moisture in cellulose	1.8 %
Moisture category	dry
Moisture saturation	4.2 %
Bubbling inception temperature	159.0 °C
Compens. of aging by-products	yes
Oil conductivity	4.2 pS/m
Oil conductivity @ 20°C	4.2 pS/m
Oil category	good
Max. stop frequency reached	yes

Channel	CH1
Capacitance @ 50 Hz	4.469 nF
Capacitance @ 60 Hz	4.467 nF
Tan $\delta$ / power factor @ 50 Hz	0.38 % / 0.38 %
Tan $\delta$ / power factor @ 60 Hz	0.37 % / 0.37 %
C (10 mHz) / C (50 Hz)	1.437
Barriers (X)	19 %
Spacers (Y)	40 %
Polarization index	4.046
DAR	1.512

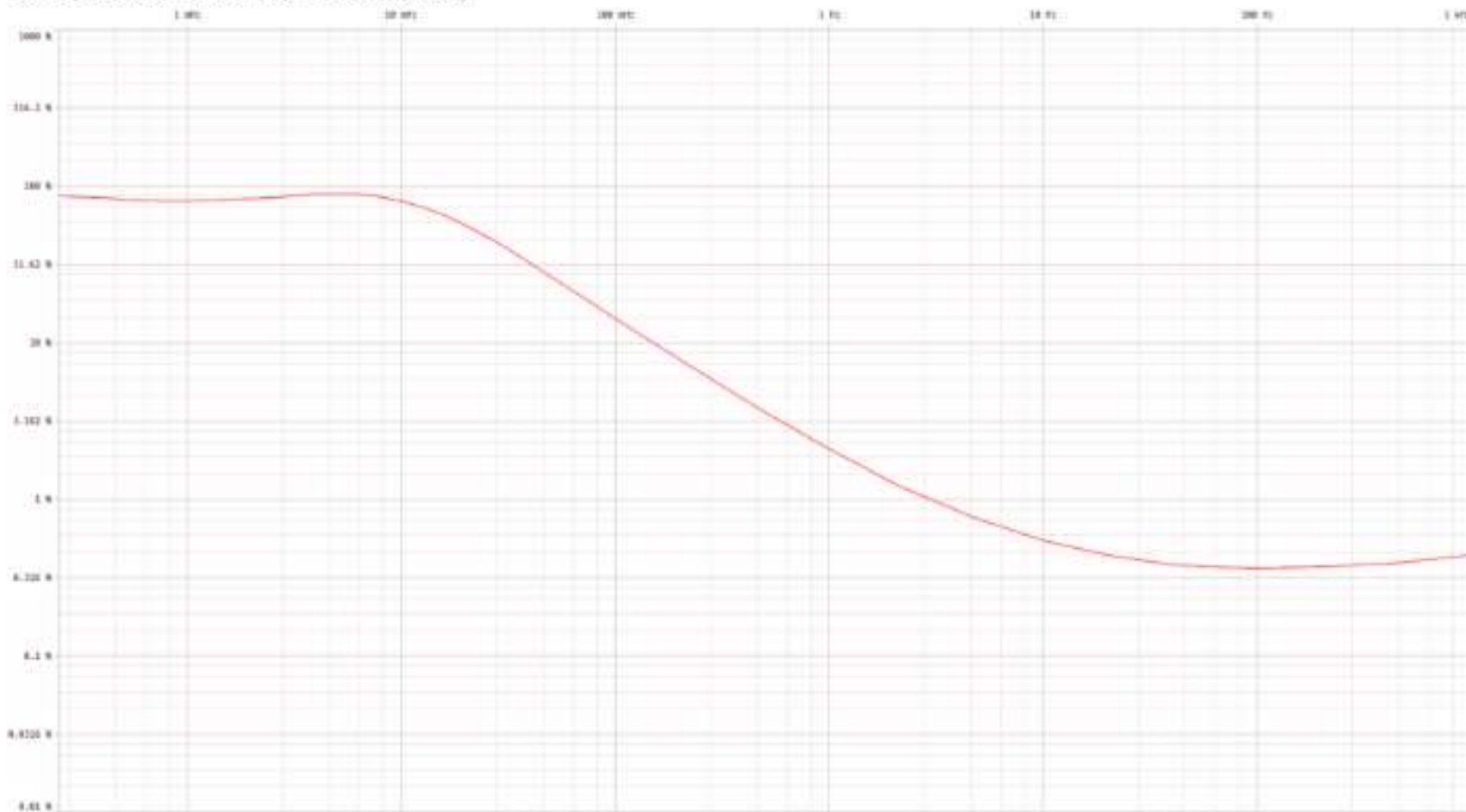
### Moisture categories

dry	< 2.2 %
moderately wet	≥ 2.2 % and < 3.7 %
wet	≥ 3.7 % and < 4.8 %
extremely wet	≥ 4.8 %

### Oil categories

very good	< 3 pS/m
good	≥ 3 pS/m and < 20 pS/m
satisfactory	≥ 20 pS/m and < 57 pS/m
unsatisfactory	≥ 57 pS/m

Chart (DissipationFactor [%] / Frequency [Hz])

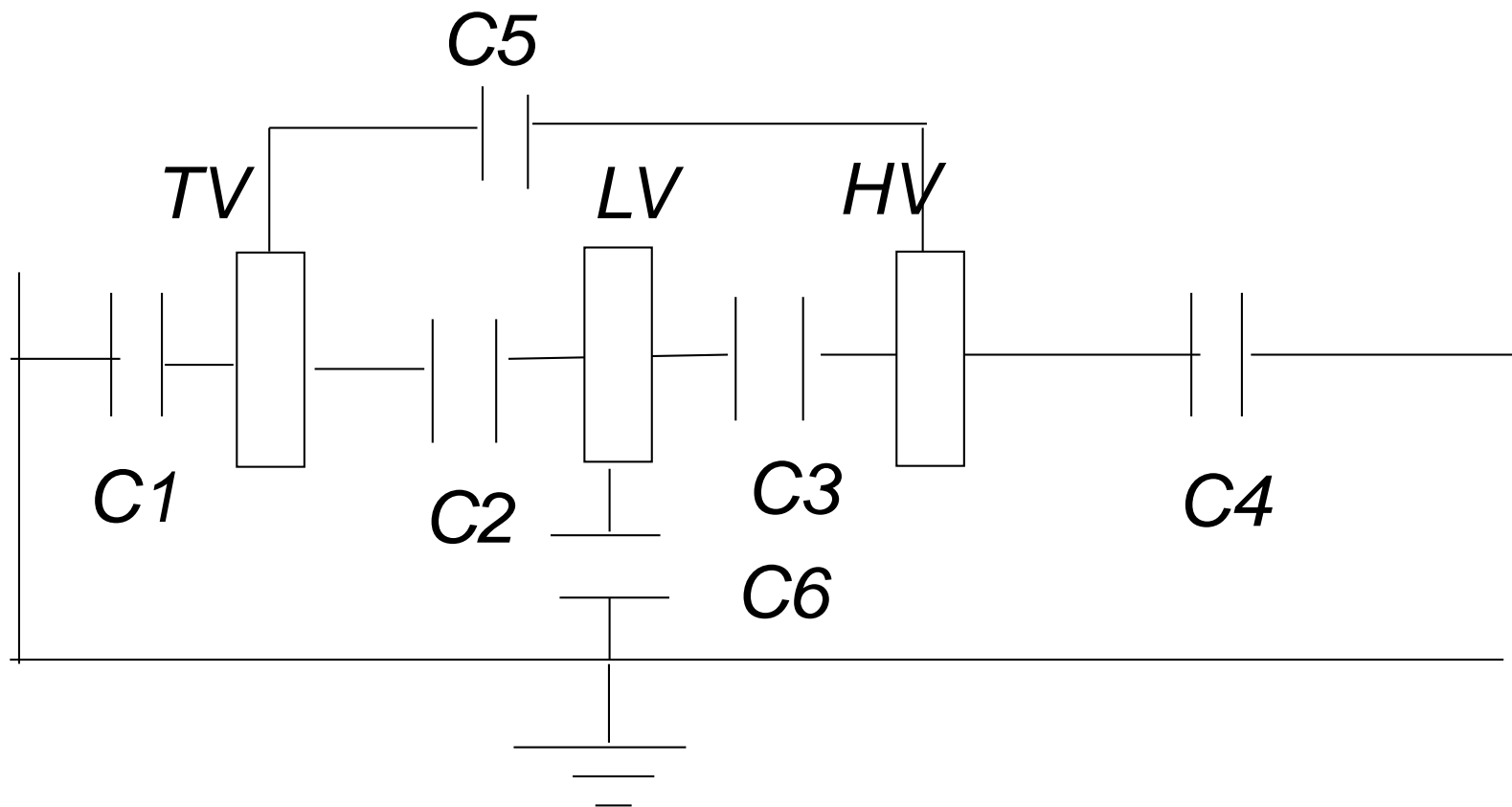


---

## Transformer properties :

Serial - No:Unit Transformer			Project :20/6.9-6.9kv-40000KVA		
Customer :Shazand Power Plant					

HV out put	V Test	C (Pf)	Tgδ(%)	Measured	Mode	Tgδ(%) at 20°C
	(KV)					
HV	10	5265.34	0.247	C3	USTA	0.308375
	10	5137.57	0.245	C5	USTB	0.305875
	10	2030.72	0.216	C4	GSTg-A+B	0.26975
	10	12433.40	0.241	C3+C5+C4	GST	0.301125
LV1	5	5266.94	0.246	C3	USTA	0.307375
	5	588.39	1.380	C2	USTB	1.725
	5	3748.91	0.333	C6	GSTg-A+B	0.41675
	5	9601.6	0.350	C3+C2+C6	GST	0.4375
LV2	5	5139.27	0.244	C5	USTA	0.30475
	5	588.37	1.385	C2	USTB	1.731625
	5	3493.22	0.337	C1	GSTg-A+B	0.421125
	5	9218.57	0.352	C1+C2+C5	GST	0.439875
Bushing 1U	10	–	–	C	USTA	–
Bushing 1V	10	–	–	C	USTA	–
Bushing 1W	10	–	–	C	USTA	–



**مقدار تاثرات دلتای فشار ضعیف نسبت به سیم پیچ سوم**

**زیاد می باشد**

---

مقایسه نتایج اندازه گیری با نتایج کارخانه ای:

$$0.241 = Tg\delta(\%) \text{ و } C3+C5+C4=12433.4 \text{ (نتایج اندازه گیری)}$$

$$0.2 = Tg\delta(\%) \text{ و } C3+C5+C4=12170 \text{ (نتایج کارخانه ای)}$$

$$0.35 = Tg\delta(\%) \text{ و } C3+C2+C6=9601.6 \text{ (1)}$$

$$0.34 = Tg\delta(\%) \text{ و } C3+C2+C6=9200$$

$$0.352 = Tg\delta(\%) \text{ و } C1+C2+C5=9218.57 \text{ (1)}$$

$$0.34 = Tg\delta(\%) \text{ و } C1+C2+C5=8938$$



# بوشینگ های خازنی :

## OIP Bushing 420 kV





## انواع پوشینگ ها :

**OIP: Oil Impregnated Paper**

**RIP : Resin Impregnated Paper**

**RBP : Resin Banded Paper**

## Condenser graded insulating Body (Core)



START 1913

RBP-production was **shut down** at HSP in 1974. Some manufacturers do still hold on for this technology.



SINCE 1950

The technology of resin and of oil impregnated paper bushings at HSP is established since more than 40 years

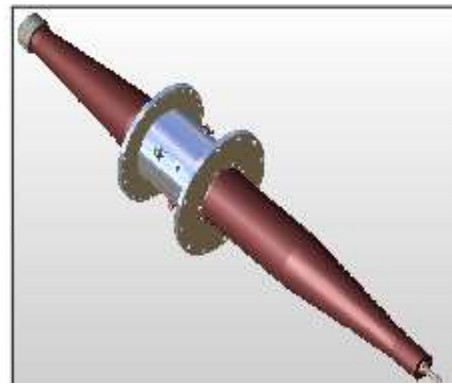
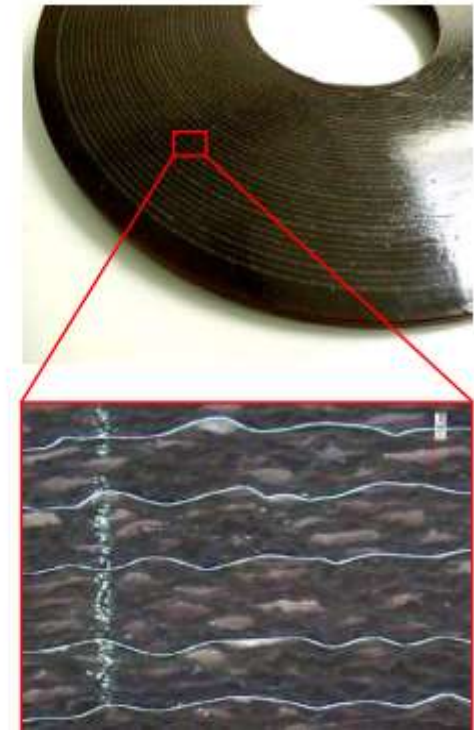


SINCE 1960

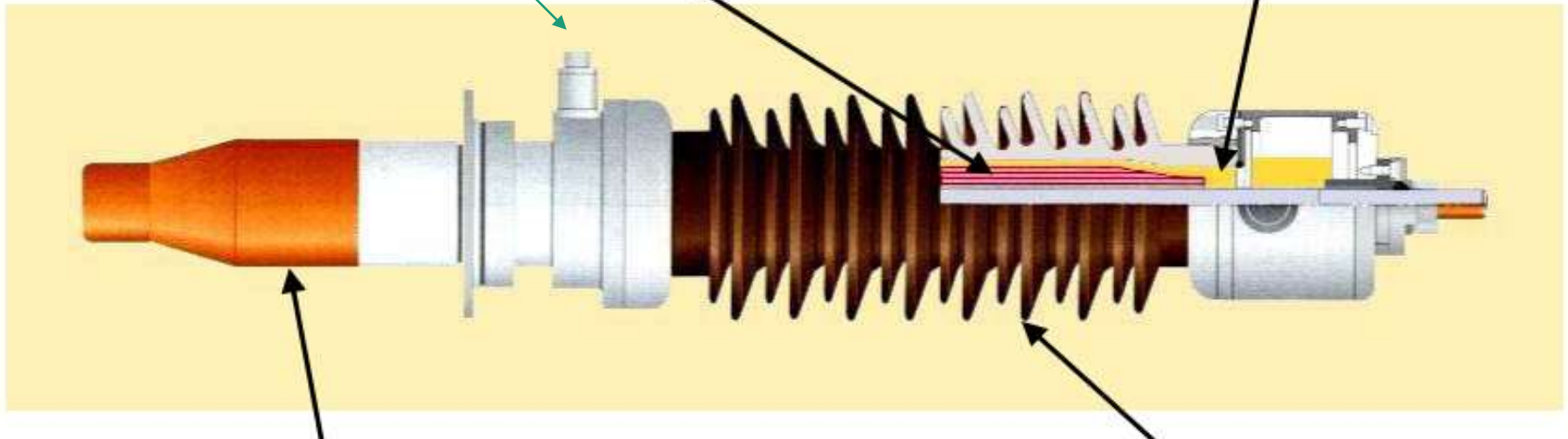
- Insulating paper, e.g. cable paper, dried under temperature and vacuum and impregnated with insulating oil.
- Advantages:
  - No partial discharge during whole lifetime.
  - Good ageing experiences.
  - Lower production costs (compared with RIP)
- Disadvantages:
  - Needs complete housing.
  - Core may drop into the transformer if housing is damaged.
  - Inflammable
  - max. temperature  $105^{\circ}$  C



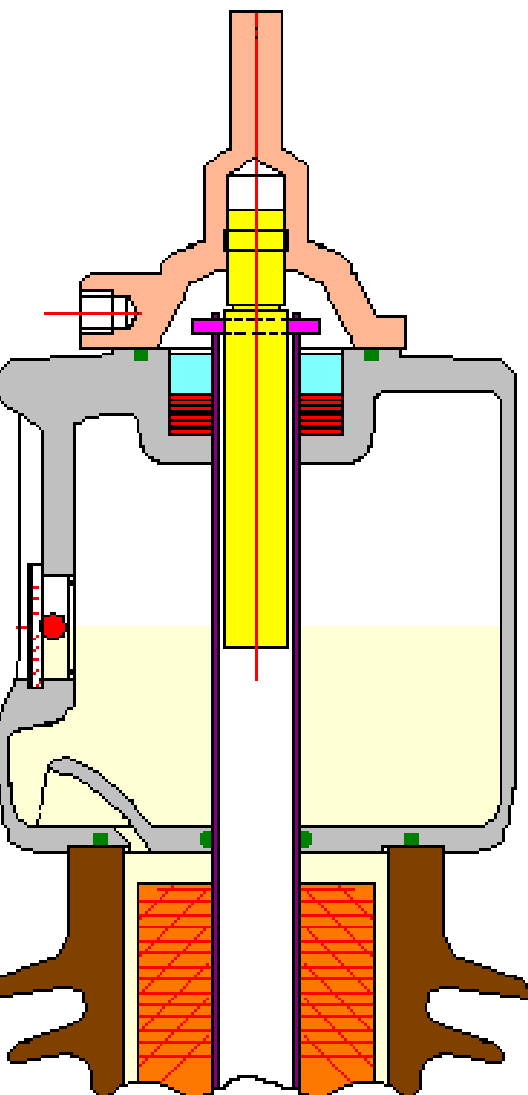
- Creped insulating paper, dried under temperature and vacuum, impregnated under vacuum with epoxy resin.
- Advantages:
  - No partial discharge during whole lifetime.
  - Excellent ageing experience.
  - No housing for oil end necessary.
  - Secondary insulation: Dry material filler
  - operates with damaged housing temporarily
  - non-inflammable
  - max. temperature  $120^{\circ}$  C
- Disadvantages:
  - higher production costs



Test tap

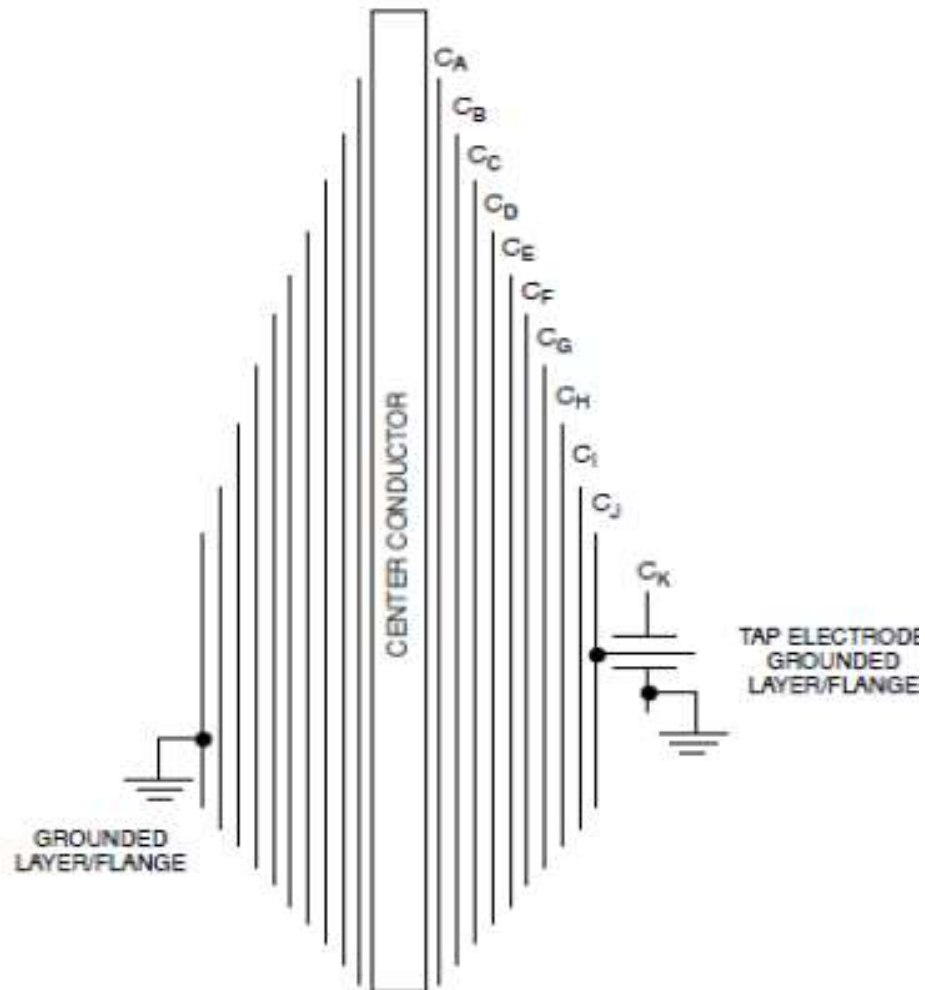






Minimum oil level

Oil paper insulation





# **Bushing Diagnostic**

**Four methods to control  
OIP bushings  
during lifetime.**

---



# **Bushing Diagnostic**

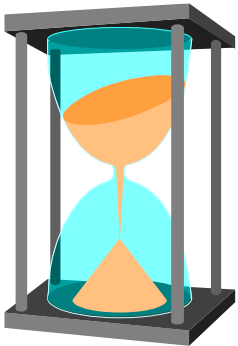
- 1- Visual check**
  - 2- Thermovision**
  - 3- Dissolved Gas Analysis & oil measurement**
  - 4- Capacitance, Tan delta, PD**
-

# Bushing Diagnostic

## Mandatory visual check

check of oil level or oil leakages

check of pollution on the porcelaine



**Recommended Timing:**

**Every Year**

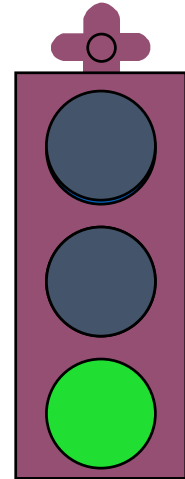
# Bushing Diagnostic



## Visual Check (Evaluation)

Oil level in all 3 phases  $>$  min

No oil leakages





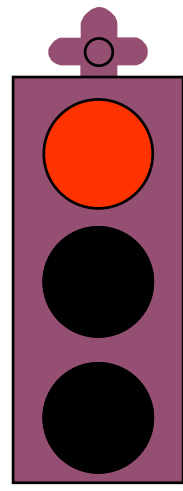
# Bushing Diagnostic



Visual Check

Oil level below min

If any oil leakages detected

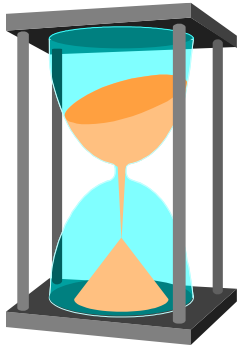


**Should be investigated**



# Bushing Diagnostic

Thermovision: of top terminals



**Recommended Timing:**

**Every Year**

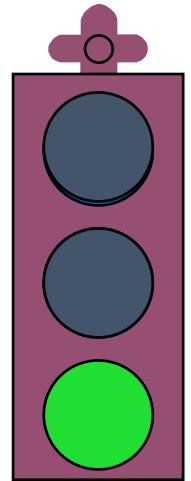


# Bushing Diagnostic

Thermo Vision (Evaluation)

temperature  $\leq 70$  °C

same picture on the 3 phases



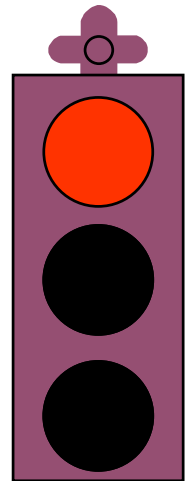
# Bushing Diagnostic

## Thermo Vision (Evaluation)

Temperature  $\geq 90$  °C

1 phase much different

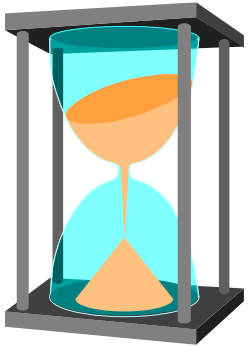
**Improve connection**



# Bushing Diagnostic

DGA

Oil Measurement



**Recommended Timing:**

**after special events**

**every 10 years in service**



# Dissolved Gas Analysis

Used to detect faults in oil filled equipment Sample of oil taken, preferably in closed system and analysis by gas chromatograph Detects  $C_nH_n$  CO and  $CO_2$

Particular gases produced by effects of discharge or heat on oil or paper Guidance on interpretation given by IEC 61464 1998

---



# IEC 61464 1998

## **Guide for interpretation of DGA for OIP bushings Defines**

significant gases generated in bushings

significant concentrations of key gases

### **Advises**

method of interpretation of analysis actions to be taken

---



## Gases Generated

Most 'fault' gases produced at low concentrations  
*by normal ageing*

*Hydrogen and C<sub>n</sub>H<sub>n</sub> produced by electrical activity*

*Increasing energy/temperature, up to several  
hundred °C, produces higher gas*

*(Hydrogen -Methane-Ethane-Ethylene-Acetylene)*

*Carbon Monoxide and Carbon Dioxide produced by  
heated paper*

---

# Typical Faults in Bushings

Case	Fault	Gases	Example
1	Partial discharge (low energy)	Hydrogen (H <sub>2</sub> ) Methane (CH <sub>4</sub> )	Cavity, incomplete impregnation, high moisture
2	Partial discharge (high energy)	Ethylene (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) Acetylene (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	Sparking in oil
3	Transient discharge	Hydrogen (H <sub>2</sub> ) Acetylene (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	Floating potential
4	Thermal fault <150°C	Methane (CH <sub>4</sub> ) Ethane (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	Overheating in oil
5	Thermal fault >150°C	Carbon Monoxide (CO) Carbon Dioxide (CO <sub>2</sub> )	Overheating in paper

---

# Bushing Diagnostic

## DGA

H<sub>2</sub> < 140 ppm

CO < 1000 ppm

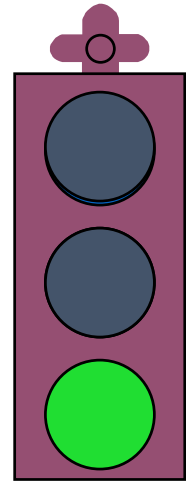
CO<sub>2</sub> < 3400 ppm

CH<sub>4</sub> < 40 ppm

C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> < 70 ppm

C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> < 30 ppm

C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> < 2 ppm





# Bushing Diagnostic

## DGA

H<sub>2</sub> > 1000 ppm

CO > 1500 ppm

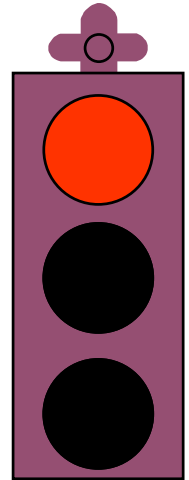
CO<sub>2</sub> > 5000 ppm

CH<sub>4</sub> > 75 ppm

C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> > 100 ppm

C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> > 40 ppm

C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> > 10 ppm



**Contact Trench**

# Bushing Diagnostic

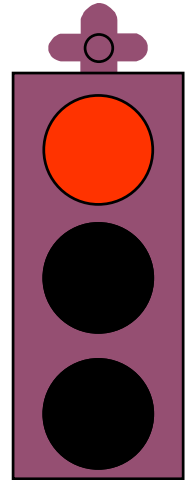
## Oil measurement

on sample in laboratory

1- tan delta at 90°C IEC 250

2- breakdown voltage IEC 156

3- water content IEC 814



**Recommended Timing:**

**Every 10 Year**

---

## ❖ تست های مربوط به بوشینگ

Water ❖  
content  
Acidity ❖  
DDF ❖  
GC ❖  
IFT ❖

تست های روغن

FDS



■ تست تاثرات دلتا

**Table 6—C1 or C power factor and capacitance limits**

Type of construction	C1 or C power factor and capacitance		
	Power factor <sup>a</sup>		Capacitance
	Limit (%)	Acceptable change <sup>b</sup>	Acceptable change (%) <sup>c</sup>
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4
Oil-impregnated, paper-insulated	0.50	+0.02/-0.04	±1.0
Resin-impregnated, paper-insulated	0.85	±0.04	±1.0
Resin-bonded, paper-insulated	2.00	±0.08	±1.0
Cast insulation	1.00	±0.04	±1.0
Solid	N/A <sup>d</sup>	—	—

**Table 8 – Maximum values of  $\tan \delta$  and  $\tan \delta$  increase (see 9.1)**

Type of bushing insulation	Maximum value of $\tan \delta$	
	Value at $1,05 U_m / \sqrt{3}$	Increase between $1,05 U_m / \sqrt{3}$ and $U_m^a$
Oil-impregnated paper	0,007	0,001
Resin-impregnated paper	0,007	0,001
Resin-bonded paper	0,015	0,004
Gas impregnated film	0,005	0,001
Gas	0,005	0,001
Cast or moulded resin	0,015	0,004
Combined		<sup>b</sup>
Other		<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Not applicable to bushings where  $U_m \leq 36$  kV.

<sup>b</sup> The supplier shall indicate the values.

Type	RIP	OIP	RBP
Main insulation	Resin impregnated paper	Oil impregnated paper	Resin bonded paper
DF tan $\delta$ (RT) (IEC 60137)	< 0,7% *	< 0,7% *	< 1,5% *
PF cos $\varphi$ (RT) IEEE C57.19.01	< 0,85% *	< 0,5% *	< 2% *
Typical new values	0.3-0.4% *	0.2-0.4% *	0.5-0.6% *
PD (IEC 60137) Um 1.5 Um/ $\sqrt{3}$ 1.05 Um/ $\sqrt{3}$	< 10pC < 5cC < 5pC	< 10pC < 5pC < 5pC	< 300pC

**Table 2. Correction factors for tan  $\delta$ .**

Range °C	Correction to 20°C OIP	Correction to 20°C RIP
0-2	0.80	0.76
3-7	0.85	0.81
8-12	0.90	0.87
13-17	0.95	0.93
18-22	1.00	1.00
23-27	1.05	1.07
28-32	1.10	1.14
33-37	1.15	1.21
38-42	1.20	1.27
43-47	1.25	1.33
48-52	1.30	1.37
53-57	1.34	1.41
58-62	1.35	1.43
63-67	1.35	1.43
68-72	1.30	1.42
73-77	1.25	1.39
78-82	1.20	1.35
83-87	1.10	1.29

*Example2:Transformer Spec.:63/20 kV, 30 MVA, YNd11*

*Problem: increase of  $Tg\delta$  with voltage variation at C3 (between HV and tank)  
(Table 1)*

HV out put	Test voltage (kV)	C ( pf )	$Tg\delta$ ( $T= 4^{\circ}C$ )	Mode	Measured	Connections
HV	10	7446	0.0014	USTA	C2	input A to LV
HV	2	2742	0.0018	GSTgA+B	C3	input A to LV
	4	2745	0.0030			
	8	2755	0.0053			
	10	2764	0.0076			
	12	2774	0.0098			
LV	8	7444	0.0013	USTA	C2	input A to HV
	10	7439	0.0009			
	4	8197	0.0027	GSTgA+B	C1	
	10	8207	0.0034			

*Investigation: measurement some oil parameters of main tank and OLTC according table 2.*



O.L.T.C OIL	
Tgδ at 90 °C	0.38
B.D.V (KV/2.5 mm)	75
Water content (ppm)	8.2



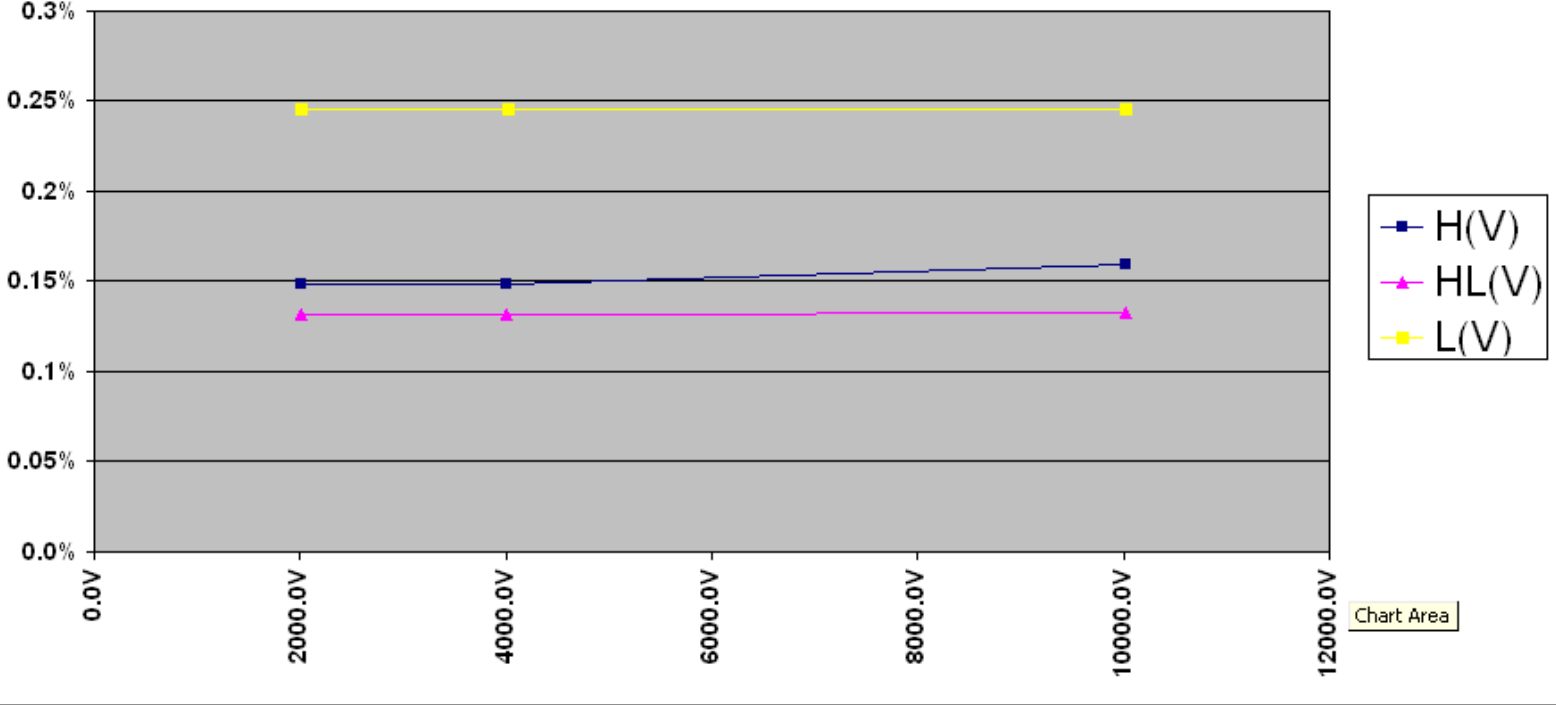
*O.L.T.C oil replaced with new oil  
And  
Main Tank oil reconditioned*

	O.L.T.C OIL	Main tank OIL
Tgδ at 90 °C	0.00115	0.00140
B.D.V (KV/2.5 mm)	81	79
Water content (ppm)	3.8	4.0

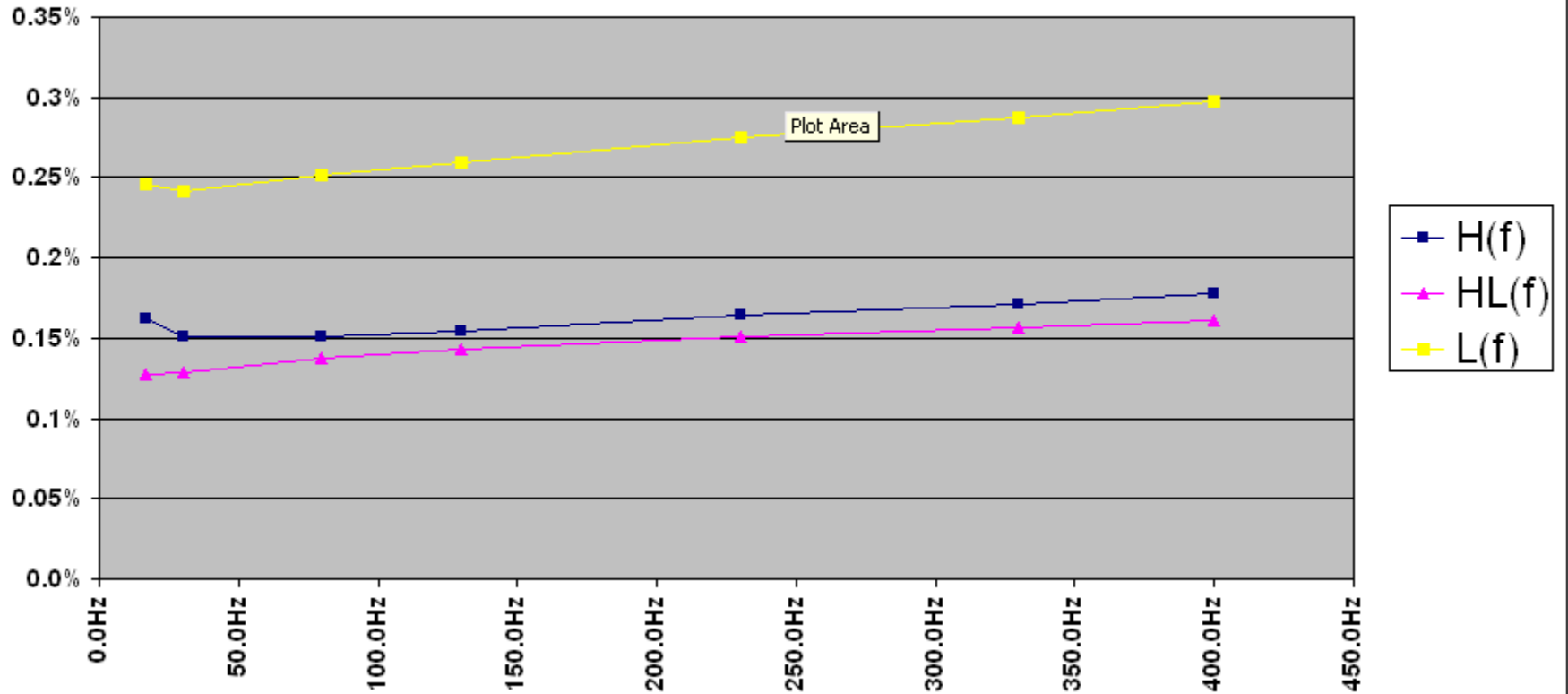
HV out put	Test voltage (kV)	C ( pf )	$Tg\delta$ ( $T=4^{\circ}C$ )	Mode	Measured	Connections
HV	10	7457	0.0022	USTA	C2	input A to LV
HV	2	2728	0.0012	GSTgA+B	C3	input A to LV
	4	2728	0.0016			
	6	2728	0.0018			
	8	2728	0.0019			
	10	2728	0.0019			
	12	2727	0.0020			
LV	10	7456	0.0023	USTA	C2	input A to HV
	10	8192	0.0026	GSTgA+B	C1	

Example3:Transformer Spec.: 132/33 kV, 90 MVA,

DF (V) H, HL, L



## DF (f) H, HL, L



# Water in the Transformer

*Most of the water is contained in the cellulose!*

*More important to measure the water content in paper than oil!*

*Mass of the oil:*

*100,000 kg = 220,000 Lbs*

*Water content at 60 °C:*

*40 ppm*

*Mass of the water, dissolved in the  
oil:*

**4 kg**

*Mass of the solid insulation:*

*13,000 kg = 20,000 Lbs*

*Water content at 60 °C:*

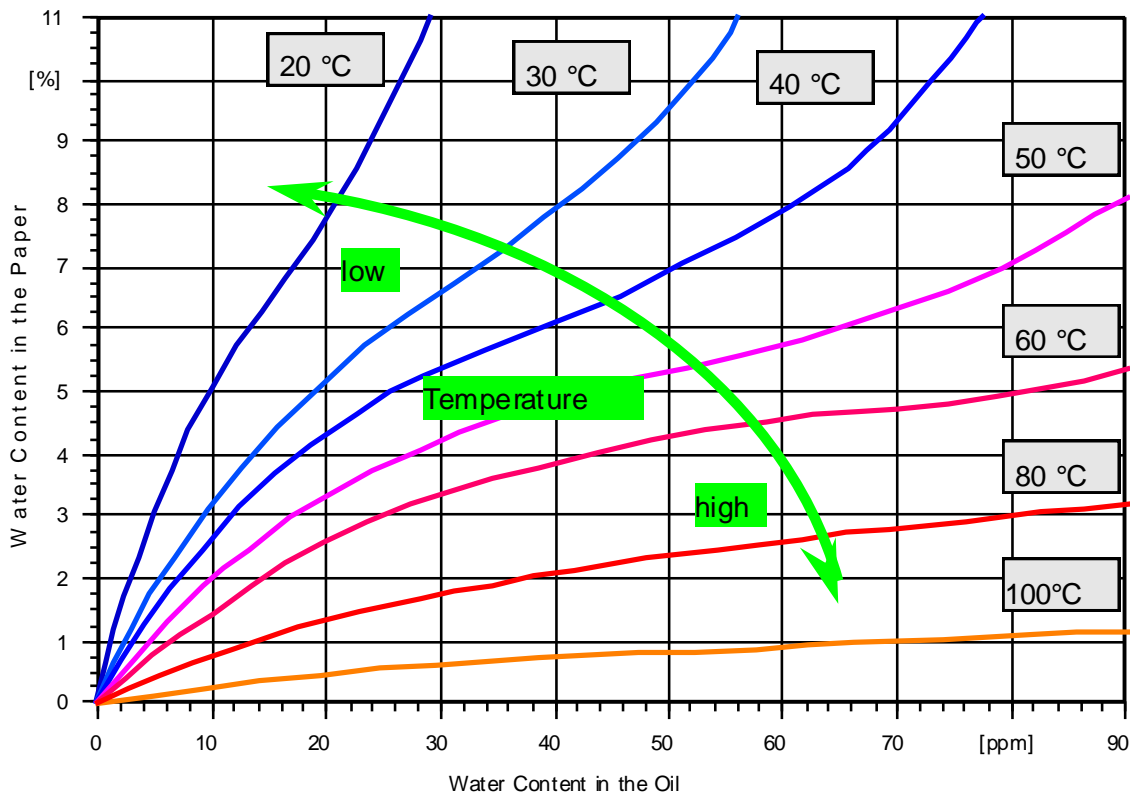
*4 %*

*Mass of the water contained in the  
paper:*

**520 kg**

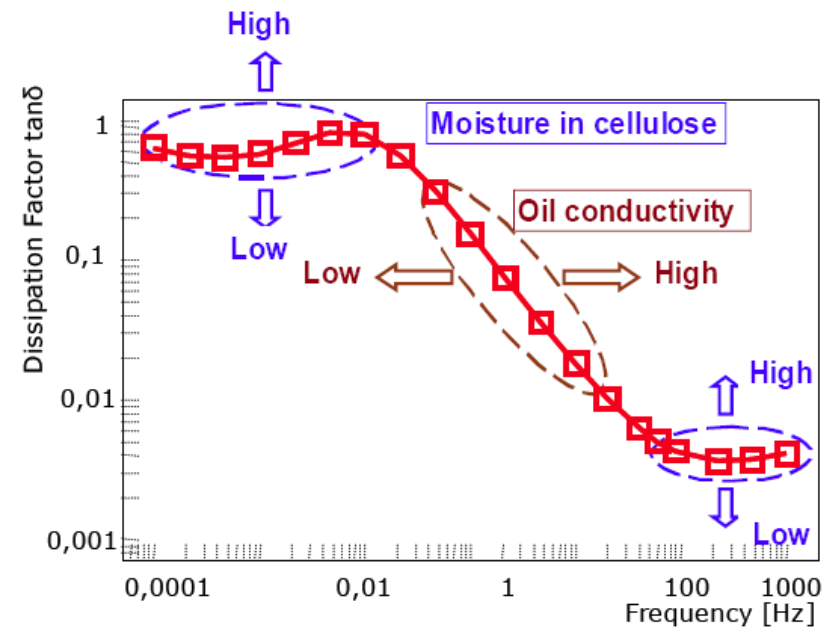
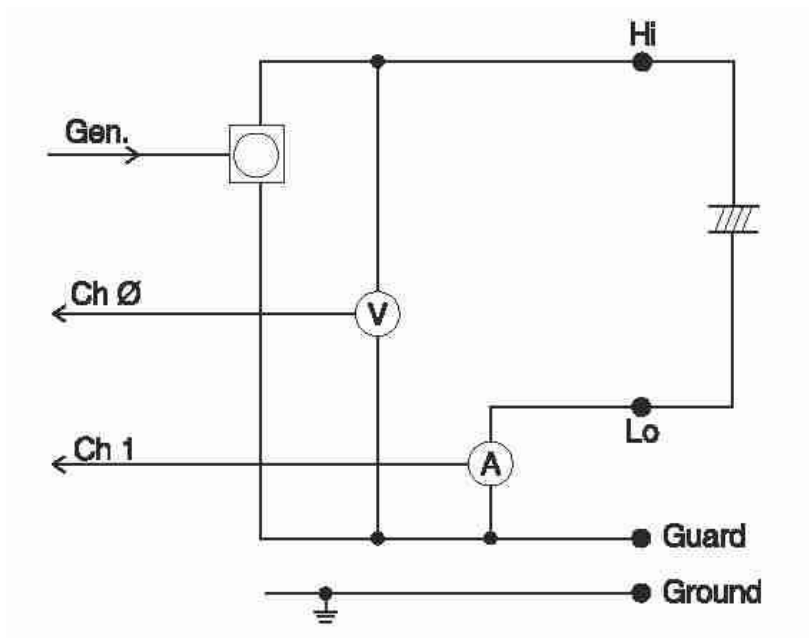
# Determination of the Water Content in Paper

## [Karl Fischer Titration and Equilibrium Curves]



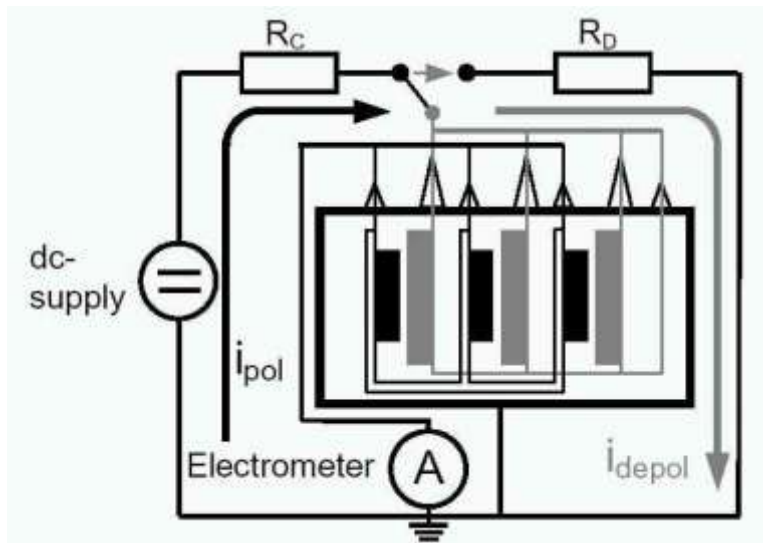
- Curves are only valid for new oil and new paper, for aged oil/paper different curves are necessary
- Oil sampling is critical (round robin tests)
- Balance between water content in the paper and in oil needs constant temperatures over a long period
- Only average measurement

# Frequency Domain Spectroscopy (FDS)

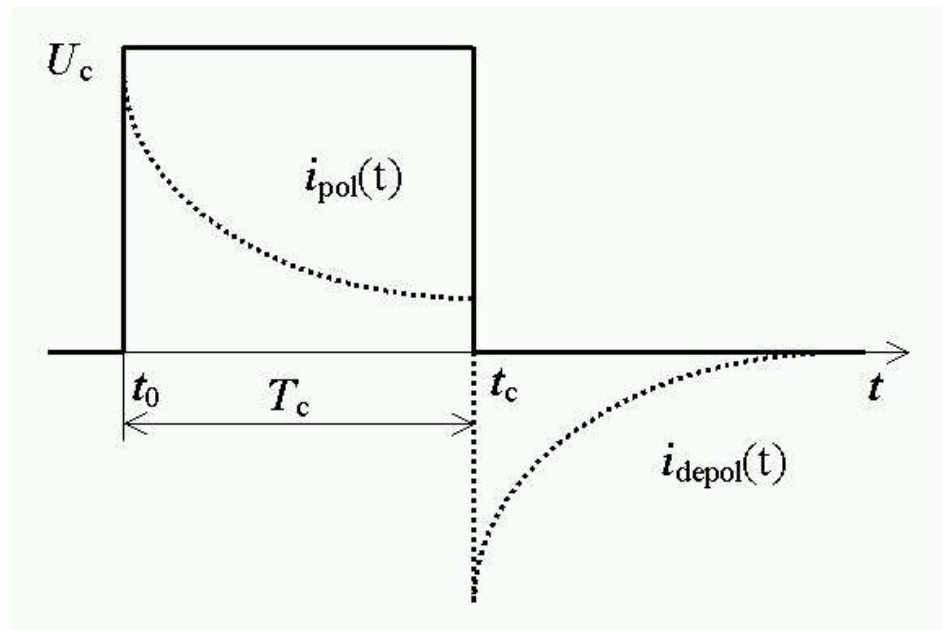


# PDC Analyse

Polarisation-Depolarisation-Current



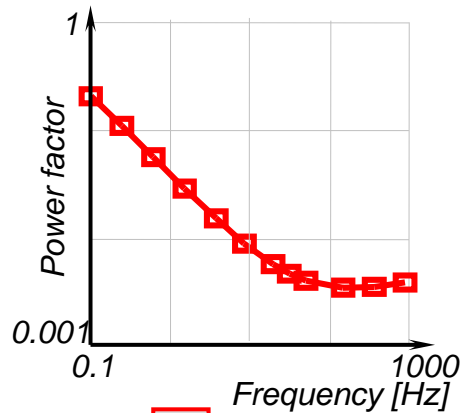
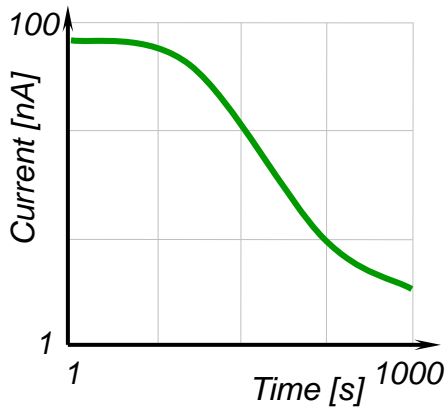
Principle



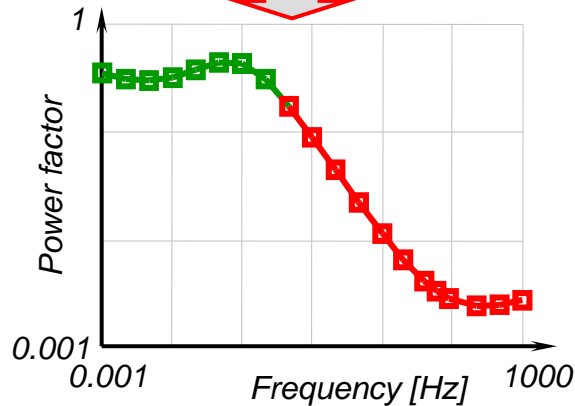
Current =  $i(t)$



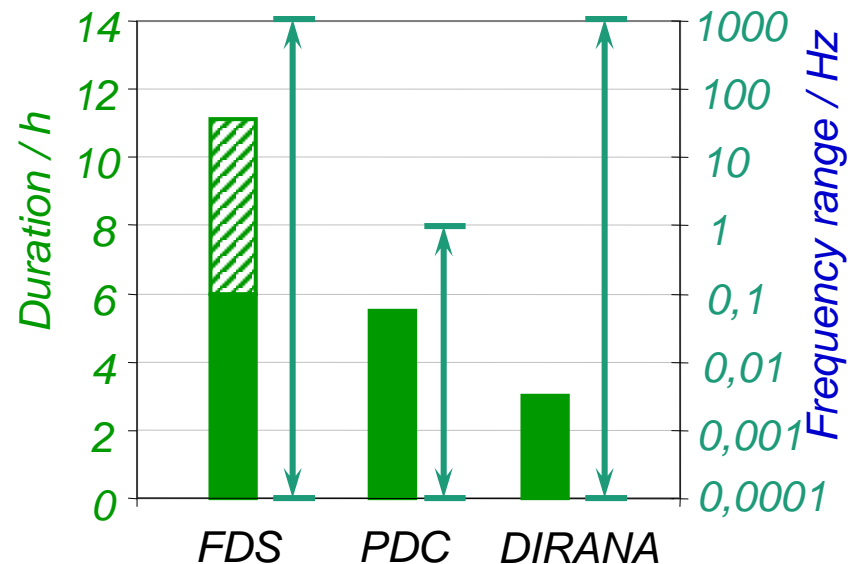
# Combination of Time and Frequency Domain



Transformation

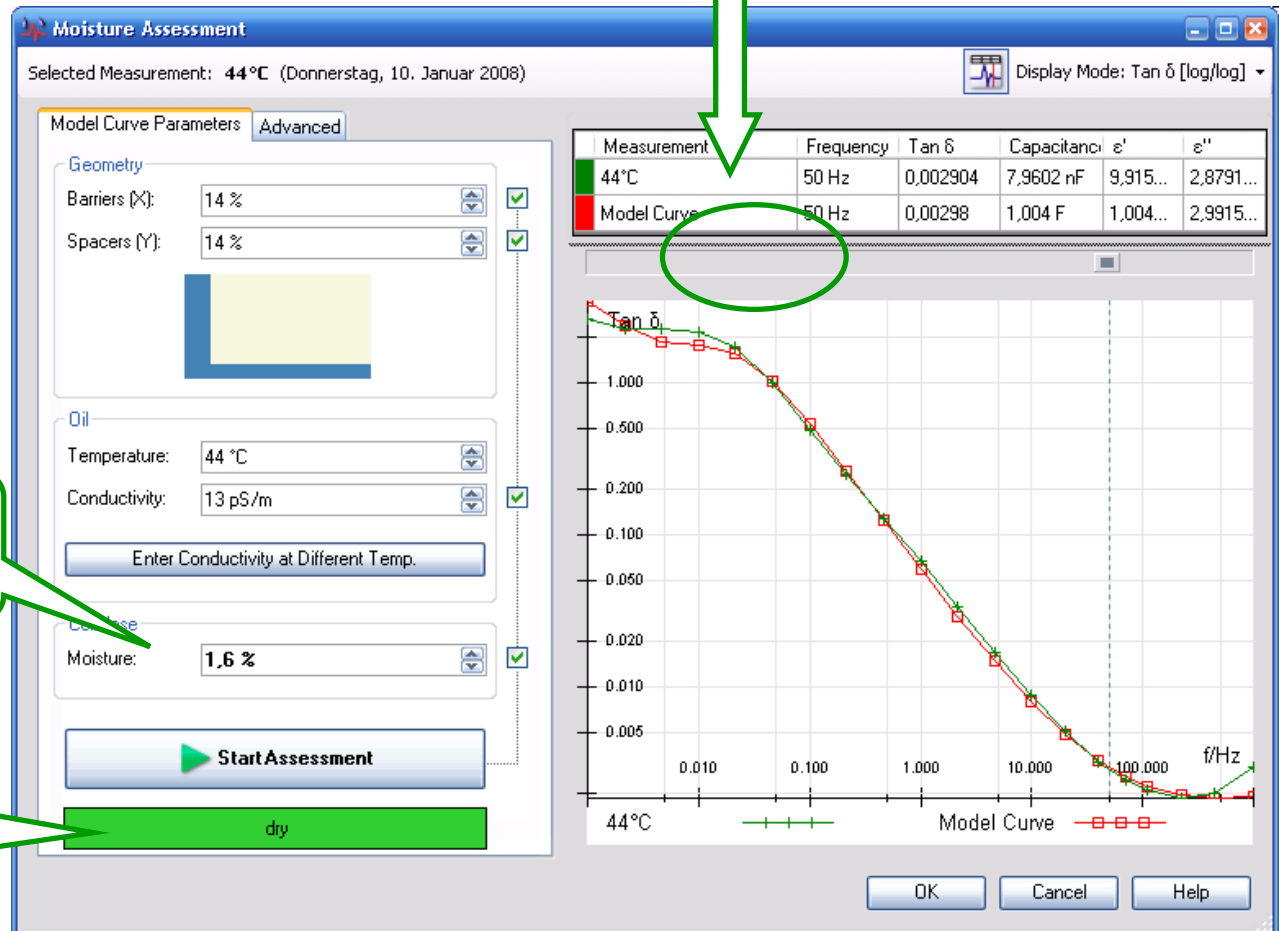


- Combined measurement
- $f > 0.1$  Hz frequency domain
- $f < 1$  Hz time domain
- → 22 min for 1 kHz - 1 mHz
- → 2:50 h for 1 kHz - 0.1 mHz



# Moisture Assessment

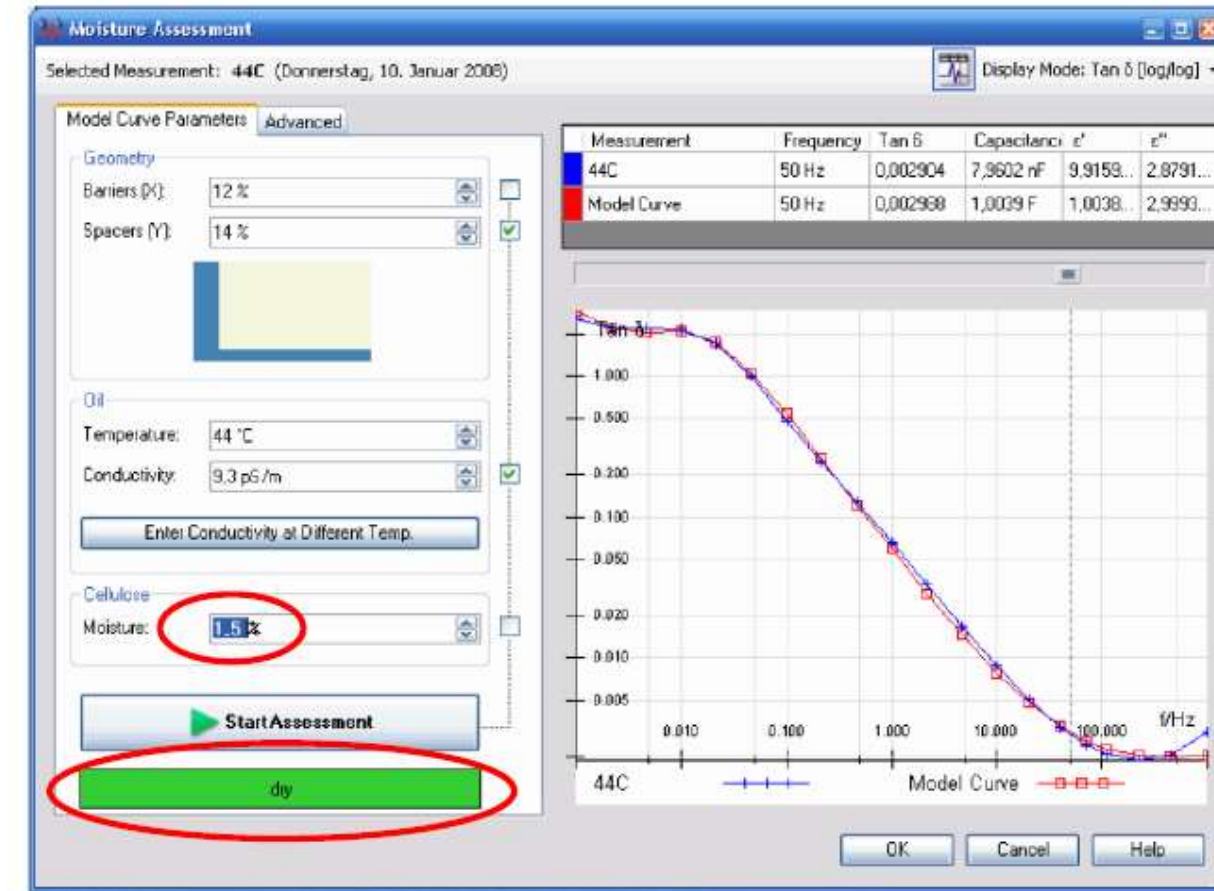
Observe fitting  
left of the hump



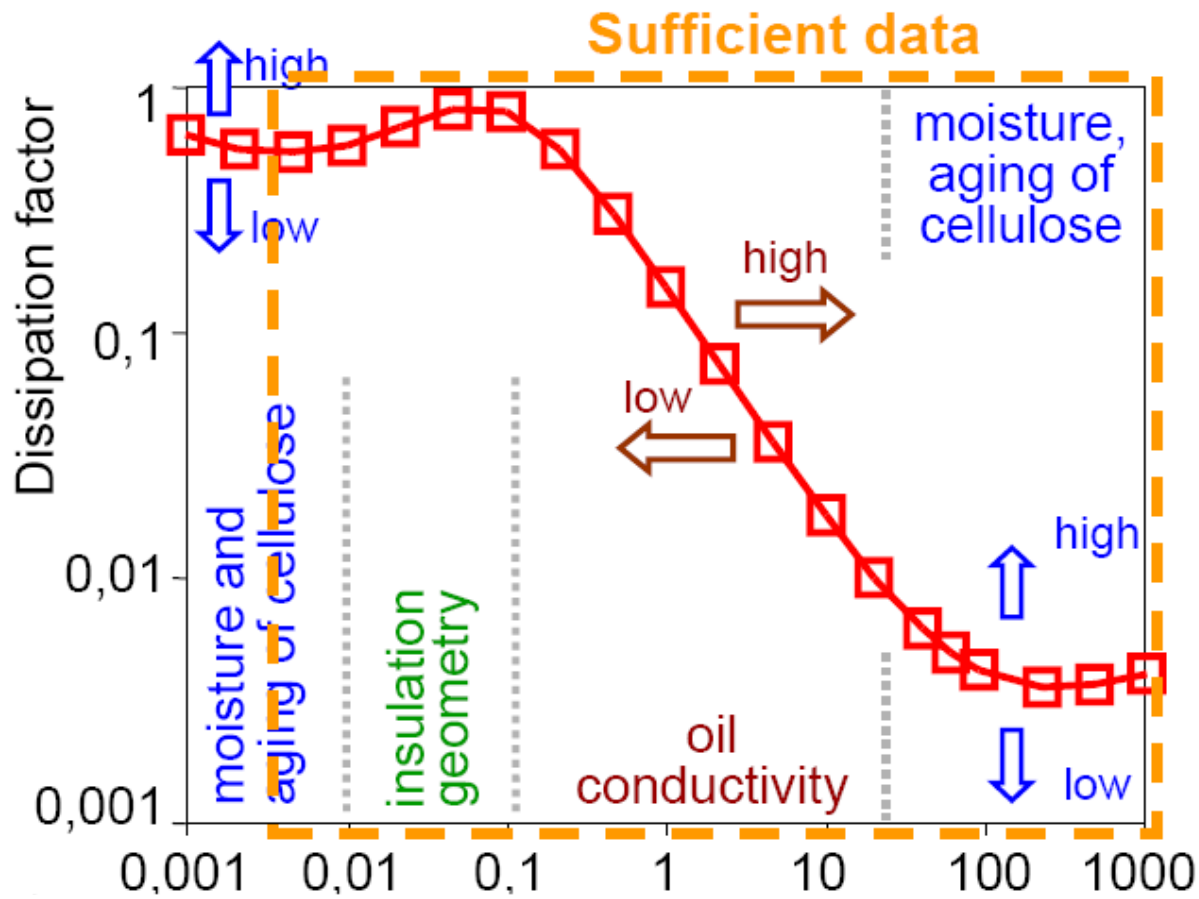
Result:  
Moisture content

Assessment by  
IEC 60422

# FDS: FREQUENCY Domain Test



# FDS: FREQUENCY Domain Test



### Moisture categories

dry	$< 2/2 \%$
moderately wet	$\geq 2/2 \%$ and $< 3/7 \%$
wet	$\geq 3/7 \%$ and $< 4/8 \%$
extremely wet	$\geq 4/8 \%$

## نتایج تست بعد از پروسه خشک سازی توسط مشتری

Name	CHL
Moisture in cellulose	3/1 %
Moisture category	moderately wet
Moisture saturation	13/8 %
Bubbling inception temperature	138 °C
Compens. of aging by-products	yes
Oil conductivity	8/6 pS/m
Oil conductivity @ 20°C	10/6 pS/m
Oil category	good
Max. stop frequency reached	yes

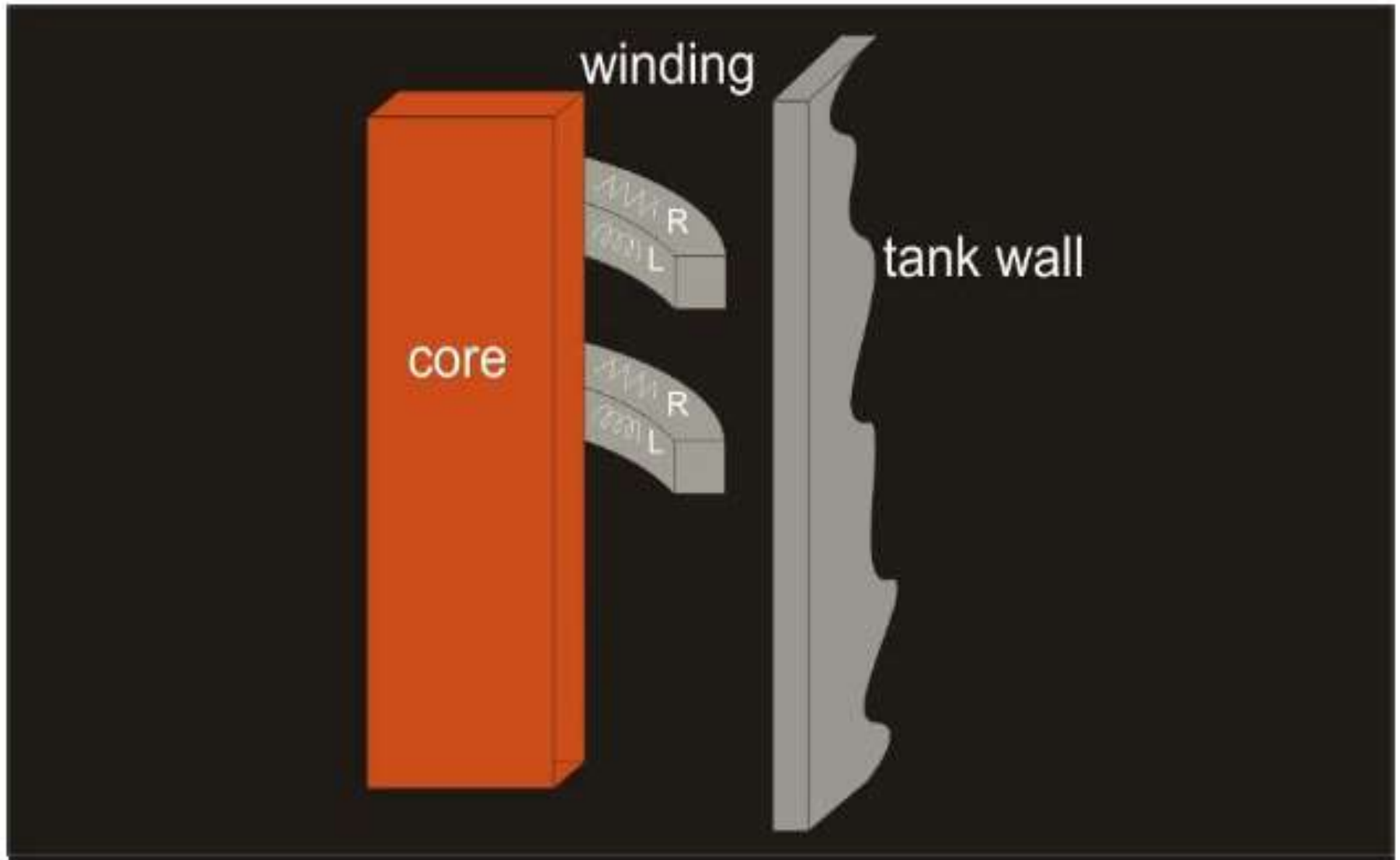
Channel	CH1
Capacitance @ 50 Hz	4/730 nF
Capacitance @ 60 Hz	4/729 nF
Tan $\delta$ / power factor @ 50 Hz	0/40 % / 0/40 %
Tan $\delta$ / power factor @ 60 Hz	0/38 % / 0/38 %
C (10 mHz) / C (50 Hz)	1/595
Barriers (X)	12 %
Spacers (Y)	34 %
Polarization index	2/695
DAR	1/291



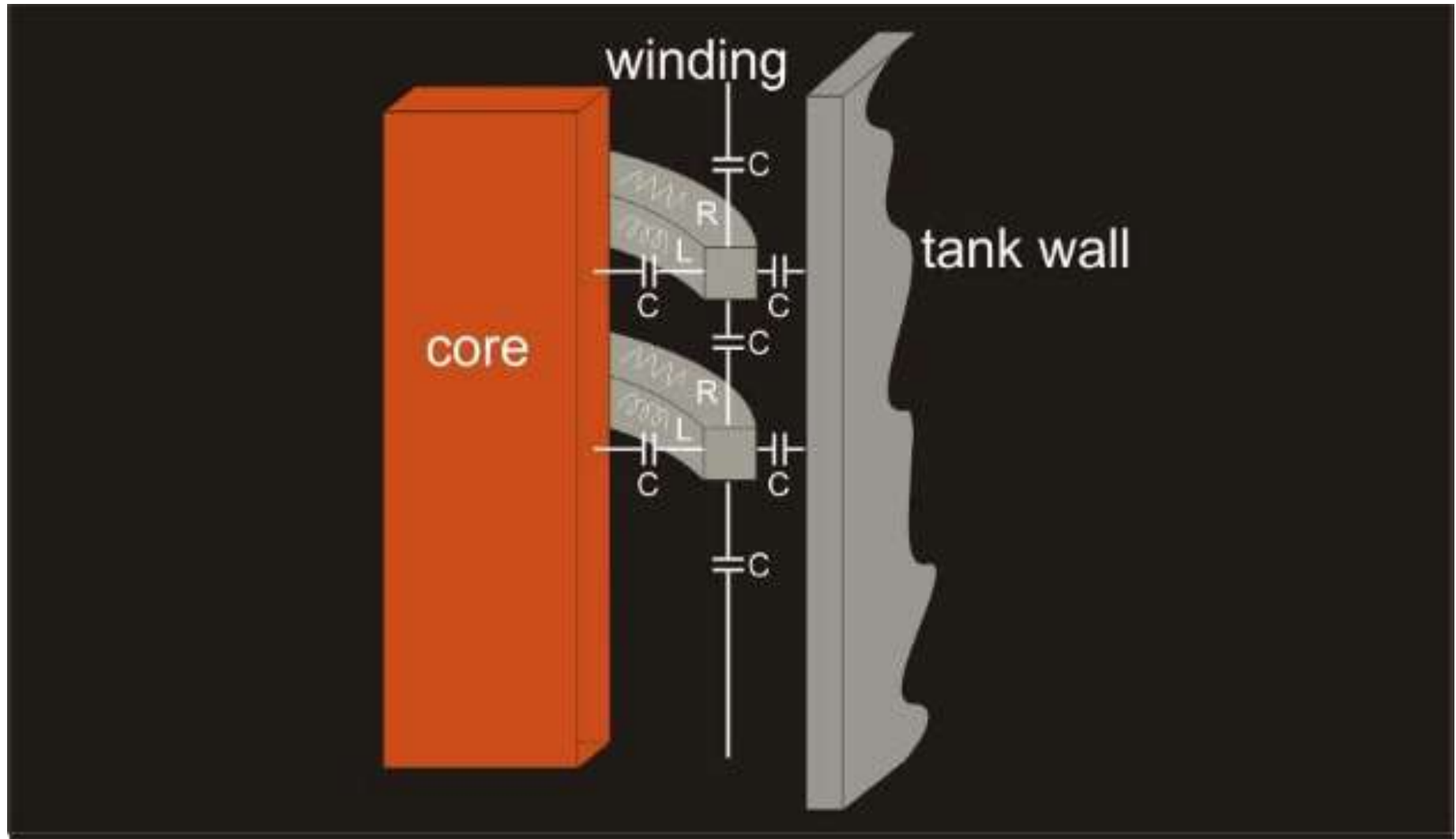
---

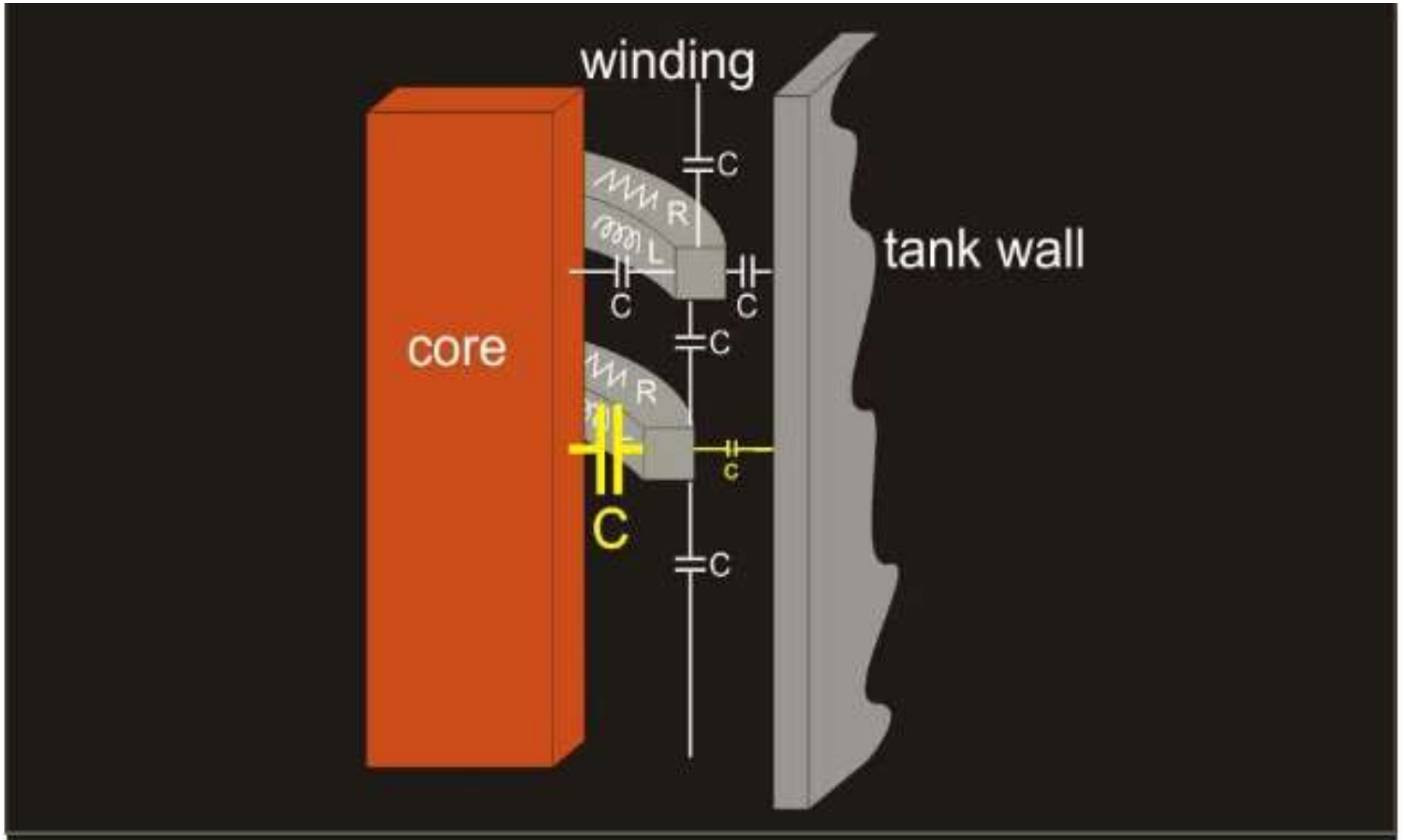
# FRA Assessment

---









# FRA Introduction

The frequency response analysis (FRA) has been proven to be a powerful tool for the detection and diagnosis of the active part of power transformers. In contrast to traditional diagnostic methods, the FRA method is able to detect geometrical deformations in the windings before the occurrence of a major or catastrophic failure as illustrated in Fig.1, the FRA consists in applying a frequency variable low-level sinusoidal signal “U” at one end of a winding and from this point a reference signal “U<sub>1</sub>” is measured.

Simultaneously the output or response signal at the other end of the winding “U<sub>2</sub>” is computed. Subsequently, the transfer function H(f) is computed. It can be easily demonstrated that H(f) corresponds to the expression (1). This means that the H(f) is only dependent on the measurement of FRA instrument (R<sub>m</sub>) and on the impedance of the transformer (Z<sub>tra</sub>).

The most common way of representing the results is as bode diagrams as shown in Fig.2. in the majority of the cases only the plot of the magnitude is used for interpretation purpose. Nevertheless, the plot of the phase also provides valuable information. The magnitude and the phase are computed according to the equations (2) and (3).

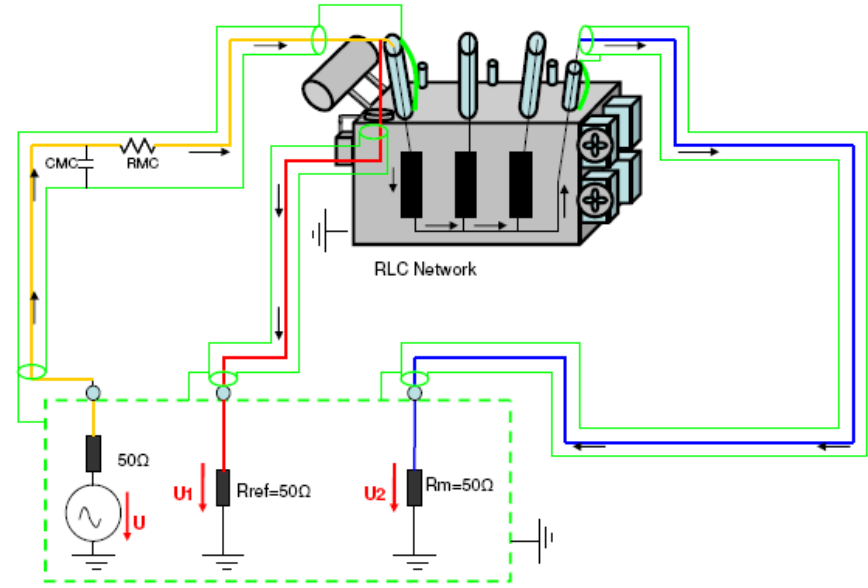


Figure 1. Measurement setup

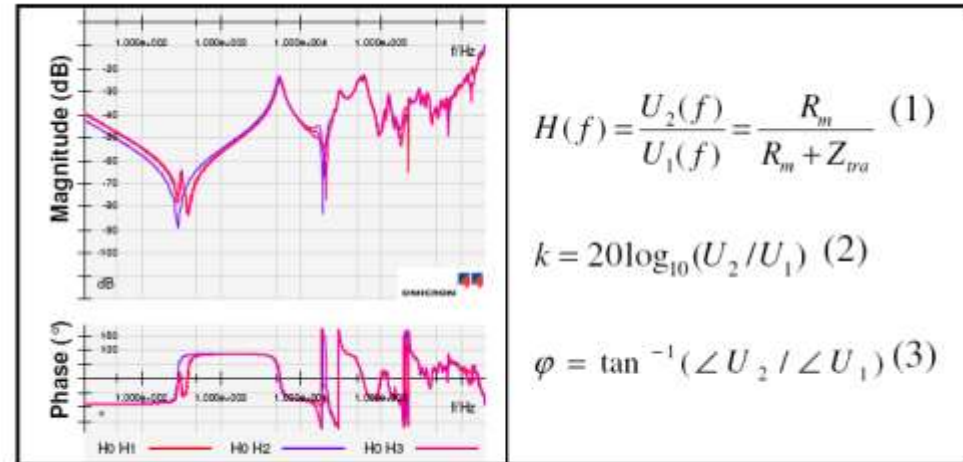


Figure 2. Graphical representation of FRA results

## *Bases of interpretation: understanding of the plots*

Taking into account that a power transformer from the electrical standpoint, is a complex network of resistances, inductances and capacitances, the frequency response of these elements are the foundations for the understanding of the transformer response. The response of a resistance is a straight line with a constant attenuation along the frequency range. The response of inductances and capacitances is governed by the equations (4) and (5) respectively.

$$X_L = \omega L = 2\pi fL \quad (4)$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi C} \quad (5)$$

If  $Z_{tra} = X_L$  in equation (1), it can be said that as long as the frequency increases,  $H(f)$  decreases. This explains the typical increase in the attenuation of an inductance as illustrated in Fig. 3(a). In contrast, if  $Z_{tra} = X_C$  in (1), as long as the frequency increases, the attenuation decreases as depicted in Fig. 3(b).

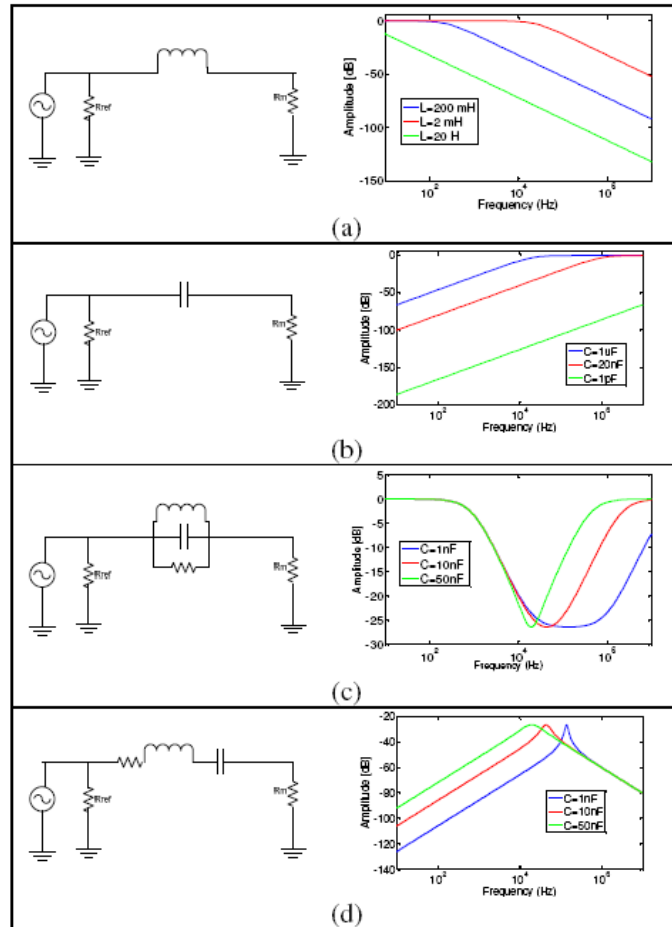


Figure 3. Series and parallel resonances of RLC networks

## *Bases of interpretation: understanding of the plots*

Other aspect of major importance for the interpretation is the concept of resonance. In an RLC network the resonances are series or parallel resonances. Series resonances are related to a maximal transfer of energy between two systems, that is, to the minimal impedance at a determined frequency. While a parallel resonance is related to minimal transfer of energy between two systems (maximal impedance). In the plot of the amplitude, minimal impedances are seen as minimal attenuations while maximal impedances as minimal attenuations according to (1). In Fig. 3(c) and 3(d) the responses of RLC networks connected in parallel and in series are shown. The simulations were done using an inductance of 50 mH. In conclusion, the maximal peaks in the frequency response are created by series RLC networks and the minimal peaks by parallel RLC networks. However, it is worth to mention that in the frequency response not all the maximal and minimal peaks are resonances. The best way of recognizing resonances is by taking a look at the plot of the phase. When a resonance is present, the phase should be zero, what means that the response is 100% resistive.

If now the physical components of the active part of a transformer are associated to RLC elements, an equivalent circuit as the one shown in Fig. 4 can be used for a qualitative explanation of the frequency response of a real transformer.

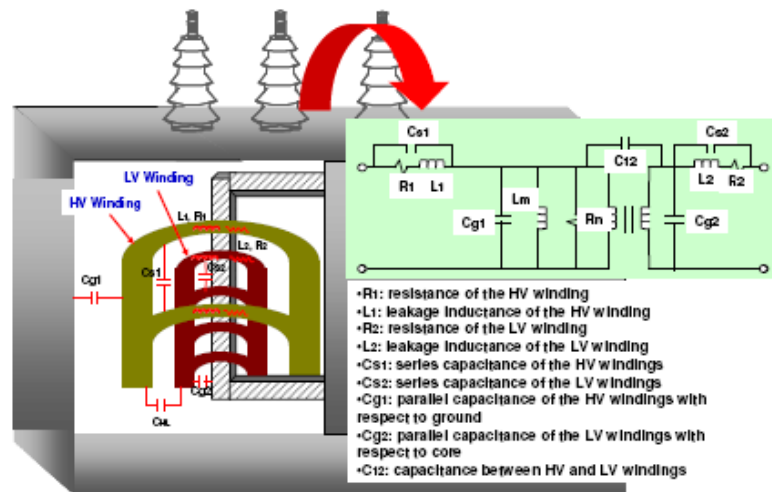


Figure 4. Physical components of the transformer as RLC network

## *Bases of interpretation: understanding of the plots*

The band B1 occurs normally between 20 Hz and 200 Hz and here mainly it is present the inductive behavior of the magnetizing inductance. In the band B2, between 200 Hz and approximately 3 kHz the parallel capacitance  $C_g$  highly influence the response. Between 3 kHz and 200 kHz the band B3 is defined for characterizing the interaction between windings. This band is sensitive to bulk winding deformations. The band B4, between 200 kHz and 1 MHz exhibits an accentuated capacitive response caused by the series resonance  $C_s$ . This band is sensitive to localized deformations in the windings. Finally, the band B5 between 1 MHz and 2 MHz exhibits an inductive behavior that is highly influenced by the inductance of the internal leads of the transformer and by the measurement setup.

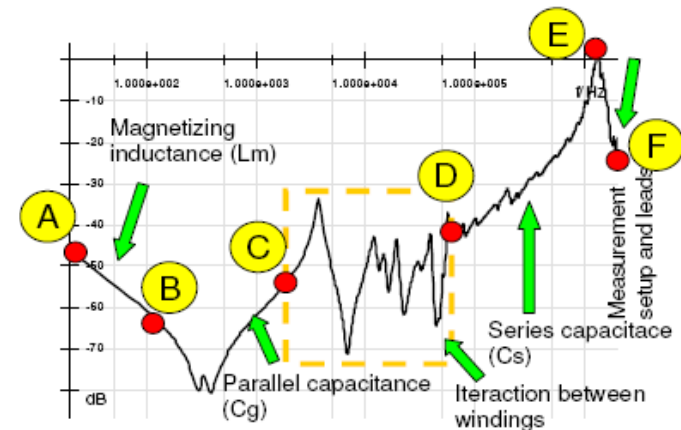
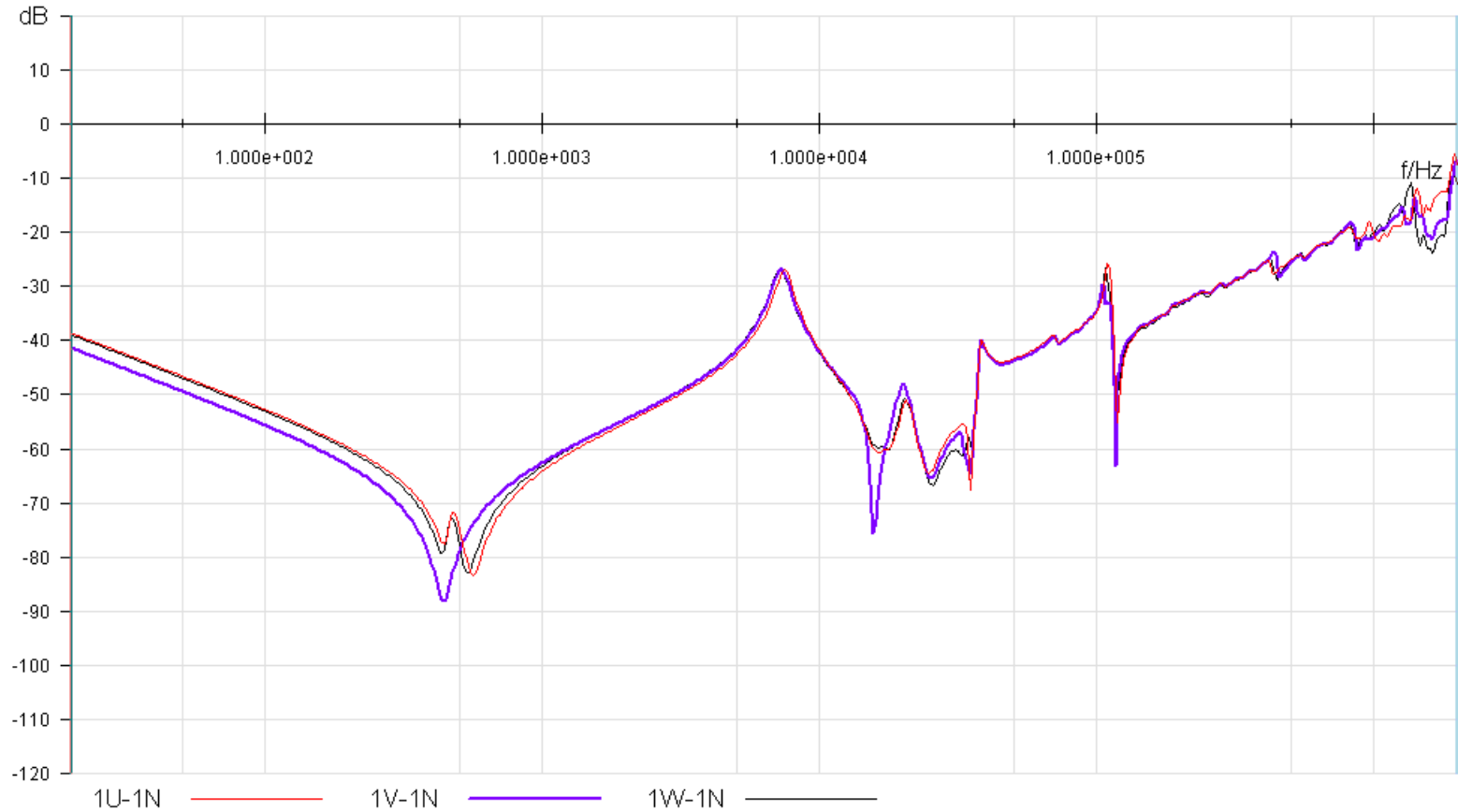


Figure 5. Relationship between the FRA plot of a 220 kV winding and the physical components of one transformer

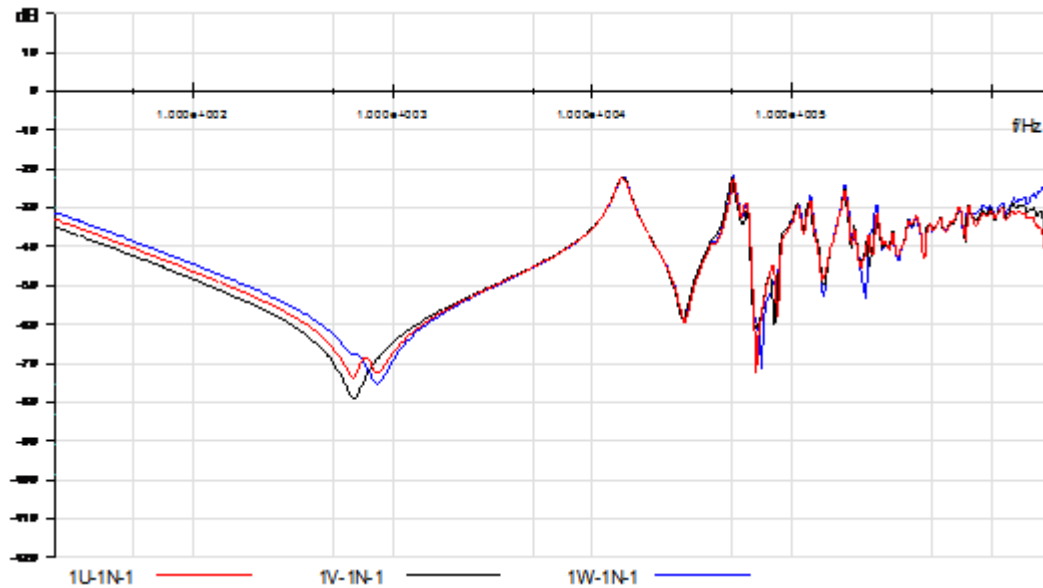
Table 1. Typical sub-bands in the FRA plots

Band	From	To	Dominant elements
B1	A	B	$L_m$
B2	B	C	$L_m$ and $C_g$
B3	C	D	$L_1$ , $C_g$ , and mutual couplings
B4	D	E	$C_s$
B5	E	F	Internal leads

## Case study: 200 MVA -245/15.75 KV- YNd11

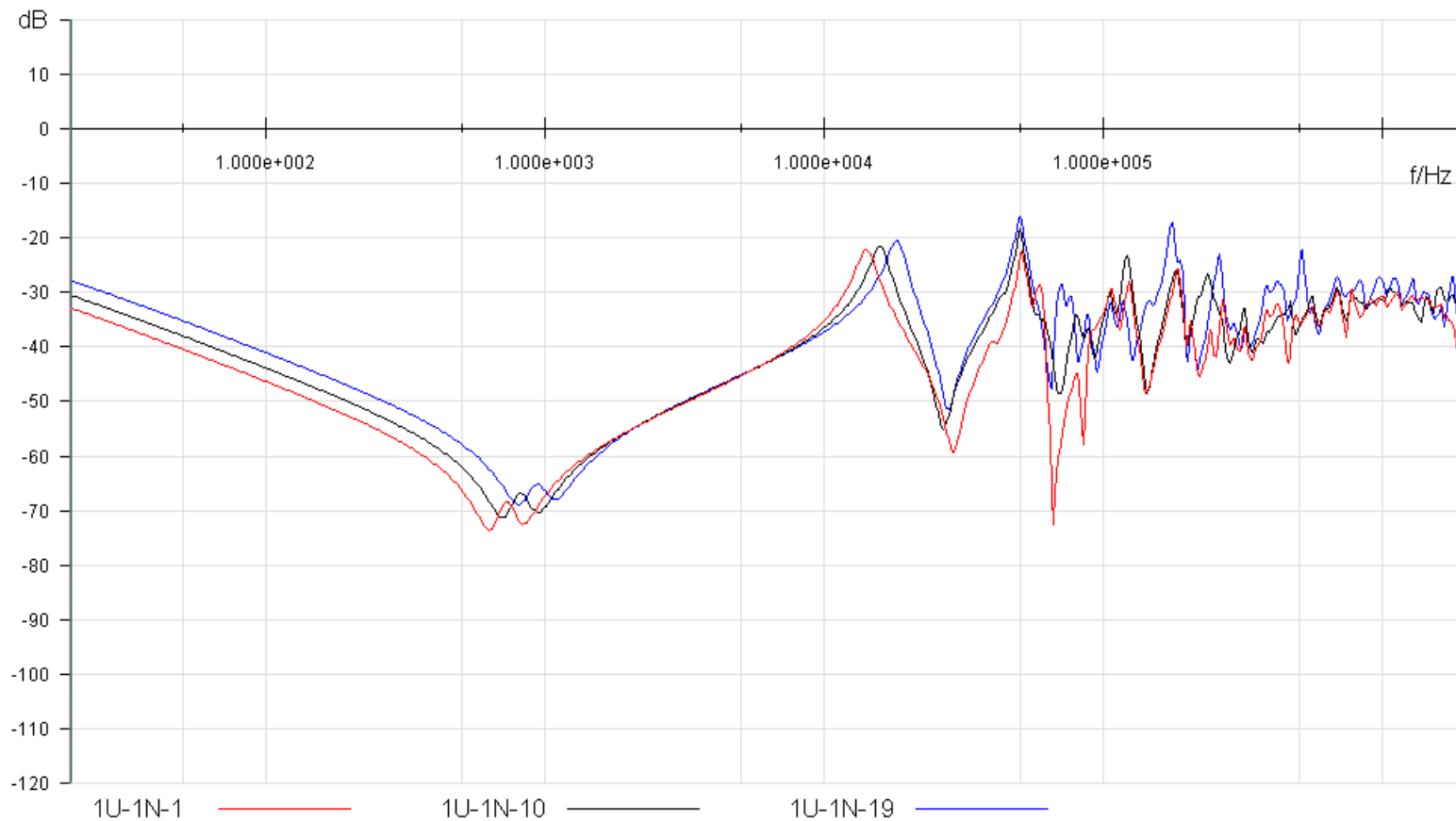


## Case study: 30 MVA -63/20 KV- YNd11





## Case study: 30 MVA -63/20 KV- YNd11



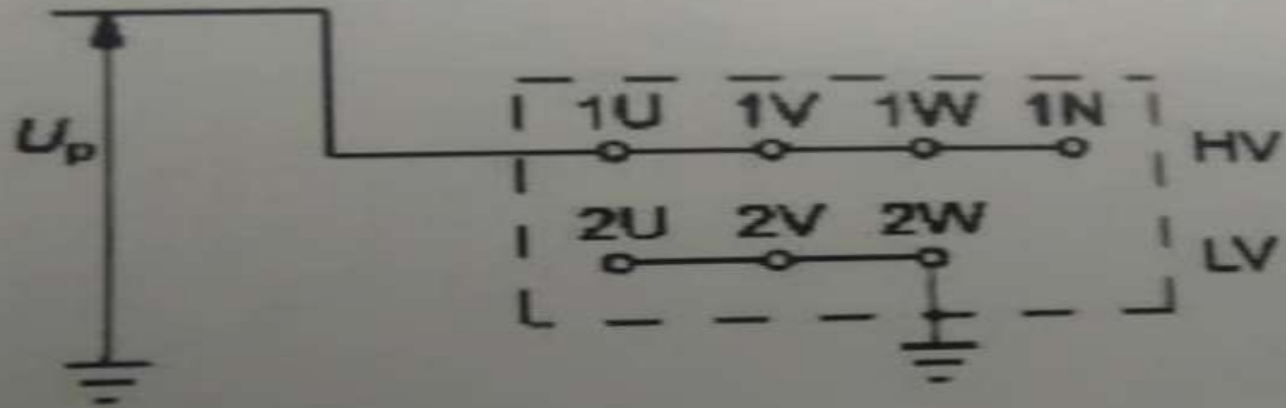
## ❖ تست های مخرب برای بررسی وضعیت عایقی ترانسفورماتور :

تست applied

تست Induced

تست applied :

بررسی وضعیت عایقی سیم پیچ ها نسبت بهم دیگر و نسبت به بدنه



شکل ۷-۱ : مدار تست ولتاژ اعمالی ترانسفورماتور سه فاز

## الزامات تست :

- قبل از شروع تست باید مطمئن شویم که سطح عایق بندی تمام سیم پیچ برای ولتاژ تست Up طراحی شده است
- رله بوخهلتس و تمام مقره ها بایستی هواگیری شده باشند
- سیم پیچ ها بایستی اتصال کوتاه و سیم پیچ های فشار ضعیف ارت شده باشند
- مدت زمان تست یک دقیقه میباشد
- دما نباید کمتر از ۱۰ درجه باشد

**Table 2 – Rated withstand voltages for transformer windings with highest voltage for equipment  $U_m \leq 170$  kV – Series I based on European practice**

Highest voltage for equipment $U_m$ kV r.m.s.	Rated lightning impulse withstand voltage kV peak	Rated short duration induced or separate source AC withstand voltage kV r.m.s.
3,6	20	10
7,2	40	20
12	60	28
17,5	75	38
24	95	50
	125	
36	145	70
	170	
52	250	95
60	280	115
72,5	325	140
100	380	150
123	450	185
145	550	230
170	650	275
	750	325

NOTE Dotted lines may require additional phase-to-phase withstand tests to prove that the required phase-to-phase withstand voltages are met.

Low-voltage windings with  $U_m \leq 1,1$  kV shall be tested with 3 kV separate source AC voltage.

Type **MLSN 6942** Serial No. **S1284886** Year **2014** Standard **IEC 60076**

Rated Power **7000/8000** kVA Insulation Level HV **24/50/125** kV Kind **P.T.**

Vector group **YN0** Frequency HZ **50** Insulation Cl. **A** Kind of service **CONT.** Cooling method **ONAN/ONAF**

Position	HV-Side Voltage	LV-Side Voltage	HV-Side current	LV-Side current	Impedance Voltage
<b>1</b>	<b>20882.4</b> V	<b>20882.4</b> V	<b>202.1/230.9</b> A	<b>193.5/221.2</b> A	ref. 7000 kVA <b>5.30</b> %
<b>10</b>	<b>20000</b> V	<b>12941.2</b> V	<b>130.8/149.4</b> A	<b>202.1/230.9</b> A	ref. 4529 kVA <b>1.50</b> %
<b>19</b>	<b>5000.0</b> V	<b>5000.0</b> V	<b>50.5/57.7</b> A	<b>202.1/230.9</b> A	ref. 1750 kVA <b>1.50</b> %

Tap changer Type **MR-VIII-250D-40kV-10191W** Short circuit duration s **2** Oil IEC60296 **Mineral**

O.L.T.C. Rated current A **250** Sys. voltage kV **40** Oil weight t **4.300** Total weight t **15.900**

Oil Thermo. Alarm/Trip °C **90/100** Active part weight t **5.700** Installation altitude m **1730**

Win. Thermo. Alarm/Trip °C **113/123** Max. ambient temperature °C **40** Temp. Rise Oil/Wind °C **58/63**

LV-Side

## THREE PHASE TRANSFORMER

Type **TLUN 7446** Serial No. **3974960115** Year **2017** Kind **P.T.** Color **RAL 7038** Standard **IEC 60076**

Rated power **20/25MVA** Insulation Level HV **36/70/170** KV LV **12/28/75** KV 2N **12/28/75** KV

Vector group **Dyn11** Frequency HZ **50** Insulation Cl. **A** Kind of service **CONT.** Cooling method **ONAN/ONAF**

Position	HV -Side Voltage	LV -Side Voltage	HV-Side Current	LV-Side Current	Impedance Voltage (ref. 25MVA)
<b>1</b>	<b>34650 V</b>		<b>333/417 A</b>		<b>8.86 %</b>
<b>3</b>	<b>33000 V</b>	<b>6900 V</b>	<b>350/437 A</b>	<b>1673/2092 A</b>	<b>8.78 %</b>
<b>5</b>	<b>31350 V</b>		<b>368/460 A</b>		<b>8.51 %</b>

O.C.T.C. Type **ASP FII 400-36-5Pos.** O.C.T.C. Rated current A **400** O.C.T.C. Sys.voltage Kv **36**

Short circuit duration s **3** Type of oil **IEC 60296** Oil weight t **6.9** Transport weight t **29.3**

max.Short circuit current HV/LV **4.2/20.9** kA Active part weight t **18.4** Total weight t **37**

Temp.Rise Oil/Wind k **50/55** Max. ambient temperature °C **42** Installation altitude m **1471.5**



**برای ترانسهای تعمیری بر اساس استاندارد تا ۷۰ درصد ولتاژ تعریف**

**شده تزریق می شود**

**نتیجه تست :**

**نتیجه تست زمانی موفقیت آمیز است که شکست ولتاژ روی ندهد یا**

**جریان بالا نرود**

تست Induced ;

تعیین میزان استقامت عایقی سیم پیچ ها نسبت به هم ، نسبت به زمین و

همچنین استقامت عایقی حلقه به حلقه سیم پیچ

❖ میزان ولتاژ تزریقی معمولاً دو برابر یا بیشتر ولتاژ نامی می باشد

❖ برای جلوگیری از اشباع هسته معمولاً فرکانس دو برابر یا بیشتر

می باشد

## الزامات تست :

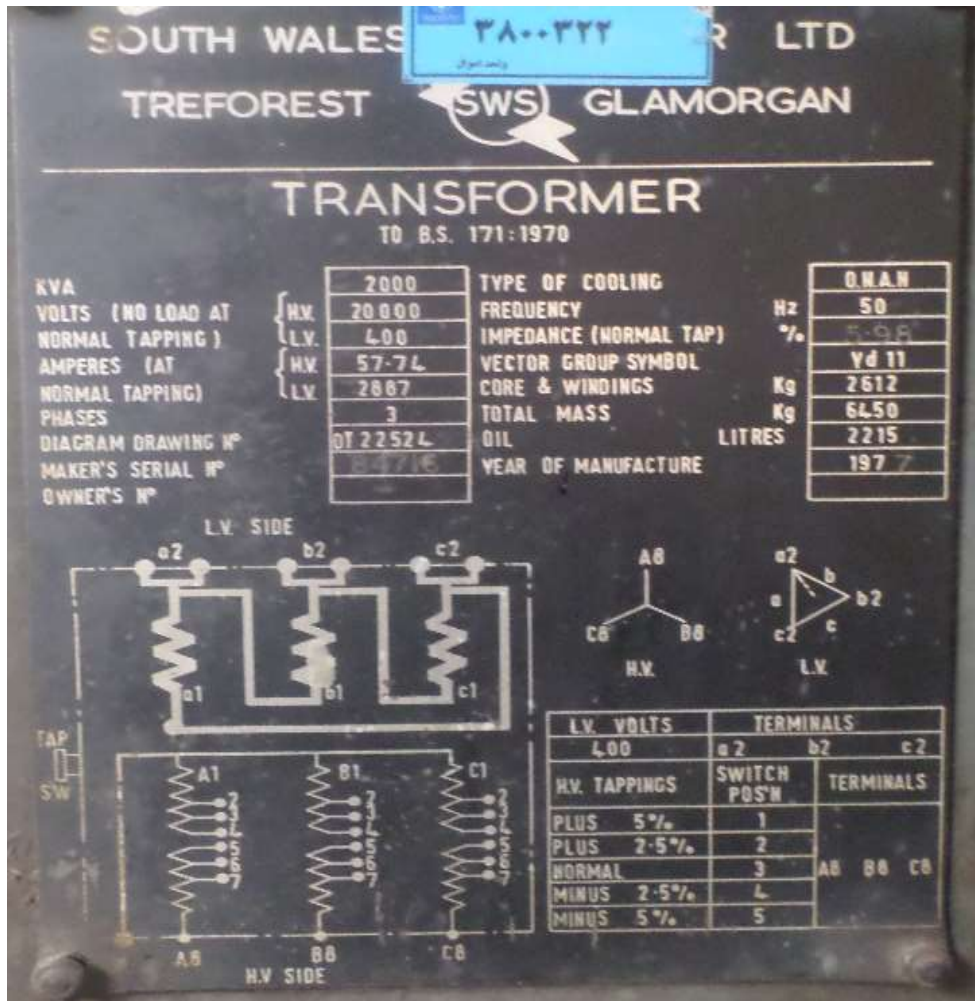
□ رله بوخهلتس و تمام مقره ها بایستی هواگیری شده باشند

□ مدت زمان تست یک دقیقه میباشد اگر فرکانس ۲ برابر باشد  $t=120fr/fp$

□ برای ترانسهای ۲۳۰ کیلو ولت باید حداقل ۳ روز از زمان روغن زنی و برای ۴۰۰ کیلوولت ۵ روز گذشته باشد

**در برخی موارد تشخیص عیب ترانسهایی که تولید گازهای قابل  
اشتعال می کنند با دمونتاز اکتیو پارت قابل تشخیص نیست.**

# Transformer Characteristics



S/N: 84716

Project :20/0/4KV – 2000KVA

Vector Group: YNd11

## بیوگرافی ترانسفورماتور

➤ ترانسفورماتور با تریپ رله بوخهلتس از مدار خارج شده است.



Gas	Step 0 .....	Step 1 97/05/28	Condition IEEE C57.104
O2	-	12347	-
N2	-	55391	-
CO2	-	933	CON.1
CO <sup>±</sup>	-	169	CON.1
H2 <sup>±</sup>	-	278	CON.2
CH4 <sup>±</sup>	-	79	CON.1
C2H2 <sup>±</sup>	-	357	CON.4
C2H4 <sup>±</sup>	-	141	CON.3
C2H6 <sup>±</sup>	-	21	CON.1
TDCG	-	1045	CON.2
Transformer Condition	-		4

نتیجه :

تخلیه الکتریکی با انرژی بالا

# انجام تست های روتین ➤

TAP	Voltage (V)			Measured Ratio						Ave.Error %
	HV	LV	Nom .	1U-1N	I <sub>o</sub> (mA)	1V-1N	I <sub>o</sub> (mA)	1W-1N	I <sub>o</sub> (mA)	
			Ratio	2u-2w		2v-2u		2w-2v		
3	20000	400	28.868	28.987	9.29	28.946	7.00	28.920	9.30	0.29

$\theta = 26^\circ$

DC Ristance measurement from HV side in  $\Omega$  :

TAP	1U-1V	1V-1W	1W-1U
3	2.00	2.00	1.97

flux magnetic balance test :

1U-1V	1V-1W	1W-1U
226*	197	30
110	226*	114
31	194	225*

DC Ristance measurement from LV side in m  $\Omega$  :

Tap	2u-2v	2v-2w	2w-2u
	0.59	0.59	0.60

Vt (kv)/ HV:	2u-2v(v)	2v-2w(v)	2w-2u(v)
11kv	272	208	210
I <sub>o</sub> (mA)	77.0	92.0	92.0

Insulation resistance measurement :

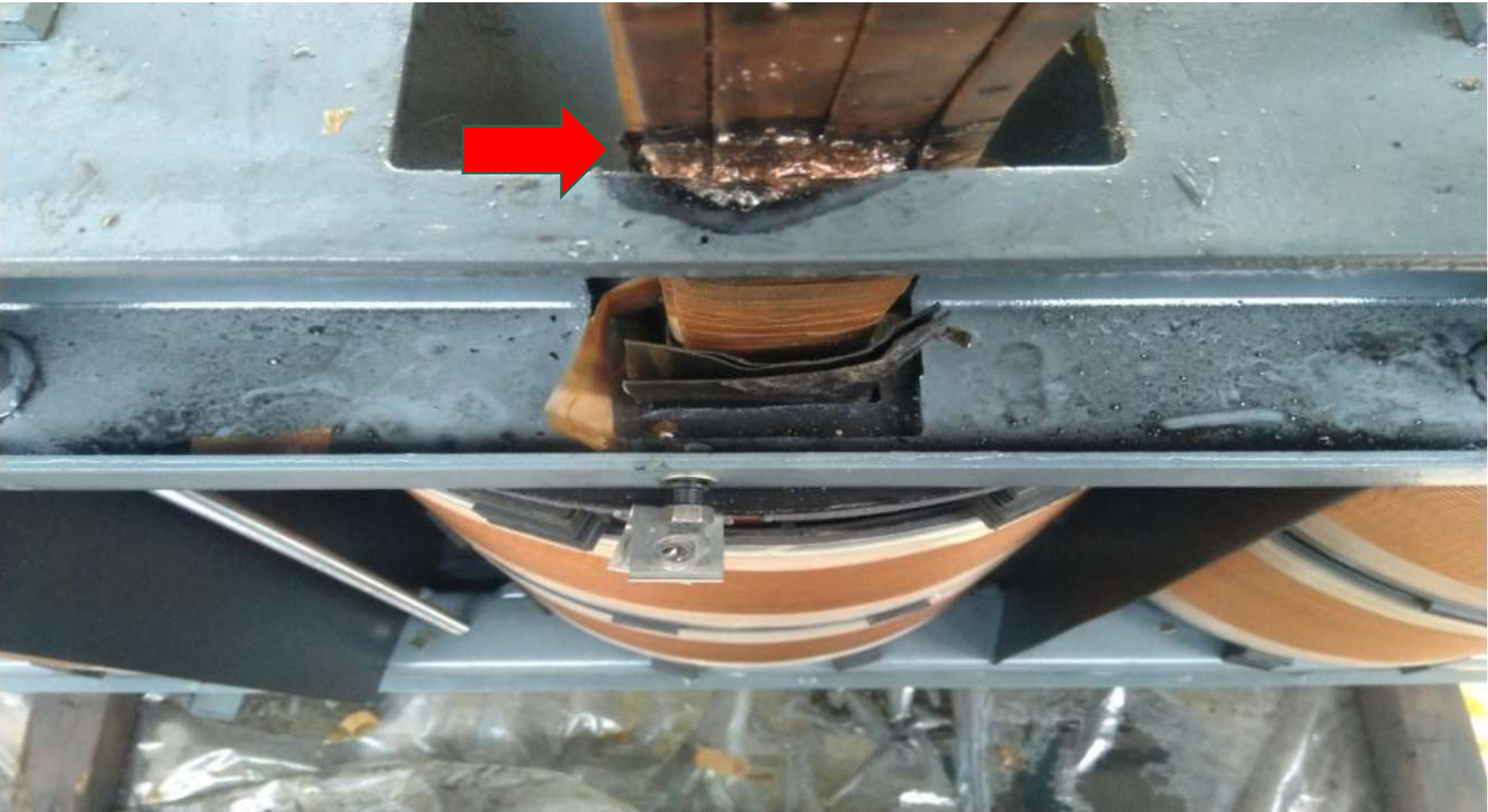
Sys1	Sys2	Meas.kv	Resistance(G $\Omega$ )		PI
			15sec.	60sec.	R( 60/15 )
HV	LV	5	4.3	5.0	1.16
HV	Ground	5	5.4	6.0	1.12
LV	Ground	0.5	>1		

➤ **مرحله بعد :**

**دمونتاژ اکتیوپارت**



## تشخيص محل عيب



❖ ترانسفورماتور تولید گاز می کرد

➤ نتایج تمامی تست ها مثبت بوده و هیچ مشکلی مشاهده

نگردید





# مشکلات رایج در بهره برداری از ترانسفورماتور

---

➤ **عدم شناخت تجهیز ( ترانسفورماتور ) :**

➤ **شناخت بیشتر = حساسیت بیشتر = رفتار مناسب با تجهیز = عمر مفید**

**بیشتر = هزینه بهره برداری کمتر**

➤ **شناخت :**

➤ **عوامل خارجی : تجهیزات نصب شده مانند پوشینگ ها ، رله ها ،**

**واشرالات آبنندی و ...**

➤ **عوامل داخلی : روغن ، اکتیوپارت**

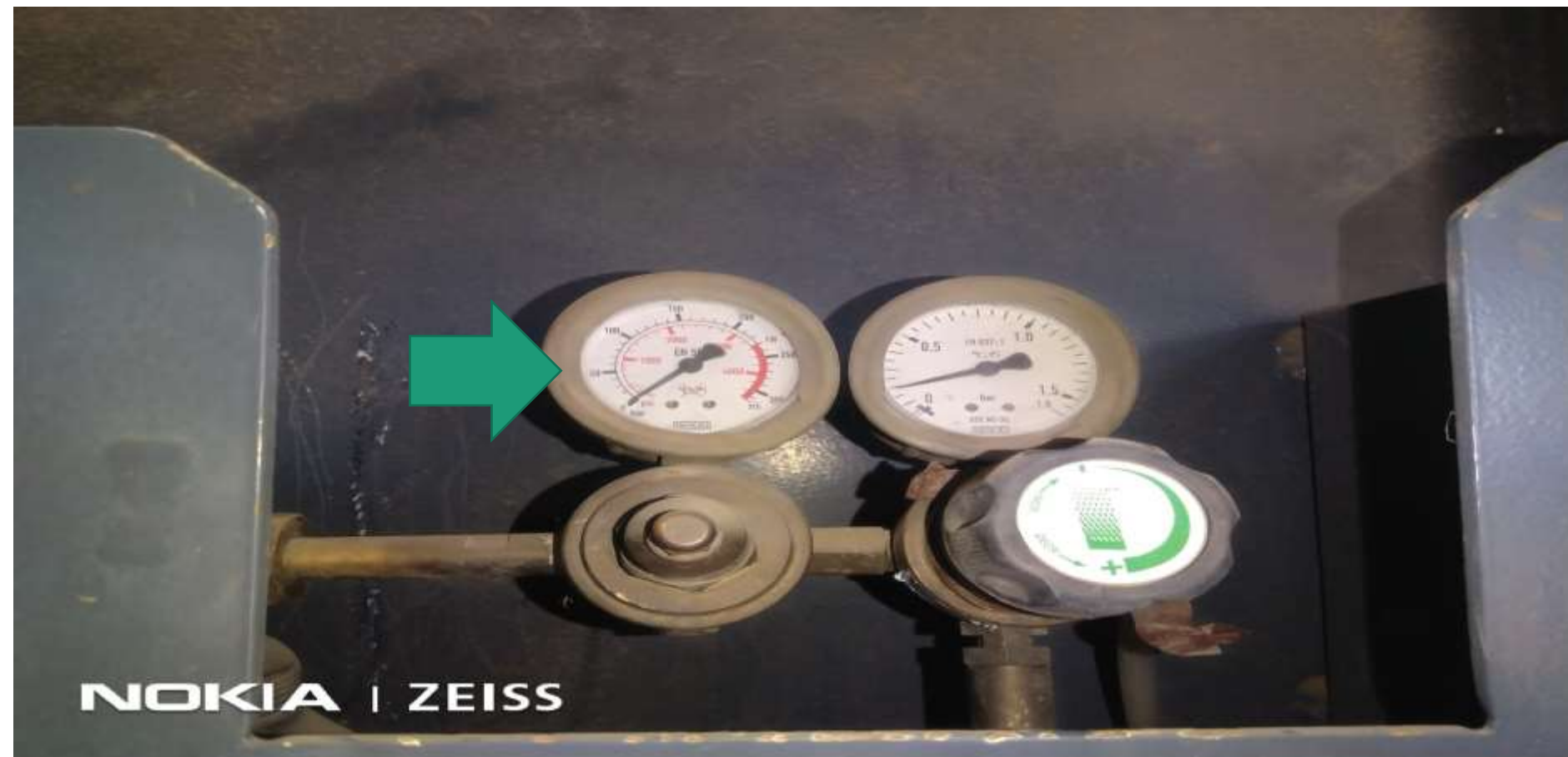
---

ترانسفورماتور 140MVA ساخت شرکت TAMINI :

ترانسفورماتور ده سال با گاز نگهداری می شود



NOKIA | ZEISS



# بوشینگ :

LV	HV	N.A	10	50	7.4409	0.3960	C2	USTA
LV	HV	N.A	10	50	12.5519	0.4335	C1	GSTg-A
							C1+C2	GSTg-I

N.A: Not application

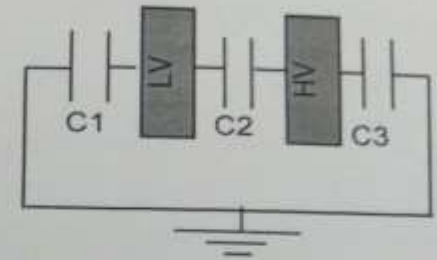
ST : ungrounded specimen test.

STg : grounded specimen test.

C1: capacitance between LV and Ground

C2: capacitance between LV and HV

C3: capacitance between HV and Ground



determination of capacitance capacitor bushings & measurement of dissipation factor ( $\tan\delta$ ) of the insulation system capacitances

According to IEC 60137 (2003) , clause 3.41.1

Temp: 25 °C

Input / Output	INPUT A	INPUT B	V test (KV)	F (Hz)	C(Pf)	Tan( $\delta$ )%	Meas. Capacitance	Mode	Manufactured by:	Serial Number
1U	test tap	N.A	10	50	170.837	0.901	C	USTA	-	-
1V	test tap	N.A	10	50	175.415	1.049	C	USTA	-	-
1W	test tap	N.A	10	50	178.768	1.014	C	USTA	-	-

Capacitance of bushings

بوشینگ :

بوشینگ RBP :

**PERDITE DIELETTICHE**

CEI No. 36.2 Ed. VII - Ed. 1984 - stabilisce che i devono avere all'atto del O E-3.

ILLA tuttavia superano il se viene misurato un

le presso il nostro Labora- uriamo il valore tgdelta a Schering:

viene fatta la misura sono:  $U_N - 0,85 U_N$

ortati sul rapporto di prova. ne più bassa viene fatta per riferimento per le misure di motore durante la vita del

rovato immergendo la parte nentando il terminale di alta do al ponte la flangia che a da terra.

sto sul trasformatore la mi- gulta utilizzando la presa P.F. i un ponte, applicando al pas- 10 kV.

iderato buono se si misura un

controllo si trova un tgd supe- a indicato è necessaria una es- come segue:

ollo posto sulla testata. ante in forno a ca. 60°C per al-

ora descritta non è sufficiente, ore di tgd nei limiti prescritti ssario spedire il passante alla che provvederà a sostituire la itra di nuova costruzione.

sura e messa a terra. sura collegato alla prima arma-

lato tenuta re pas- ca del

**19. MEASUREMENT OF DIELECTRIC LOSSES**

The Standards now in force - IEC No. 36-2 Ed. VII - 1977 or IEC 137 Ed. 1984 - state that the resin-paper bushings must have a tgd < 15.10 E-3.

However PASSONI & VILLA bushings pass the inner test only if a tgd < 10.10 E-3 is measured. The measurement is performed in our Test Laboratory by means of the following Schering bridge:

- TETTEX type 2801 at following voltages:

10 kV - 0,3  $U_N$  - 0,6  $U_N$  - 0,85  $U_N$

All values are shown in the test report. Measurement at low voltage is carried out to have a reference value for checking measures on transformer during the bushing life.

The bushing is tested by immersing the lower part into oil, feeding the HV terminal and connecting the flange to the bridge, keeping the former insulated from earth.

On the bushing mounted on the transformer the measurement can be performed by using the P.F. tap (Fig. 13) by means of a bridge, by applying a voltage of 10 kV.

The bushing is considered as good if a tgd < 15.10<sup>-3</sup> is measured.

If a tgd higher than the above is measured, it is necessary to dry ad follows:

- unscrew the oil plug placed on the head
- put the bushing in an oven at abt. 60°C for 2 days at least.

If above operation is not enough to have a tgd value between the limits established by the Standards, it is necessary to ship the bushing to PASSONI & VILLA which will replace the active part with another of new construction.

- 1 Closing and groundig cap
- 2 Measurement electrode connected to the first layer
- 3 Insulated bushing
- 4 Sealing gasket
- 5 Mounting flange
- 6 First layer

**19. MESURE DES PER**

Les normes en vigueur - ou bien CEI 137 Ed. 19 traversées en papier res ment du contrôle un tgd < 10.10 E-3.

Toutefois les traversées sent le contrôle interne s un tgd < 10.10 E-3. Pendant le contrôle fina d'essai nous effectuons l yen d'un pont de Scherl

- TETTEX type 2801 Les tensions auxquelles

10 kV - 0,3  $U_N$  - 0,6  $U_N$

Toutes les valeurs sont verbal. La mesure à la mineur avoir une valeur de référ de contrôle sur le transfo de la traversée.

La traversée est soumise partie inférieure dans de partie terminale de haute pont la bride qui est maint sur la traversée montée s

La mesure peut être effectu P.F. (Fig. 13) au moyen d' la traversée une tension. La traversée est conside tenu est < 15.10 E-3.

Si la mesure de contrôle au limite susdit, on doit f suit:

- dévisser le bouchon h
- mettre la traversée a pour 2 jours env.

Si l'opération susdite n'es ner la valeur du tgd dans les Normes, il est nécessa versée à PASSONI & VII partie active avec une de

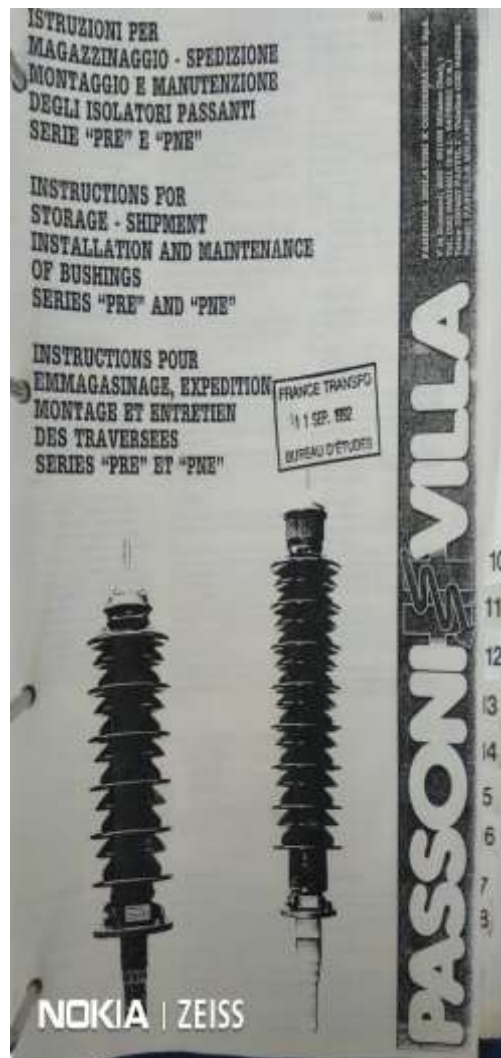
- 1 Calotte de fermature
- 2 Electrode de mesure rel ture
- 3 Petite traversée isolée
- 4 Joint d'étanchéité
- 5 Bride de la traversée
- 6 Première armature du

ISTRUZIONI PER MAGAZZINAGGIO - SPEDIZIONE MONTAGGIO E MANUTENZIONE DEGLI ISOLATORI PASSANTI SERIE "PRE" E "PNE"

INSTRUCTIONS FOR STORAGE - SHIPMENT INSTALLATION AND MAINTENANCE OF BUSHINGS SERIES "PRE" AND "PNE"

INSTRUCTIONS POUR EMMAGASINAGE, EXPEDITION MONTAGE ET ENTRETIEN DES TRAVERSEES SERIES "PRE" ET "PNE"

FRANCE TRANSPO 11 SEP. 1982 BUREAU D'ETUDES



PASSONI & VILLA

NOKIA | ZEISS

➤ رله ها :

➤ درصد بالای رله هایی که بر روی ترانسفورماتور نصب می شوند normal open

هستند در حالیکه رله ها برای اطمینان بایستی normal close باشند

➤ سفارش رله ها : عدم آشنایی با مشخصات رله ها

➤ مونتاژ نادرست رله ها

---

---

➤ عوامل داخلی : روغن

➤ عدم آشنایی با استانداردهای ترانسفورماتور :

❖ استانداردهای روغن:

❖ عدم آشنایی با محدودیت نتایج و تست ها = عدم توانایی تحلیل نتایج و نداستن

وضعیت روغن

❖ عدم آشنایی با انواع تستهای روغن

❖ نوع تست هایی که بایستی در مراحل مختلف زمانی انجام شود

---

❖ **نداشتن اطلاعات روغن مربوط به ترانسهای که تولید داخل نیستند**

➤ **روغن پارافینیک هست یا نفتانیک**

➤ **روغن inhibitor هست یا uninhibited**

➤ **برای ترانسهای قدیمی : روغن آسکارل هست یا خیر**

➤ **سر ریز روغن**

---





## مشخصات ترانسفورماتور :

گروه برداری	ردیف ولتاژ	توان	شماره سریال
Dyn1	15.75/6.9KV	6.5MVA	8574483

## بیوگرافی ترانسفورماتور : شش سال از تعویض روغن ترانسفورماتور گذشته است ( روغن تزریقی نیناس )

❖ انجام تست های روغن در آبان ۹۹

Breakdown volt.	Water content	Acidity	DDF
63.2	14	0.03	0.335

## انجام تست های الکتریکال :

Insulation resistance measurement :					
Sys1	Sys2	Meas.kv	Resistance( $G\Omega$ )		DAR
			15sec.	60sec.	R( 60/15 )
HV	LV	5	0.0526	0.0676	1.28
HV	Ground	5	0.0497	0.0588	1.18
LV	Ground	2.5	0.0545	0.0629	1.15

## ❖ انجام تست های تکمیلی جهت عیب یابی روغن

Particles	IFT	acidity
22/19/14	21.1	0.05

**دمونتاژ اکتیوپارت و شستشوی اکتیوپارت و مخزن که آثار لجن داخل مخزن و بر روی اکتیوپارت مشهود بود**



❖ علت مشکل :

**انجام نادرست پروسه که بدون دمونتاز اکتیوپارت و شستشوی**

**اکتیوپارت و مخزن اقدام به تعویض روغن کردند**

---

**تست های الکتریکال :**

**عدم آشنایی با محدودیت استانداردها و تحلیل نتایج**

---



# مشخصات ترانسفورماتور

گروه برداری	ردیف ولتاژ	توان	شماره سریال
Dyn11-Dd0	20/.685-685KV	2.2MVA	56880



## ترانسفورماتور خشک



**NOKIA | ZEISS**

**مشکل ترانسفورماتور :**

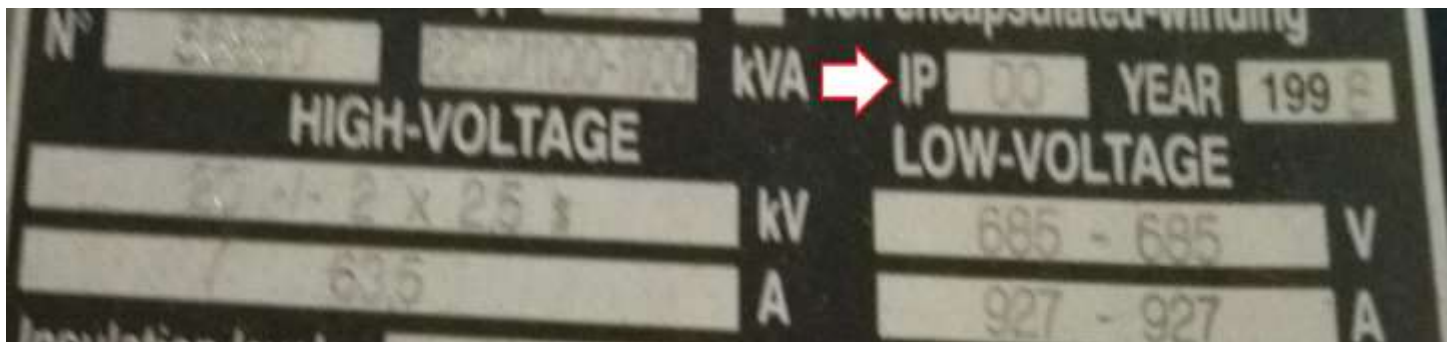
**سوختگی یک فاز فشار قوی**





## بررسی و تحلیل علت حادثه :

شرایط نگهداری ترانسفورماتور مناسب نمی باشد ترانسفورماتور در داخل اتاقی مستقر می باشد درها باز بوده و با هوای بیرون در ارتباط می باشد که این شرایط با استاندارد و درجه حفاظت ترانسفورماتور ( IP00 ) همخوانی ندارد یعنی درجه حفاظت ترانسفورماتور در مقابل آلودگی ( ذرات و جسم خارجی ) و همچنین رطوبت بسیار پایین می باشد به همین دلیل شرایط محیطی براحتی بر روی ترانسفورماتور تاثیر می گذارد و قابلیت اطمینان سیستم و همچنین عمر ترانسفورماتور را پایین می آورد .





**NOKIA | ZEISS**

## خنک کاری ترانسفورماتور :

برای خنک کاری ترانسفورماتورهای خشک که داخل اتاقکی ایزوله از هوای بیرون می باشند از فن و در صورت خنک کاری بیشتر از اسپیلت ( هوای سرد خشک ) استفاده می کنند در حالیکه خنک کاری ترانسفور مورد نظر به هیچ عنوان درست نمی باشد ضمن اینکه اطراف بوبین ها کانال کشی هم شده و مسیر هوا دقیقا زیر بوبین ها می باشد







**تحلیل نتایج تست های الکتریکال در دو مرحله و به فاصله تقریبا دو سال :**

**مرحله اول : ۲۸/۰۱/۹۶    مرحله دوم : ۱۶/۰۹/۹۸**

**نتایج تست های الکتریکال به غیر از تست میگر و تانژانت دلتا مورد تایید می باشد . نتایج تست میگر به شدت افت کرده و در بعضی ایتها قابل قبول نمی باشد و برقدار ماندن ترانسفورماتور به شدت همراه با ریسک می باشد ( این نتایج برای یک ترانس دیگر بررسی شد و افت میگر به مانند ترانسفورماتور آسیب دیده می باشد )**

---

### نتائج تست ميگر ترانسفورماتور مورد نظر : 96/01/28

Sys1	Sys2	15Sec.	60Sec.	10min.
HV	LV1	240	508.21	1095.47
HV	LV2	160	304.92	688.9
LV1	LV2	75	170.53	361.39
HV	Ground	90	180.7	
LV1	Ground	128	58.73	
LV2	Ground	35	75.67	

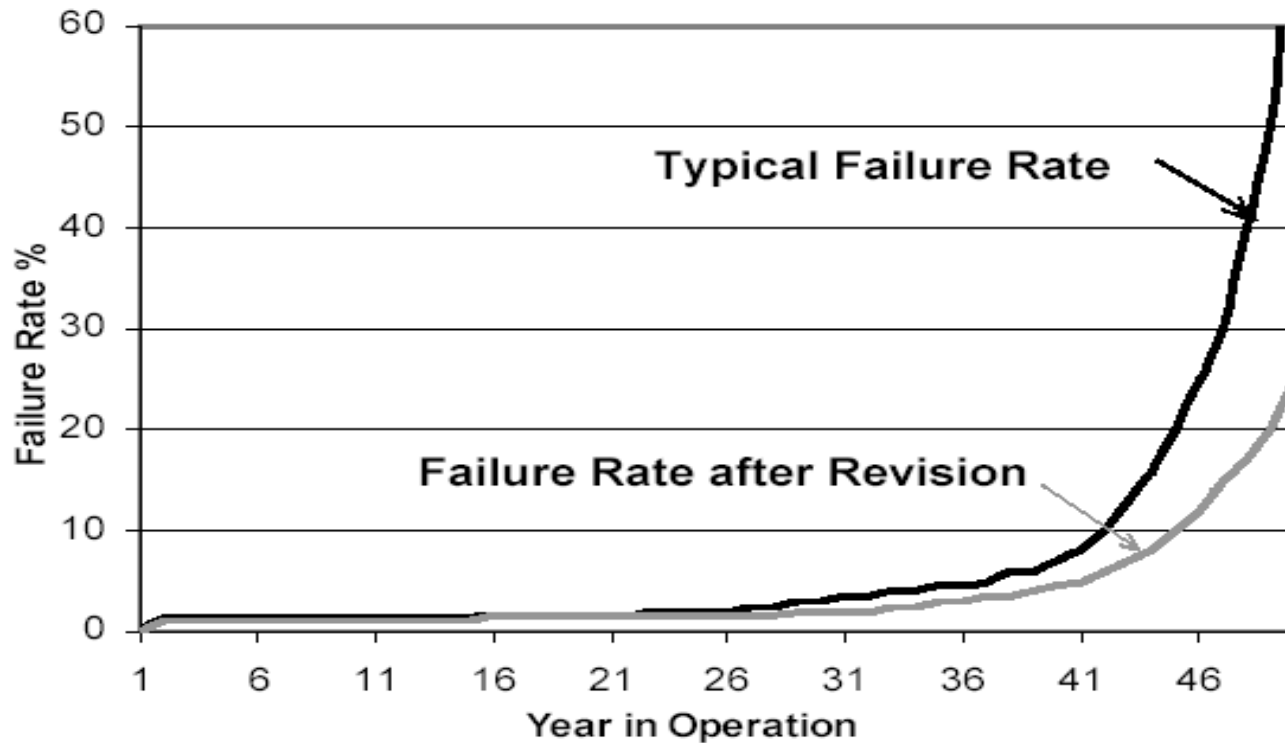
### نتائج تست ميگر ترانسفورماتور مورد نظر : 98/09/16

Sys1	Sys2	15Sec.	60Sec.	10min.
HV	LV1	7.51	8	15
HV	LV2	5	4.67	9.67
LV1	LV2	4.03	2.83	5.1
HV	Ground	0.99	0.08	
LV1	Ground	0.3	0.22	
LV2	Ground	0.004	0.004	

- عدم آشنایی با محدودیت های استاندارد
  - انجام نادرست پروسه جهت رفع مشکل پیش آمده
  - عدم انجام تست های الکتریکال ، روغن ، سرویس تپ چنجرهای on load به موقع
  - نداشتن فایل یا پرونده مختص برای هر ترانسفورماتور
  - استفاده از پیمانکاران غیر مجرب
-

# عدم اورھال به موقع ترانسفورماتور و تجهيزات

مقایسه بین درصد بروز خطادر حالتیکه CBM اعمال گردیده ونگردیده است

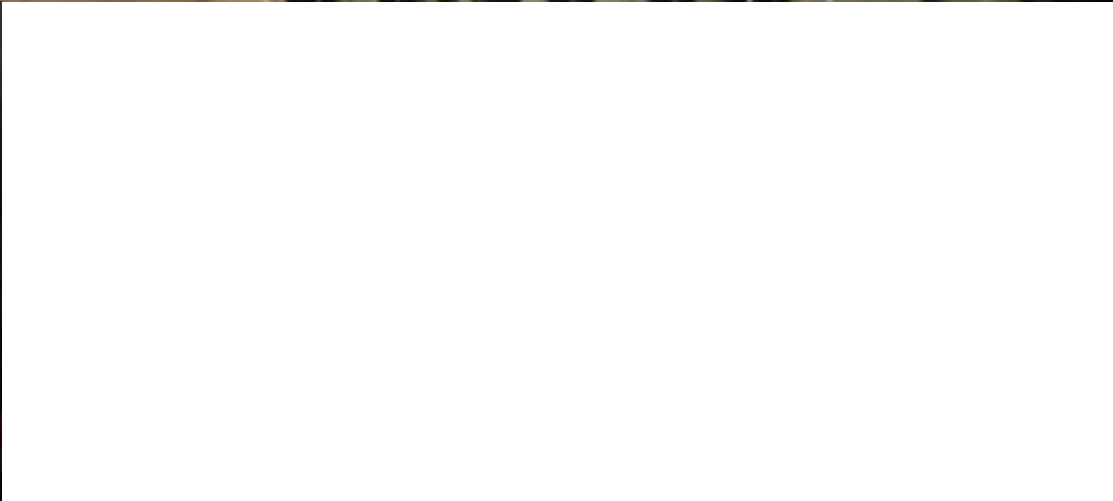




**کلید تپ چنجر در دوره سوم اورهال بود**

**کلید از موقع راه اندازی سرویس نشده بود**

---







---

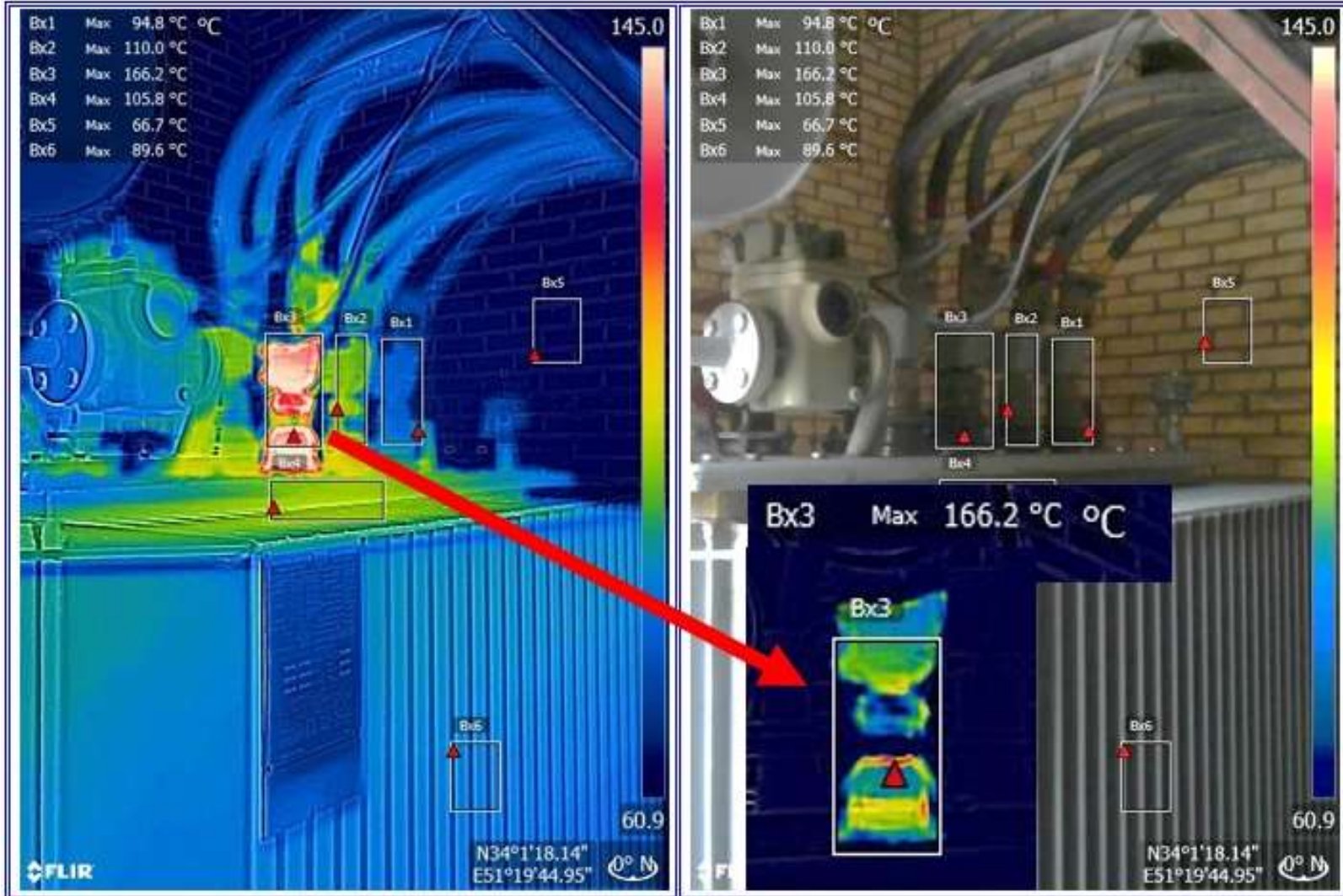
**Serial - No : 217930**

**Project : 1000 KVA - 20:0.4 KV**

**Customer :**

**Vector Group: Dyn5**

تصویر 1- ترموگرافی ترانس یک- دمای اتاقک 67 درجه / دمای مقره 3 فاز: بترتیب 95- 110 و 166 درجه



DC Resistance measurement from HV side in $\Omega$ :				flux magnetic balance test :			
TAP	1U-1N	1V-1N	1W-1N	1U-1V	1V-1W	1W-1U	
۱	۴,۶	۴,۶	۴,۶	*۲۳۱	۱۹۶	۳۵	
۲	۴,۴	۴,۴	۴,۴	۱۳۳	*۲۳۱	۹۷	
۳	۴,۲	۴,۲	۴,۲	۴۶	۱۸۵	*۲۳۱	
قبل از تعویض بولسن فاز 2v				بعد از تعویض بولسن فاز 2v			
DC R sistance measurement from LV side in m $\Omega$ (before) :				DC R M from LV side in m $\Omega$ (after) :			
Tap	2u-2n	2v-2n	2w-2n	Tap	2u-2n	2v-2n	2w-2n
—	۱,۰۱	۱,۵۳	۰,۹۴	—	۰,۹۸	۰,۹۲	۰,۹۴

**نداشتن فایل یا پرونده مختص برای هر ترانسفورماتور**

---



---

## مشخصات ترانسفورماتور

**S/N: 18155033**

**Project :33/0.653KV –120MVA**



---

شرکت الوند توان انرژی

➤ ترانسفورماتور با تریپ رله بوخهلتس  
از مدار خارج شده است .

➤ مشکل از مونتاژ کلید تپ چنجر بوده است

## تخلیه الکتریکی با انرژی بالا

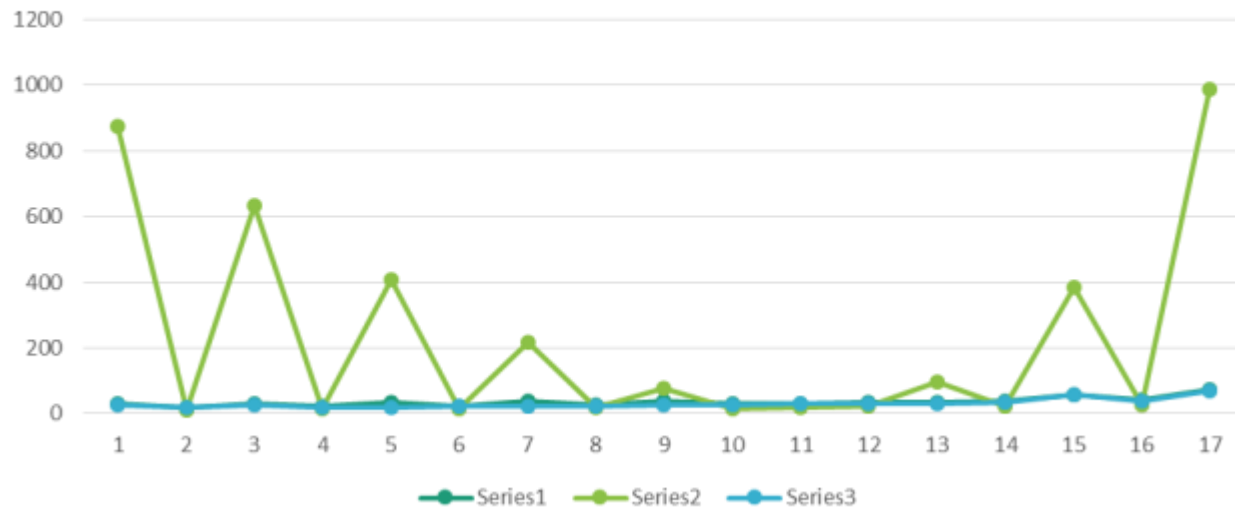
شماره	تاریخ	نوع نمونه	محل ترانس	شماره سربال	هیدروژن	اکسیژن	نیترژن	متان	مونوکسید کربن	دی‌اکسید کربن	اتان	پروپان	مجموع گازها	نسبت اکسیژن/نیترژن	نسبت دی‌اکسید کربن/اکسیژن	رطوبت	رطوبت استاندارد	شماره نمونه	دما	وضعیت		
					H2	O2	N2	CH4	CO	CO2	C2H6	C2H4	C2H2	TDCO	O2/N2	CO2/CO	ATER	WATER	Sample N	TEMP	CONDITION	
-	1397/05/01	بهدا	F2	ABB-18155033	15	18560	63359	1	75	821	1	1	0.9	94	0.29	11	0				1	
-	1397/05/14	بهدا درخواست	F2	ABB-18155033	1636	5899	45842	467	190	1241	138	1491	1520	5442	0.13	7	0					4





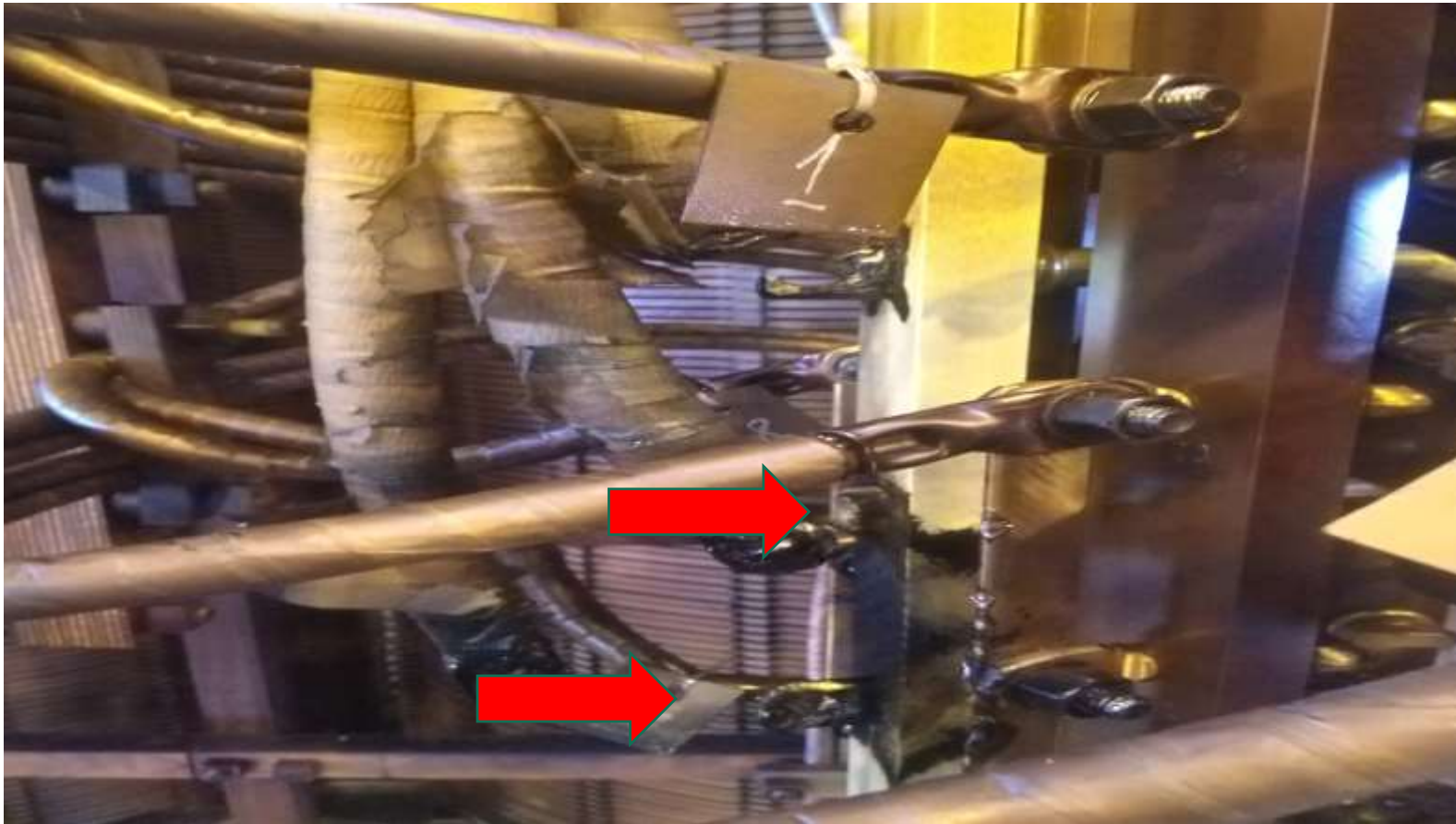
TAP NO.		UV/U			VW/V			UW/W		
شماره تپ	نسبت تبدیل نامی	نسبت	خطا %	جریان (mA)	نسبت	خطا %	جریان (mA)	نسبت	خطا %	جریان (mA)
1	50.54	50.42	0.23	29.16	40.47	19.93	874.8	50.26	0.54	28.88
2	49.25	49.25	0	19.88	49.25	0	13.11	49.24	0.02	18.55
3	47.96	47.92	0.1	31.98	40.09	16.42	635	47.71	0.53	27.82
4	46.74	46.75	0.02	21.61	46.76	0.03	14.36	46.74	0.01	19.99
5	45.52	45.41	0.25	34.92	39.66	12.88	410	45.49	0.06	21.1
6	44.24	44.25	0.04	24.13	44.26	0.07	15.88	44.24	0.02	21.92
7	43.03	42.87	0.35	38.18	39.17	8.97	216.7	42.98	0.09	23.32
8	41.77	41.75	0.05	26.74	41.75	0.05	17.56	41.74	0.07	24.65
9	40.49	40.31	0.43	39.56	38.61	4.65	75.98	40.49	0.01	25.75
10	39.24	39.25	0.04	29.78	39.25	0.03	16.61	39.24	0.01	27.41
11	38.02	37.99	0.06	31.56	37.98	0.09	20.78	37.99	0.09	29.16
12	36.75	36.75	0.01	33.61	36.76	0.03	22	36.74	0.01	30.71
13	35.48	35.49	0.03	35.86	37.27	5	97.59	35.49	0.01	32.7
14	34.23	34.25	0.05	38.18	34.25	0.05	24.9	34.24	0.04	34.97
15	33	33.13	0.39	58.34	36.45	10.45	384.3	33.14	0.43	57.76
16	31.76	31.75	0.03	44.2	31.76	0.01	28.41	31.74	0.05	40.01
17	30.5	30.57	0.23	71.79	35.52	16.48	990	30.57	0.25	71.75

## No Load Current



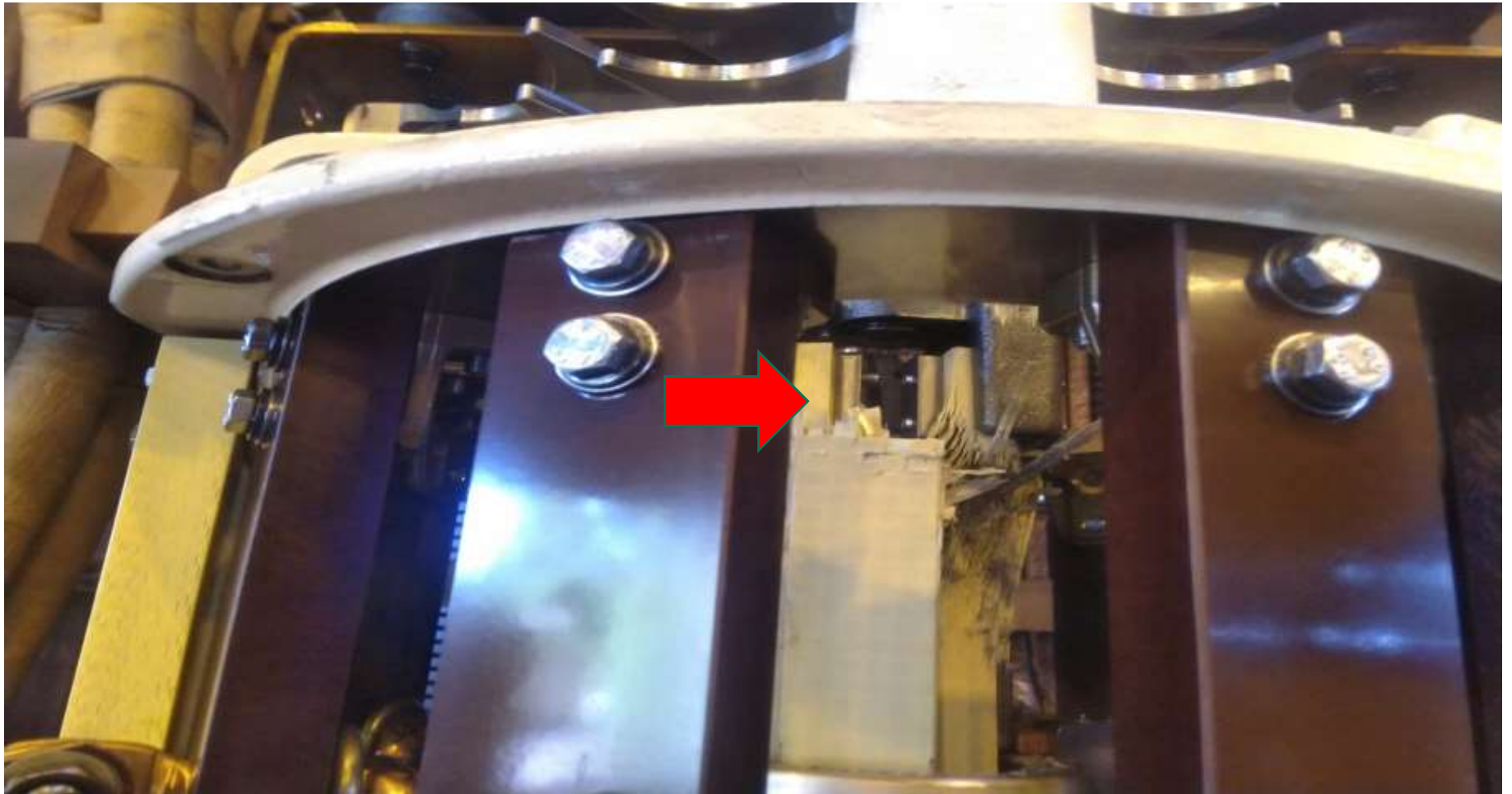
ترانسفورماتور دارای سه دستگاه کلید تپ چنجر تکفاز بود





1V فاز

نوب شدگی و قطع لیدهای تپ سلکتور که به محفظه Oil Compartment مربوط  
به دایورترسوئیچ اتصال دارد



شکستگی پایه چرخاننده کنتاکت های متحرک فرد

## اتصال کنتاکت های متحرک به کنتاکت های ثابت درست نیست





**عدم استفاده از پیمانکارانی که تخصص کافی در زمینه تجهیز را**

**ندارند**

---



# ❖ Particle Content and water



## AUTO TRANSFORMER

NUMBER OF PHASES		3		TYPE		TL-1479	
COOLING CLASS		ONAN/ONAF1/ONAF2		FREQUENCY		50 Hz	
VECTOR GROUP		YN0d11		STANDARD		IEC60076	
ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL :		2000M		TEMPERATURE RISE(OIL/WINDING)		47/52/65°C	
WINDING	RATED POWER	RATED VOLTAGE	RATED CURRENT (AT TAP NO.10)	BIL		SIL	
				WINDING/BUSHING	WINDING/BUSHING	WINDING/BUSHING	WINDING/BUSHING
HV	190/250/315 MVA	400 kV	274/361/455 A	1300/1550 kV	1050/1175 kV		
LV	190/250/315 MVA	230±9X1.67%kV	477/628/791 A	950/1050 kV	750/850 kV		
TV	24/32/40 MVA	20 kV	693/924/1155 A	125/170 kV	N/A KV		
ZERO SEQUENCE IMPEDANCE AT 75°C(315MVA BASE)				MAXIMUM SHORT CIRCUIT CURRENT RATING FOR 2SEC			
HV-LV(LV SHORT CIRCUITED)		13.056 %		WINDING	SYM.	ASYM	
HV-TV(LV OPEN CIRCUITED)		152.76 %		H.V	3.33 KA	8.95 KA	
LV-HV(HV SHORT CIRCUITED)		11.665 %		L.V	6.67 KA	17.94 KA	
LV-TV(HV OPEN CIRCUITED)		136.22 %		T.V	4.06 KA	10.9 KA	
IMPEDANCE AT RATED VOLTAGE AND 75 °C & PRINCIPAL TAP				WEIGHT			
HV-LV	%	315MVA BASE		CORE&COIL ASSEMBLY		128200 Kg	
HV-TV	%			TANK AND FITTINGS		109605 Kg	
LV-TV	%			INSULATION OIL(155000LT)		137795 Kg	
SOUND LEVEL(ONAN/ONAF2)				MAIN BODY TRANSPORTATION		191000 Kg	
68.6/70.8 dB				TOTAL WEIGHT		375600 Kg	

- \* REMARK
1. MATERIAL : STAINLESS STEEL
  2. DIMENSION : 0,6 X 400 X 300
  3. NATURAL FACE, DARK LETTER AND LINE
  4. STANDARD : IEC60076
  5. THE BLANK SPACES WILL BE ENGRAVED AFTER TESTING TRANSFORMER

% Impedance at 757 % principal tap 315MVA base

	20080151TIF001-001	002
HV-LV	13.232%	13.271%
HV-TV	160.424%	160.550%
LV-TV	143.228%	143.459%

TYPE	D
S/S NAME	AHWAZ SHOMAL GHARB

CLIENT :



MINISTRY OF ENERGY



# Results of the Internal Inspection

for Transformers at Khoy Substation

23~25 July, 2012



Wooden support for transportation



Arcing marks on the inner surface  
of bushing housing



**عدم برگزاري دوره هاي آموزشي براي پرسنل**

---

Asset type	TRANSFORMER	Manufacturing year	2007
Manufacturer	IRAN TRANSFO	Nominal voltage	15.75 kV
Serial number	857-4483	Insulation type	F
Manufacturing type	TSUN 6842		

نام مشتری:	برق جنوب فارس- نیروگاه پارس جنوبی	نام دستگاه:	ترانسفورماتور	نام روغن:	
کد دستگاه:	TGN-11BBT01-TF	محل نمونه:	مخزن	نوع روغن:	
بار دائم دستگاه:	تحت بار	مدل دستگاه:	TSUNG842	سازنده روغن:	
نوع دستگاه:	قدرت	سازنده:	ایران ترانسفو زرکان	ظرفیت روغن:	3.5 TON
گروه برداری:		ولتاژ:	15.75/6.9 KV	دمای روغن:	42 °C
Imp %:		قدرت اسمی:	6.5 MVA	کارکرد روغن:	
Tap #:		تاریخ تصفیه:	/ /	کارکرد دستگاه:	
محل کار:	UNIT-واحد 1	سال ساخت:	2007	تاریخ تعویض روغن:	
توضیحات:					

ارزیابی کلی: **تحت مراقبت** تاریخ نمونه گیری: ۱۳۹۹/۰۷/۳۰ تاریخ آزمایش: ۱۳۹۹/۰۸/۰۸ تاریخ چاپ: ۱۳۹۹/۰۸/۱۲

Test	Result		Method	Test	Result		Method
	Current	Previous			Current	Previous	
	۱۳۹۹/۰۸/۰۸				۱۳۹۹/۰۸/۰۸		
Vis. @ 40°C - cSt			ASTM D445	Inorganic Chlorides -			ASTM D878
Vis. @ 100°C - cSt			ASTM D445	Inorganic Sulphates -mg/l			ASTM D878
Viscosity Index			ASTM D2270	Copper Corrosion@100°C			ASTM D130
Density -Kg/m3			ASTM D4052	Refractive Index			ASTM D1218
Specific Gravity @ 60/60°F			ASTM D4052	Interfacial Tension -mN/m			ASTM D971
Pour Point - °C			ASTM D97	Inhibitor (DBPC) -%wt			IEC 60666
Sediment & Sludge -%wt			60422AnnexC	DDF @ 90°C			IEC 60247
Flash Point (Closed) - °C			ASTM D93	Tg δ @ 90 °C	0.3356		
TAN -mg KOH/g	0.03		ASTM D974	Resistivity @ 90 °C -GΩm	1.72		
TAN -mg KOH/g			ASTM D664	Permittivity ε	2.13		
Moisture -PPM	14		ASTM D6304	PCB Content -mg/Kg			EPA/600/R-98/109
Color			ASTM D1500	Class Determination			IEC 60296
Breakdown Voltage -KV	63.2		IEC60156	Corrosive Sulfur			IEC 62535-Annex A
Oxidation Stability -°C/hr			IEC 61125C	Sulfur Content			ASTM D4294
TAN -mg KOH/g				Passivator(TTAA,BTA)-mg/Kg			IEC 60666
Sludge -%wt.				Appearance			Visual
DDF at 90 °C			IEC 60247	Cleanliness Level (P.C) Code			ISO 4406
Water Contents in the Paper (%)			equilibrium curve	گزارش آزمایش های تکمیلی (موارد علامت زده شده) به پیوست می باشد			
2-Furfural -mg/Kg	0.133		IEC 61198	<input type="checkbox"/> PC	<input type="checkbox"/> PD	<input checked="" type="checkbox"/> GC	
Degree of Polymerization							

ATK-F5101300

کد رهگیری: ۳۷۹ ۶۲۸۶

دستورکار: ۹۹۰۸۰۱۱۳

--	--	--

**Measurement of insulation resistance of windings**


System	R15 (MΩ)	R30 (MΩ)	R60 (MΩ)	R600 (MΩ)	DAR	Pi	V test	Temp. (°C)
HV/LV	71.0	87.0	98.1	122.7	1.12	1.25	5 kv	35
HV/Frame+E	68.9	73.6	75.8	78.0	1.03	1.03	5 kv	35
LV/Frame+E	65.1	73.8	82.4	114.3	1.12	1.39	5 kv	35

**Measurement of voltage ratio**

TAP	K UV/uv	K VW/vw	K WU/wu
1	2.402	2.403	2.402
2	2.341	2.341	2.340
3	2.292	2.291	2.289
4	2.231	2.232	2.225
5	2.176	2.177	2.174

**Measurement Of windings resistance**

Tap	Terminals measured (mΩ) At Temp.:35 (°C)		
	U-V	V-W	W-U
1	173	174	173
2	170	170	171
3	167	167	168
4	164	165	165
5	161	162	161
Low Voltage	Terminals measured (mΩ) At Temp.:35 (°C)		
	u-n	v-n	w-n
	13.66	13.65	13.69

<b>TEST BY :</b> 	<b>APPROVED BY :</b>	<b>PAGE NO :</b>
---	----------------------	------------------

### Captured Values

No.	Time	tan-δ	V RMS	I test RMS	tan-δ @20 °C	Cp	Frequency
1	18:45:45	5.455%	6.92297 kV	11.7572 mA	3.873%	5.39486 nF	50.0281 Hz

### Captured Values

No.	Time	tan-δ	V RMS	I test RMS	tan-δ @20 °C	Cp	Frequency
1	18:37:34	4.463%	9.06767 kV	6.19731 mA	3.169%	2.17654 nF	49.9264 Hz

### Captured Values

No.	Time	tan-δ	V RMS	I test RMS	tan-δ @20 °C	Cp	Frequency
1	18:39:28	5.200%	9.0926 kV	21.623 mA	3.692%	7.56853 nF	49.9388 Hz



---

### Captured Values

No.	Time	tan- $\delta$	V RMS	I test RMS	tan- $\delta$ @20 °C	Cp	Frequency
1	18:45:45	5.455%	6.92297 kV	11.7572 mA	3.873%	5.39486 nF	50.0281 Hz

### Captured Values

No.	Time	tan- $\delta$	V RMS	I test RMS	tan- $\delta$ @20 °C	Cp	Frequency
1	18:47:02	4.961%	4.07243 kV	6.10495 mA	3.522%	4.76615 nF	49.9991 Hz

### Captured Values

No.	Time	tan- $\delta$	V RMS	I test RMS	tan- $\delta$ @20 °C	Cp	Frequency
1	18:48:16	5.181%	4.07213 kV	13.025 mA	3.679%	10.1601 nF	50.0403 Hz

---

Name	CHL
Moisture in cellulose	4.3 %
Moisture category	wet
Moisture saturation	28.5 %
Bubbling inception temperature	121.0 °C
Compens. of aging by-products	yes
Oil conductivity	292.4 pS/m
Oil conductivity @ 20°C	80.5 pS/m
Oil category	unsatisfactory
Max. stop frequency reached	yes

Channel	CH1
Capacitance @ 50 Hz	5.418 nF
Capacitance @ 60 Hz	5.409 nF
Tan $\delta$ / power factor @ 50 Hz	6.26% / 6.26%
Tan $\delta$ / power factor @ 60 Hz	5.38% / 5.38%
C (10 mHz) / C (50 Hz)	39.414
Barriers (X)	12 %
Spacers (Y)	10 %
Polarization index	
DAR	1.168

#### Moisture categories

dry	< 2.2%
moderately wet	$\geq$ 2.2% and < 3.7%
wet	$\geq$ 3.7% and < 4.8%
extremely wet	$\geq$ 4.8%

#### Oil categories

very good	< 3 pS/m
good	$\geq$ 3 pS/m and < 20 pS/m
satisfactory	$\geq$ 20 pS/m and < 57 pS/m
unsatisfactory	$\geq$ 57 pS/m

Chart (DissipationFactor [%] / Frequency [Hz])



**تحليل نتائج روغن :**

**نتیجه اسدیته با تانژانت دلتای روغن نمی خونه**

**تحليل نتائج تست های الکتریکال :**

**نتایج تست های عایقی شامل میگر و تانژانت دلتا قابل قبول نمی باشد**

**تست FDS نشان از وجود رطوبت در عایق می باشد**

---

**پرو صحبت با مشتری روغن تعویض شده است زمانیکه اسدیته بالا بوده است**  
**پروسه تعویض روغن بدون دمونتاز اکتیوپارت شستشوی اکتیوپارت و مخزن انجام شده است**

---









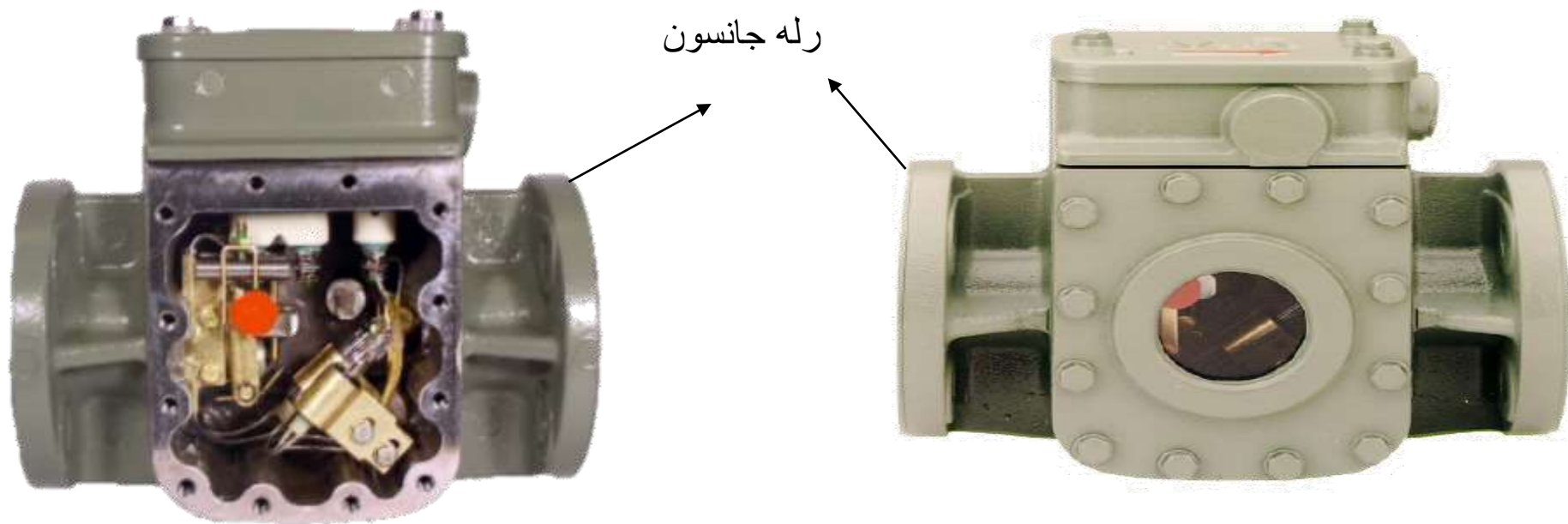


بسم الله الرحمن الرحيم

تجهيزات حفاظتي ترانسفورماتور

---

## *Protective relay*



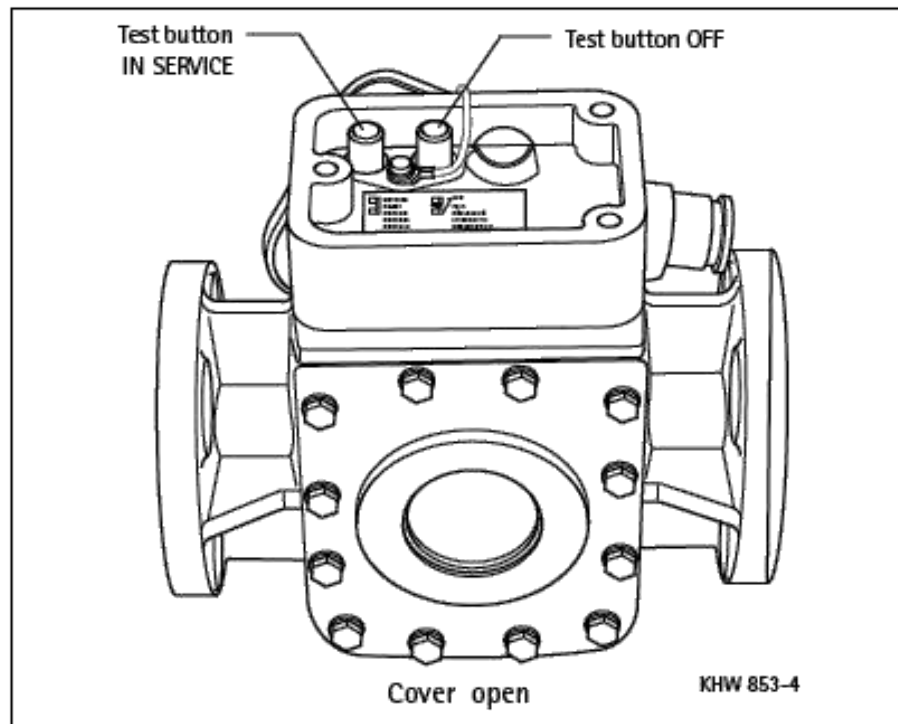


در هنگام نصب علامت بایستی به طرف کنسرواتور باشد



برای *reset* نمودن کنتاكت

برای تحريك کنتاكت



**Protection type:** IP 54

**Relay drive:**

Flap valve with aperture

**Response threshold:**

1.2 m/s: type A, V, H, MS, M,

3.0 m/s: type RM, R, T, G

**Oil flow speed on response (20°C):**

1.2 ± 0.2 m/s

3.0 ± 0.6 m/s

محل قرار گیری رله جانسون بر روی OLTC



R or Q

*Gas accumulation in protective relay*





مشاهده پرچم قرمز زمان عملکرد رله





## *Pressure relief valve*

• ترانس های توزیع و فوق توزیع (رادیاتوری) : *7 bar*.

• ترانس های هرمتیک وله ای : *3 bar*.

• ترانس های قدرت : *83 bar*.

• کلید های *On load* : *1.38 bar*.

---



### Operating pressure

4psi; 0.28bar (28kPa)

5psi; 0.35bar (35kPa)

6psi; 0.41bar (41kPa)

8psi; 0.55bar (55kPa)

10psi; 0.69bar (69kPa)

12psi; 0.83bar (83kPa)

15psi; 1.03bar (103kPa)

20psi; 1.38bar (138kPa)

25psi; 1.72bar (172kPa)

30psi; 2.07bar (207kPa)

## انواع شیر فشار شکن



*Pressure relief valve*



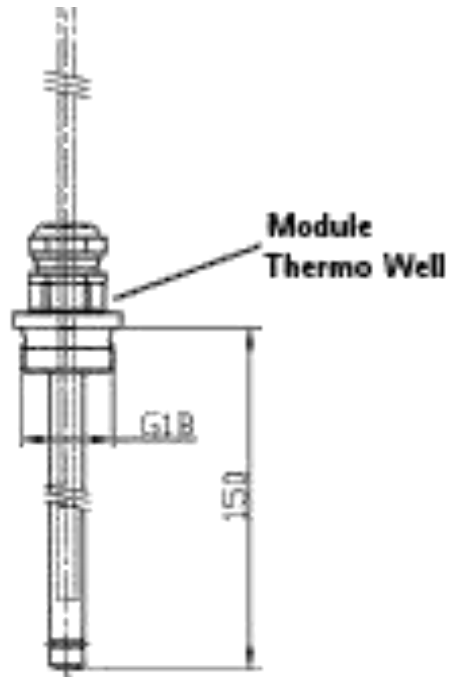
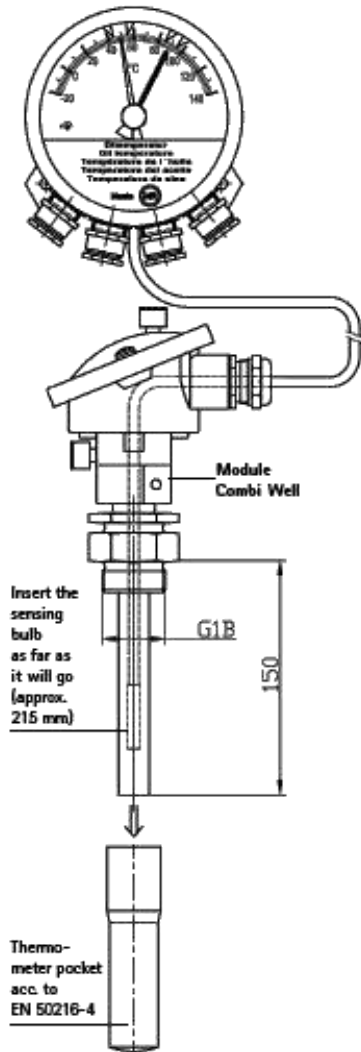


*Pressure relief valve have operated*



# انواع ترمومتر روغن

## Pt100 – combi well



# Oil Thermometer

Alarm

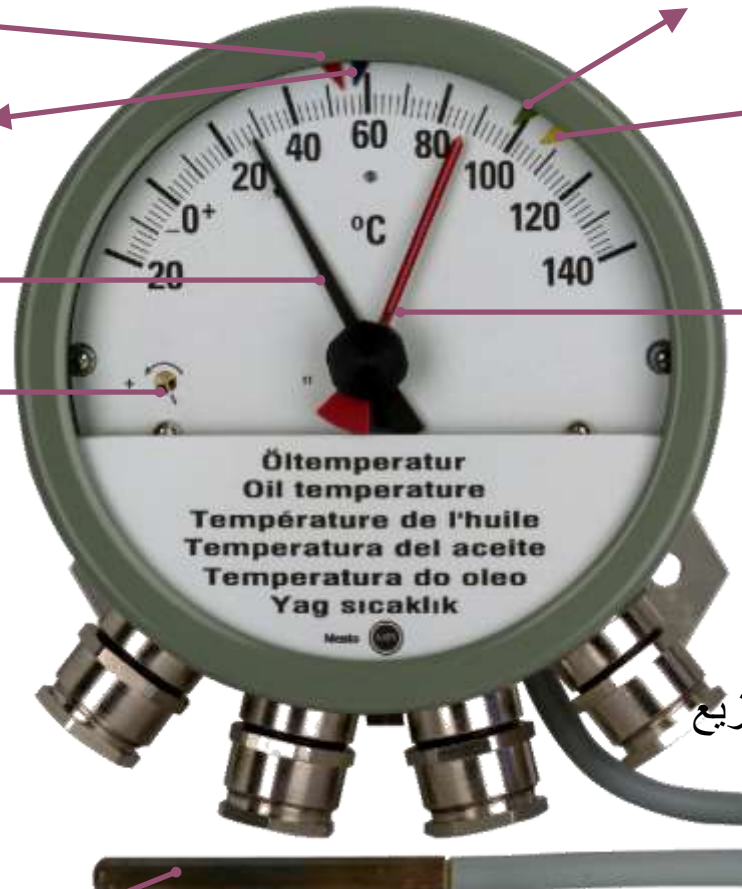
Off fan

On fan

Trip

نشانگر دمای  
روغن  
پیچ کالیبره

نشان دهنده ماکزیمم  
دمای کارکرد



این نوع ترمومتر در ترانس های فوق توزیع  
و قدرت مورد استفاده قرار می گیرد



سنسور روغن



## Oil Thermometer



Alarm

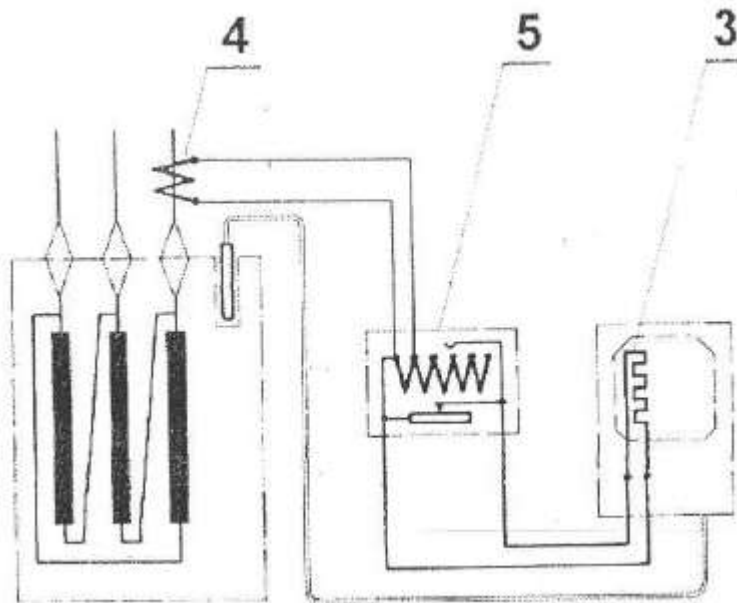
Trip

نشان دهنده ماکزیمم  
دمای کارکرد

پپیج برای *reset* نمودن نشان  
دهنده ماکزیمم دمای کارکرد

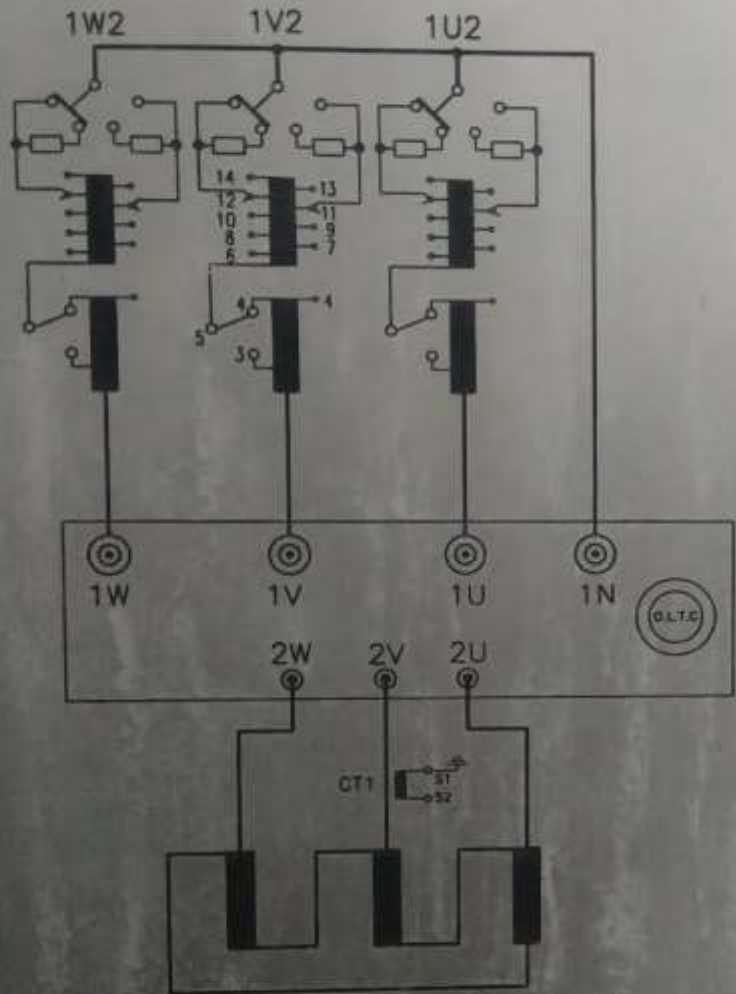
این نوع ترمومتر در ترانس های توزیع مورد استفاده قرار می گیرد

## *Winding thermometer*

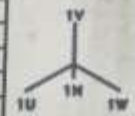


1. Oil filled pocket
2. Capillary tubing
3. Heating element
4. Current transformer C.T.
5. Matching unit
6. Matching resistance

Temp.Rise Oil/Wind k **55/60** Max. ambient temperature °C **45** Installation altitude m **1250**



HV-Side			
Pos.	Change over Selector	Tap selector Contacts	Voltage V
1	↑	14	72450
2		13	71400
3		12	70350
4		11	69300
5		10	68250
6	4-5	9	67200
7		8	66150
8		7	65100
9		6	64050
10		4	63000
11	↓	14	61950
12		13	60900
13		12	59850
14		11	58800
15		10	57750
16	3-5	9	56700
17		8	55650
18		7	54600
19		6	53550



LV-Side		
Current A	Voltage V	Connection
2566/2933	6300	

Current Transformers (CT)				
Code	Ins. Class	Burden VA	Ratio A/A	Connection
CT1	CL.3	10	2940/2	S1-S2

MADE IN IRAN

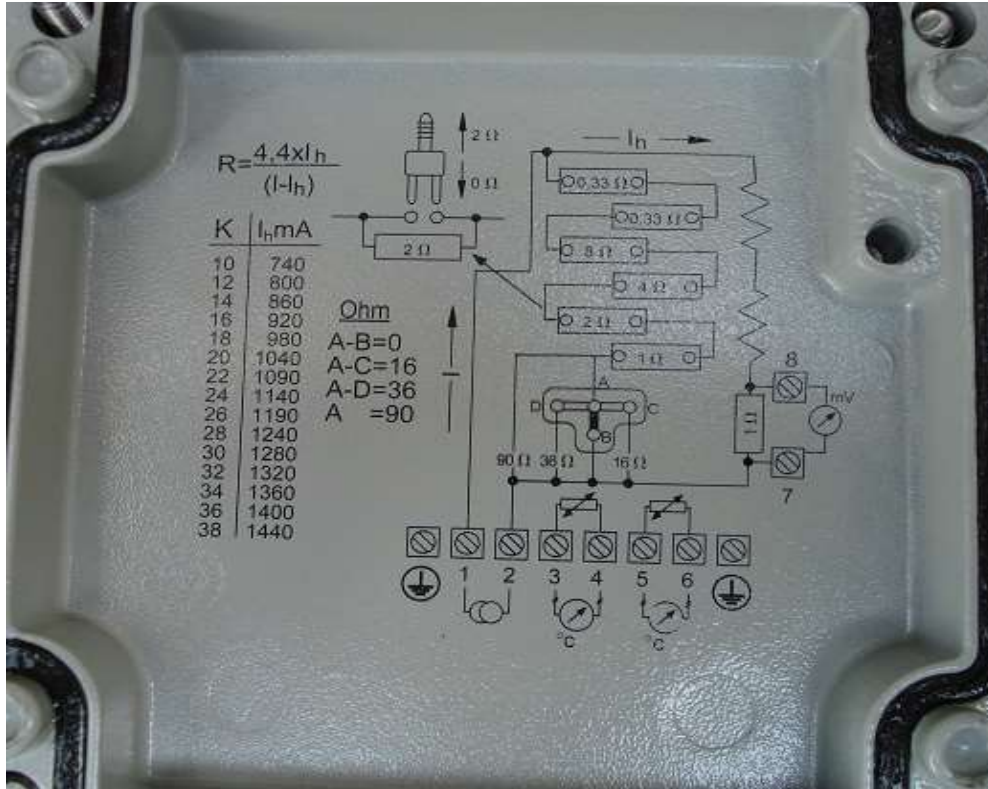
2541684

ساخت ایران

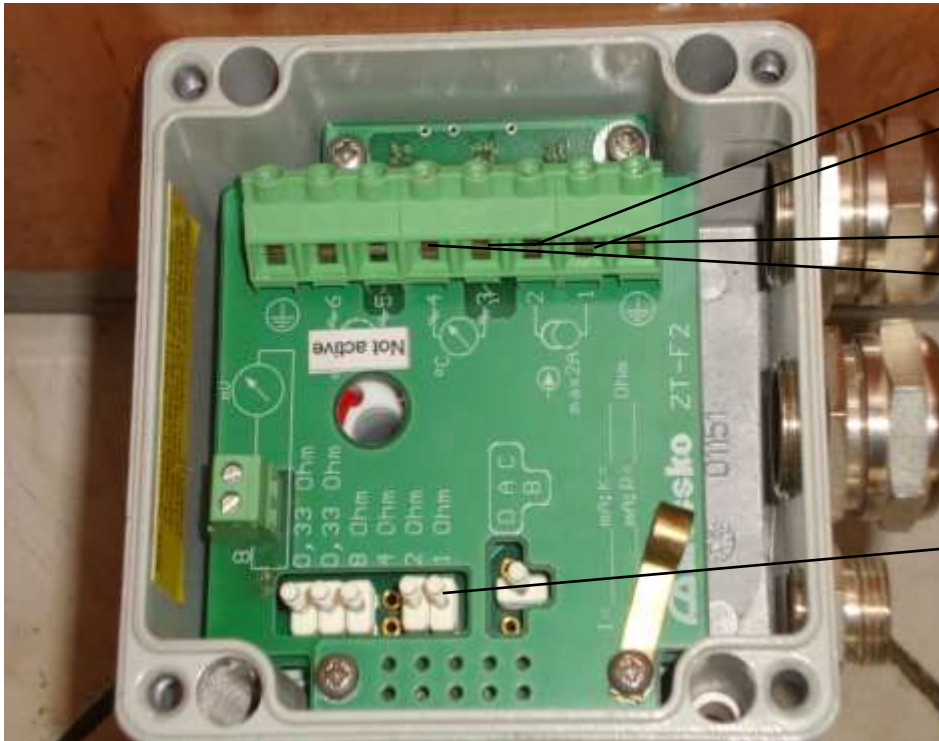


Ztf2

# مدار مربوط به مقاومت تنظیم کننده ZT-F2



# مدار مربوط به مقاومت تنظیم کننده ZT-F2

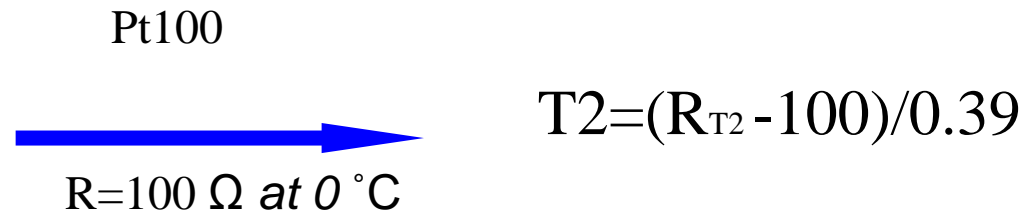


ورودی CT

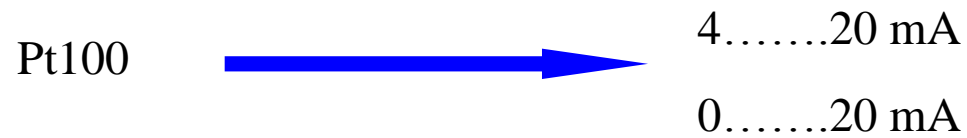
خروجی ZTf2 (مقاومت pt100)

پین های مربوط به تنظیم مقاومتها

- By Pt100



- By signal converter





Winding temperature: 0-160 °C



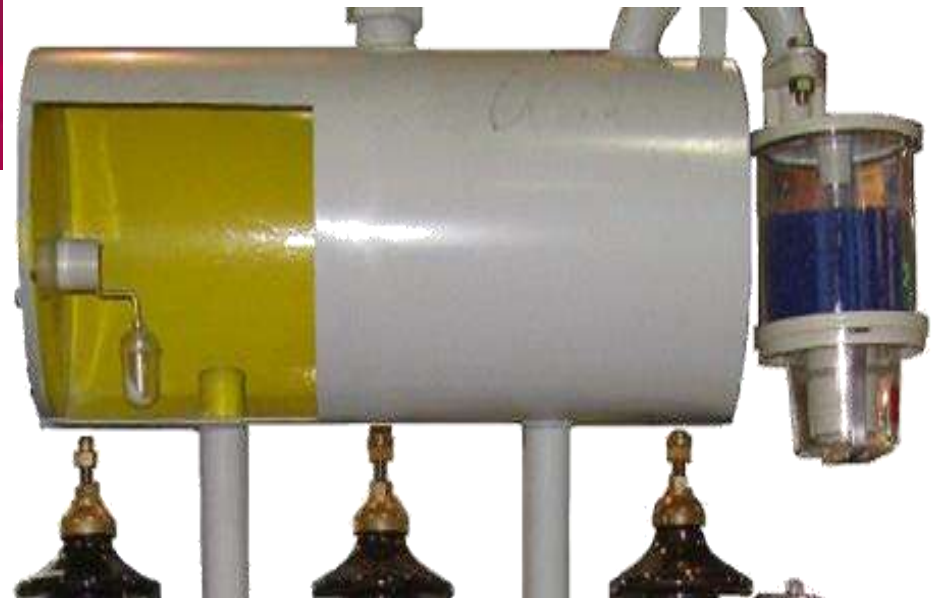
Oil temperature: -20-140 °C



# Oil Level



*Oil level without contact*





*Alarm* ←

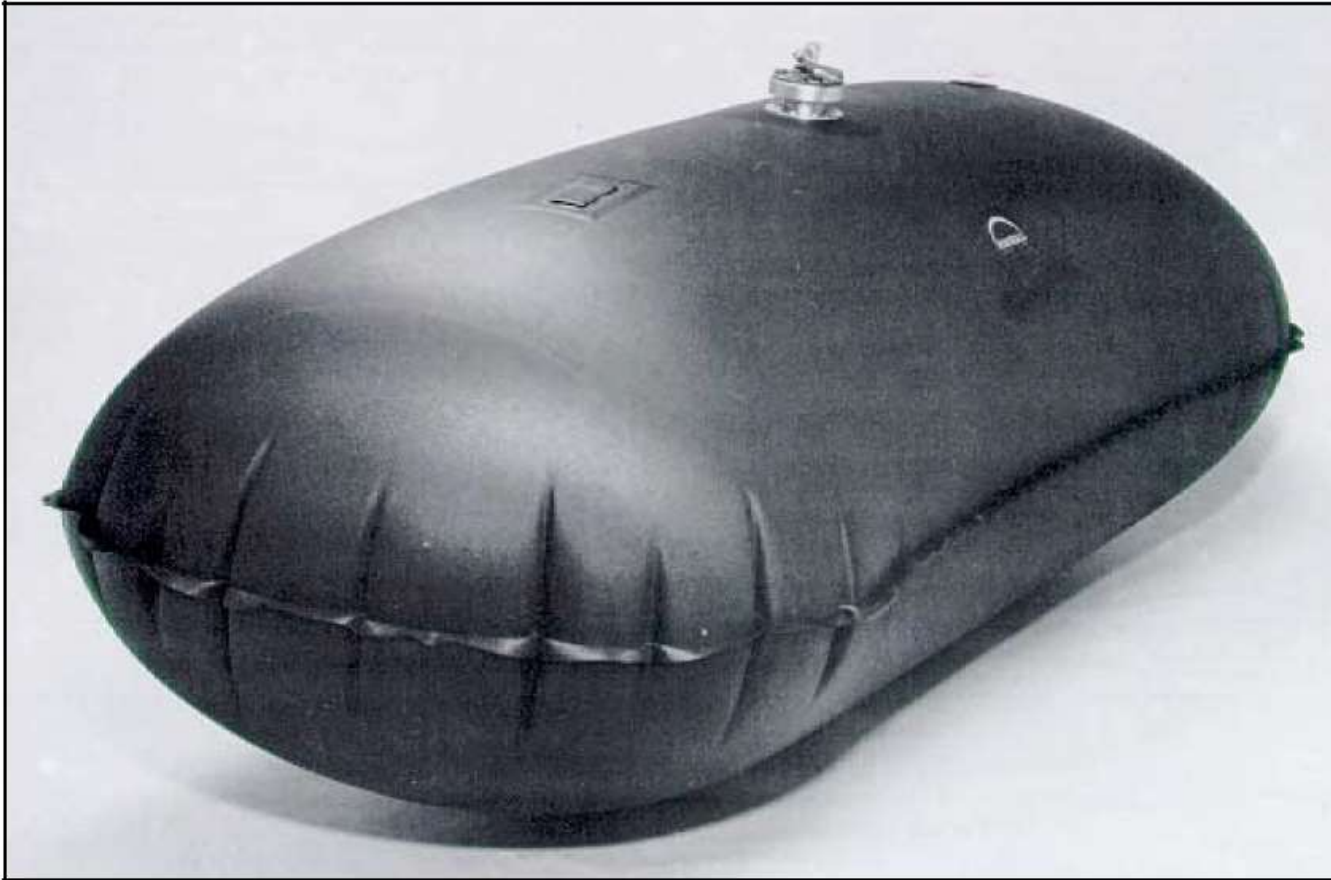
*Oil level of transformer in 20°C* ←

*Alarm* ←



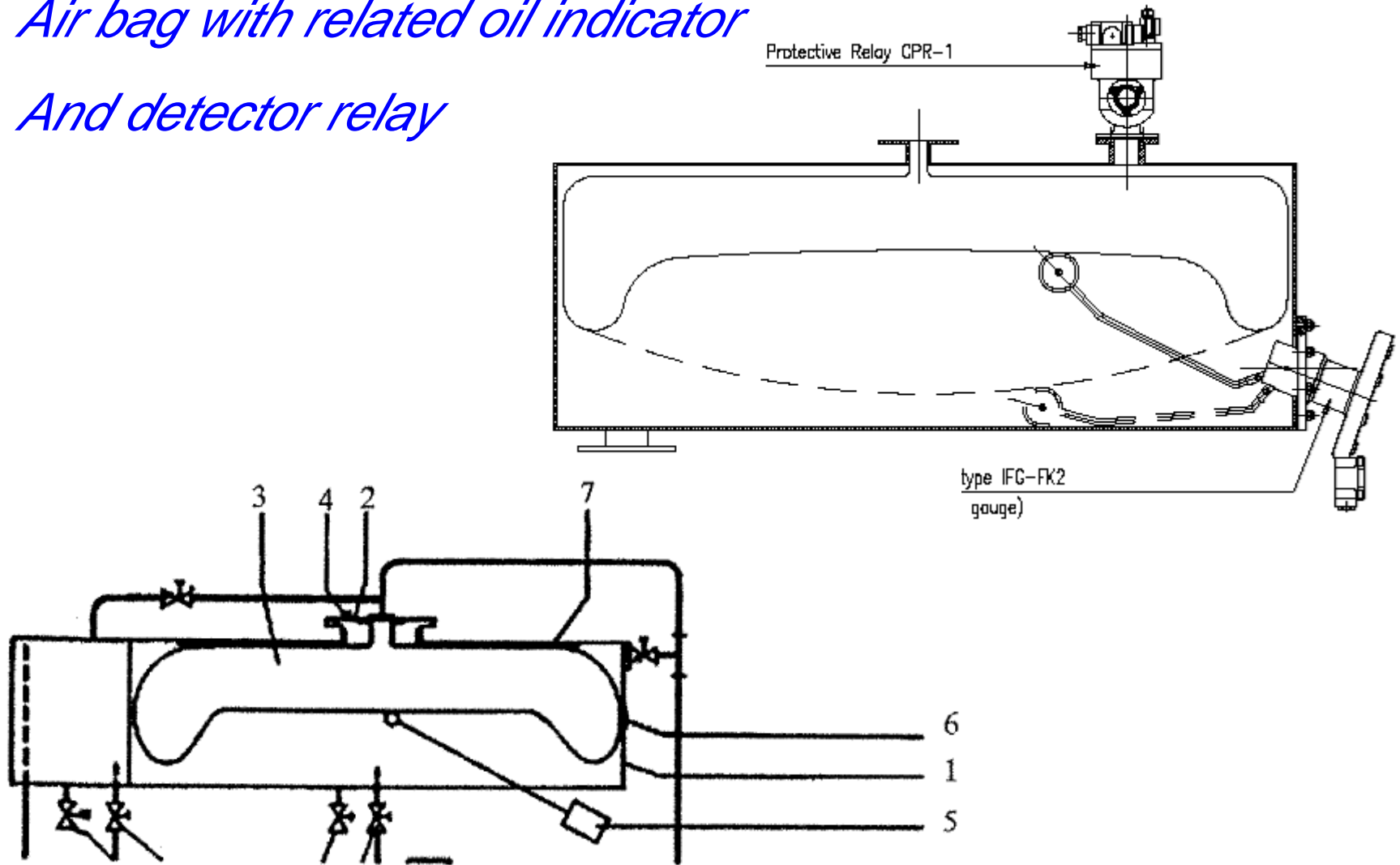


*Air bag*



*Air bag with related oil indicator*

*And detector relay*



# *Silica gel air breather*

## **Scope**

The function of the breather is to keep free from moisture the air, which is sucked into the conservator by temperature changes in oil-filled transformers. The device is filled with a highly effective damp absorbing substance, silica gel, which has the capacity to absorb water to approx. 20% of its own weight. Silicagel in the active state is orange, but as it becomes saturated with moisture it becomes neutral. Saturated gel can be used again after reactivation.

## **Construction and mode of operation**

The construction of the breather is shown in Fig. 1. The flange 1 is for connection to the tube from the expansion chamber. The silicagel container consists of a polycarbonate cylinder 2, the cover 3 and the end piece 4, the parts being held together by the bolt 5. The air is sucked in through holes in the end piece and continues through the oil and up through the silicagel as shown by the arrows in figure 1

---



ورق مسدود کننده

مواد سیلیکاژل

استکانک روغن

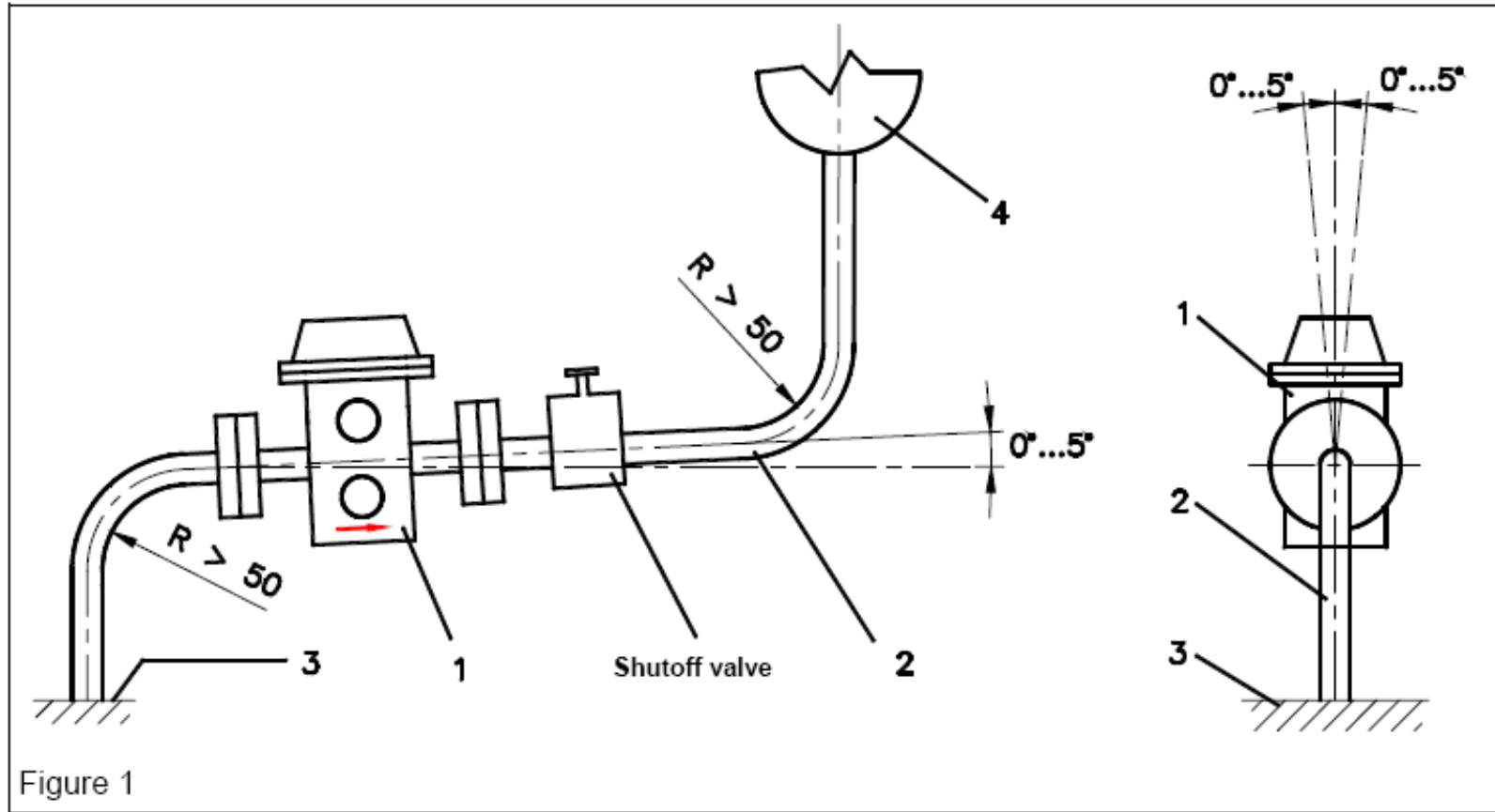


## *Non Return Valve*

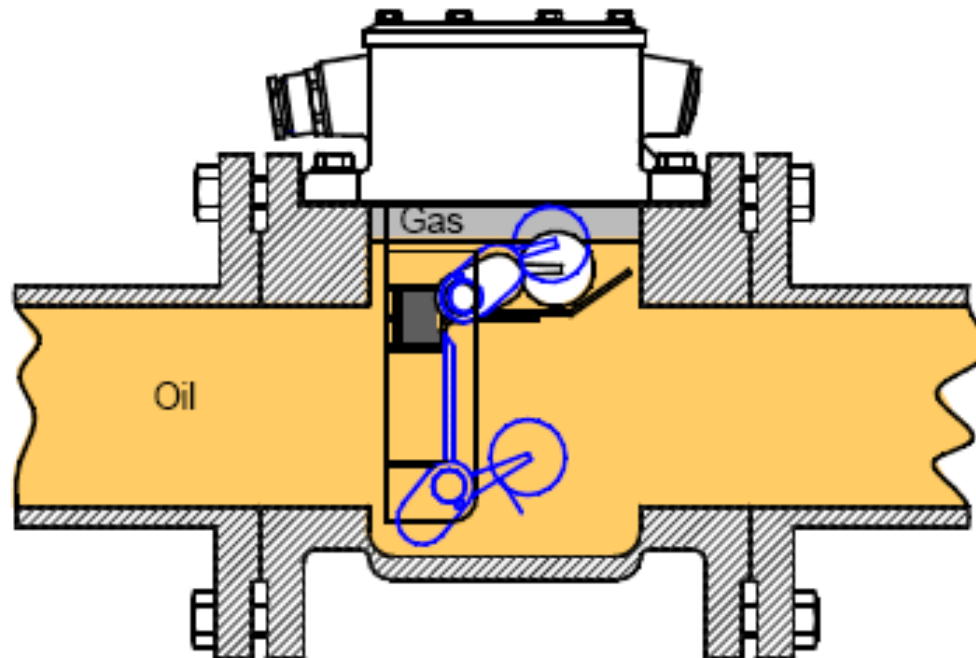
*The function of the non return valve is to quickly & effectively isolate the head tank from the transformer as soon as it detects abnormal oil flow (typically caused by rupture, lightning strikes, etc...)*



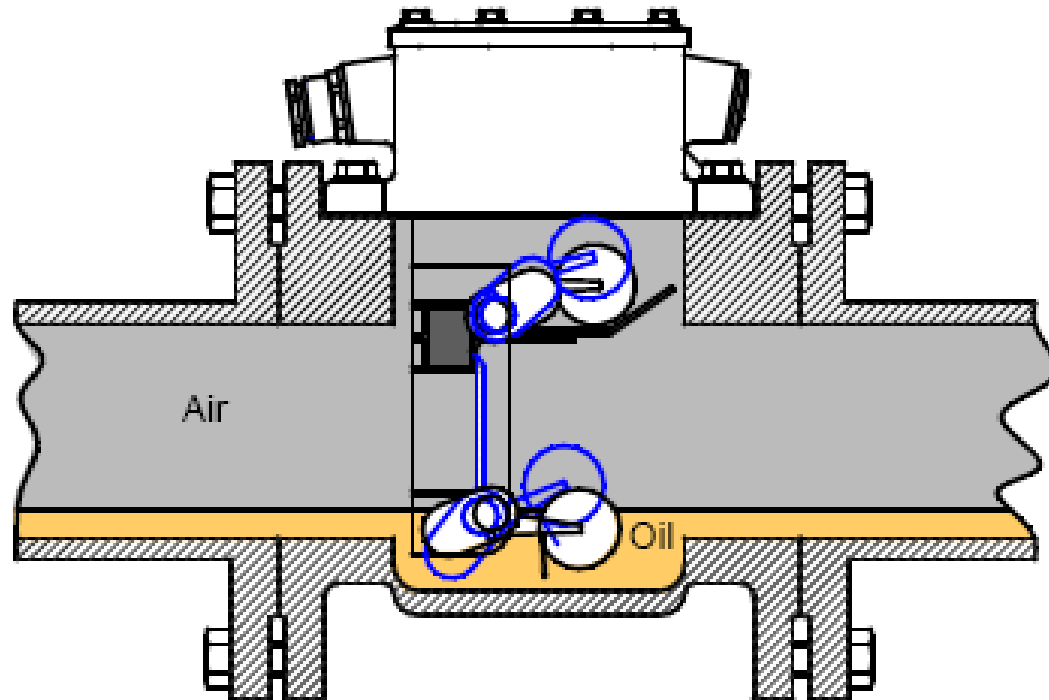
## *Buchholz relay installation*



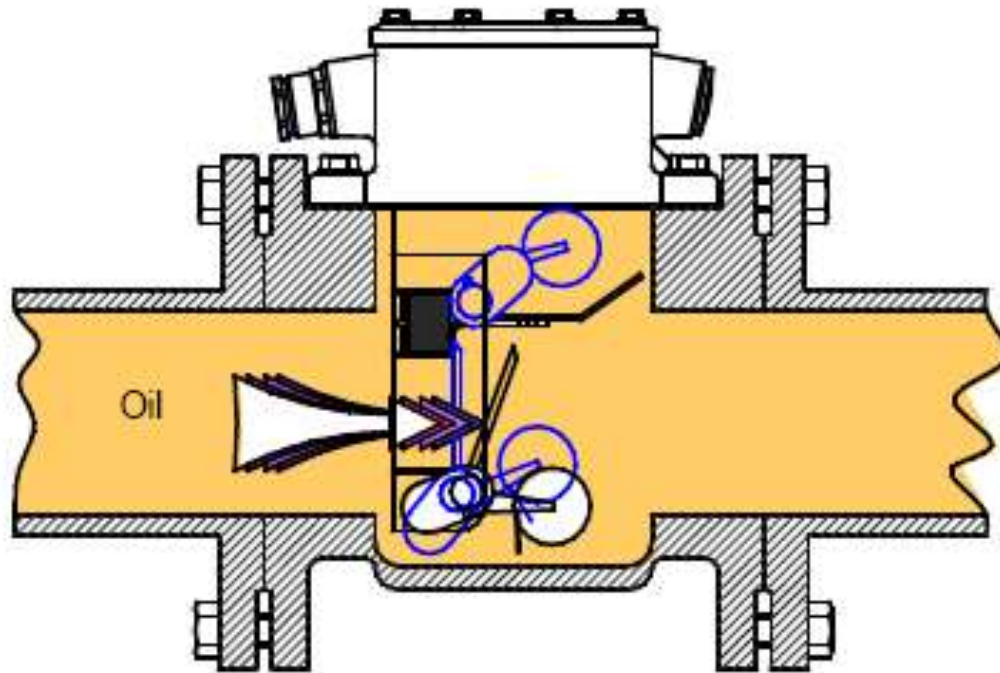
*Alarm Function : Gas accumulation*



*Trip Function : insulation liquid loss due to leakage*



*Trip Function : insulation liquid flow*



# انواع رله بوخهلتس



Figure 1A : casing with flange connection



Figure 1B : casing with thread connection

nominal diameter (DN) 25 mm	1.00 m/s $\pm$ 15%
nominal diameter (DN) 50 mm	1.00 m/s $\pm$ 15%
nominal diameter (DN) 80 mm	1.00 m/s $\pm$ 15% or 1.50 m/s $\pm$ 15% or 2.00 m/s $\pm$ 15%
Gas accumulation	200 cm <sup>3</sup> to 300 cm <sup>3</sup>

---

**Power <5 MVA :DR25**

**5MVA<Power <10 MVA :DR50**

**Power >10 MVA :DR80**

---



# متعلقات داخلی رله بوخهلتس

## Switchgear of a double-float Buchholz relay:

- upper float (1)
- lower float (1a)
- permanent magnet for upper float (2)
- permanent magnet for lower float (2a)
- one or two magnet contact tubes for  
upper switching system (3)
- one or two magnet contact tubes for  
lower switching system (3a)
- frame (4)
- mechanical testing device (5)
- damper (6)

The damper is hold by permanent magnets and acts  
on the lower switching system.

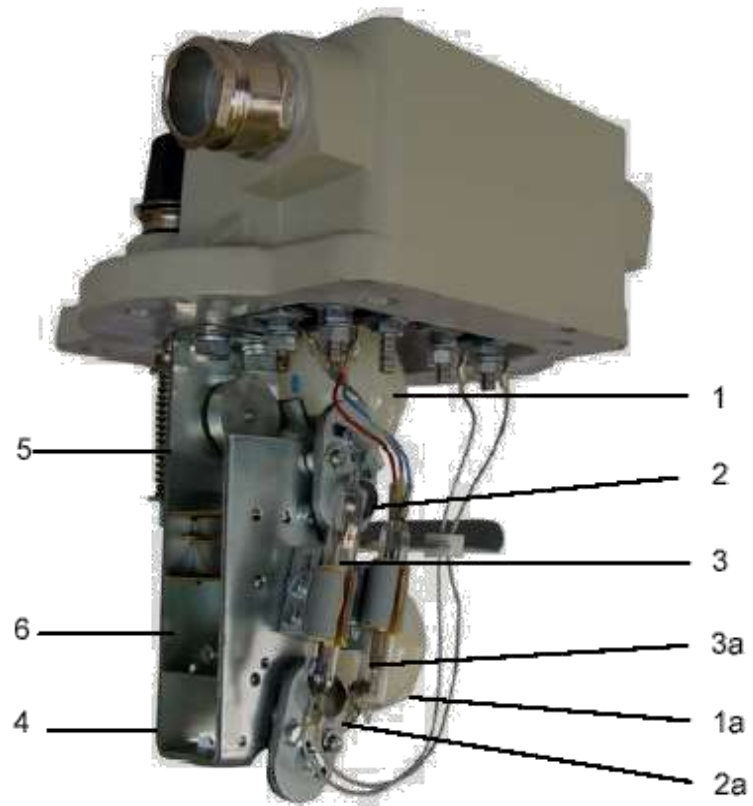
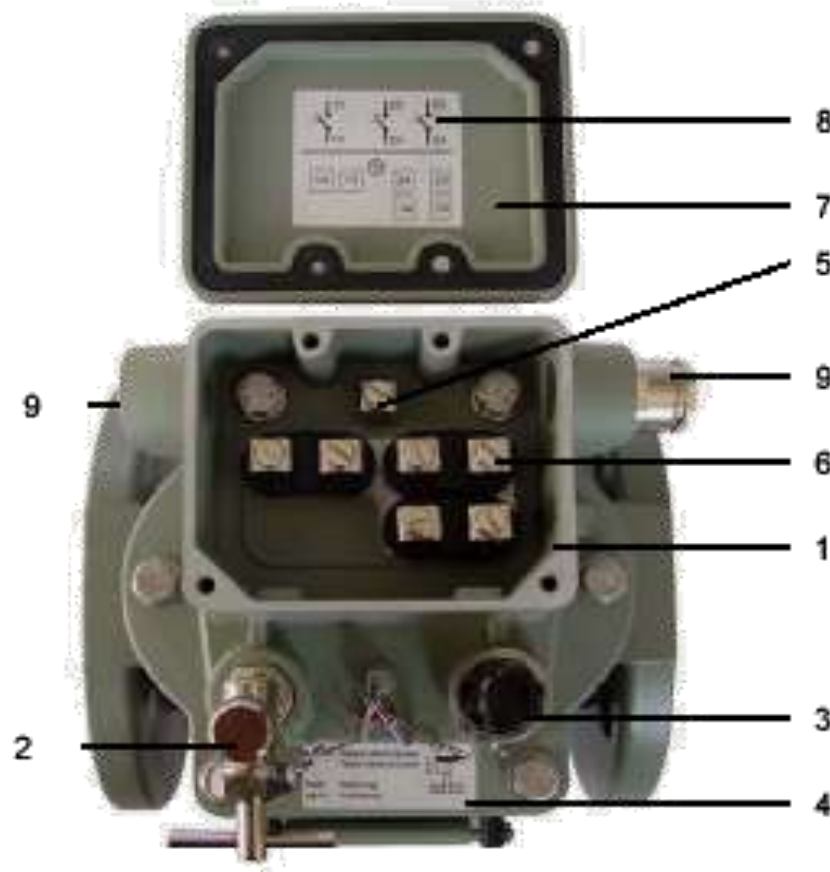


Figure 3B : Switchgear of a double-float  
Buchholz relay

# ترمینالهای رله بوخهلتس



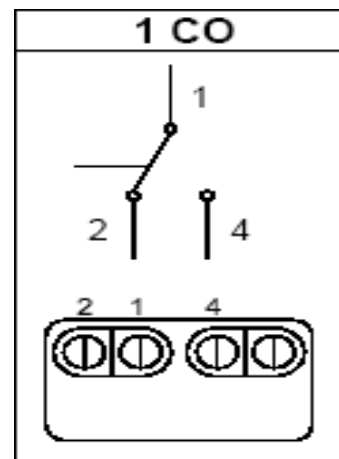
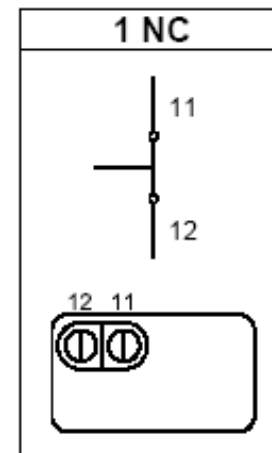
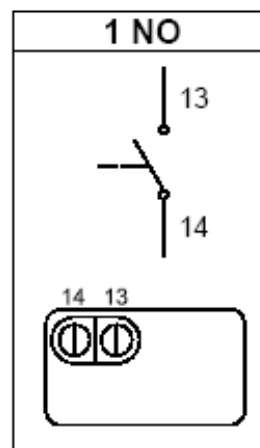
## Cover (Figure 2)

The cover is a weather-resistant casting of light alloy and is provided with a paint coat. Terminal box (1), test valve (2) and test key, covered by a cap nut (3) as well as a plate for operation of the test key (4) are arranged above the cover. The terminal box has an earthing contact (5) and at most eight electrical connectors (6). By the number of these connectors the design of the switching systems concerning kind and quantity of the magnet contact tubes is determined. The aluminium cap (7) seals the terminal box. If the cap is opened the contact setting (8) can be seen.

The cable may be optionally brought in through one of both cable glands (9).

Figure 2 : cover with dismantled cap

# کنتاکت های NO, NC, CO

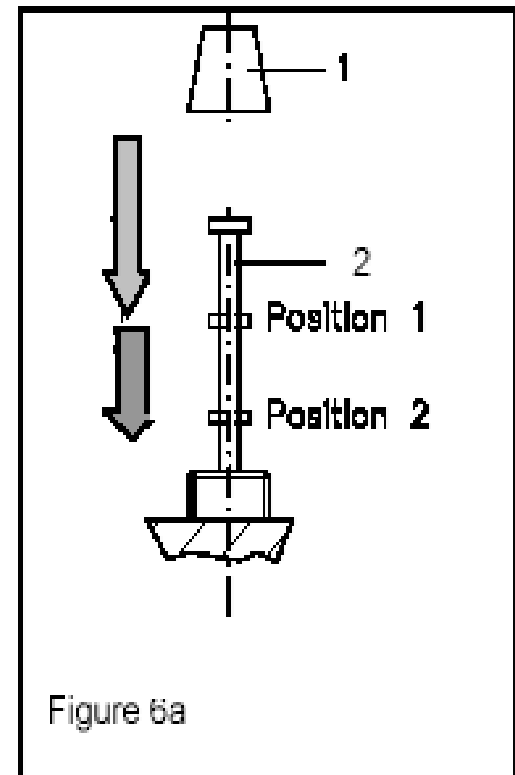


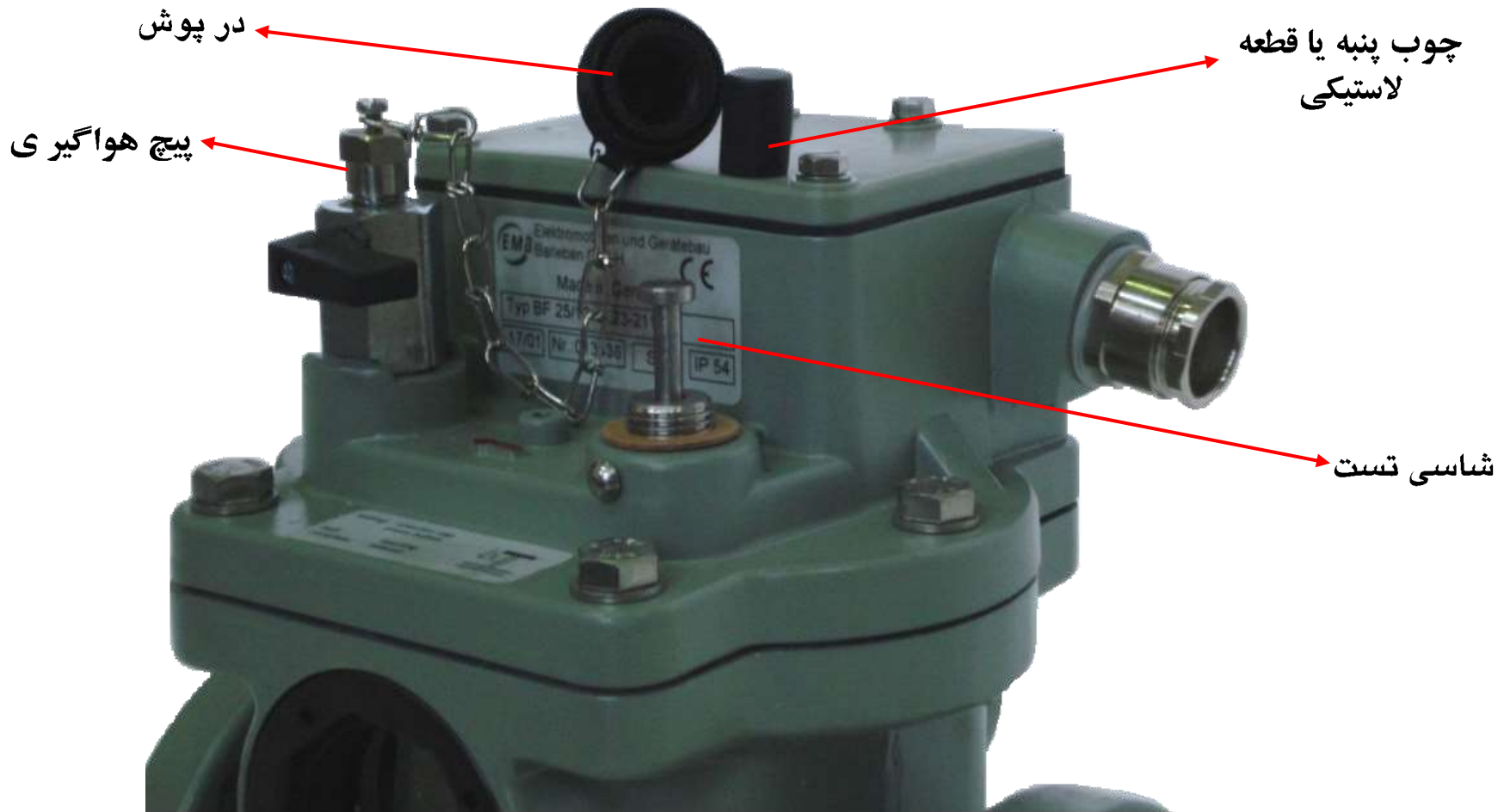
# تست رله بوخهلتس توسط شاسی تست

## 5.1.2. Double-float Buchholz relay (Figure 6a)

Proceed as follows:

- Remove the large cap nut (1).
- Press the test button (2) down to position 1 and keep depressed.  
(check of upper switching system – warning)
- Obtain verification of correct function from the control room.
- Press the test button down to position 2 (stop position) and keep depressed.  
(check of lower switching system – shutdown)
- Obtain verification of correct function from the control room.
- Release the test button.





در پوش

چوب پنبه یا قطعه  
لاستیکی

پیچ هواگیری

شاسی تست

## هسته پنج ستونه





