11. Instruments used for the tests:

- Turn ratio meter PWR 3-A serial nr.0928-5305;
- Microohmmeter-MRC6105N-serial nr.0928-5306;
- Wattmeter " Yokogava"-WT1600 serial nr.91J702269;
- Cast resin VT Cl.3.6kV(1500-3000/100V)-VKM24/2/H-serial nr.:
- 345080101; 345080102; 345080103;
- Cast resin CT(25-300/5A)-AOS-serial nr.: 09195334; 09195335; 09195336;
- Capacitor divider(100V/100kV)- serial nr.1954
- Digital thermometer type HI 8757 serial nr.1203939
- Mechanical chronometer type Slava serial nr.0521682

Notes: 1. The results from the tests are referred for the tested product only.
2. Reproduction or copying of the contents of this report in any other form unless its complete photocopying is not allowed without written consent from LTC-TEST.

TESTED BY :

1. Oleg Tsvetanov:..... (signature)

2. Vasil Vasilev:..... (signature)

Head of "LTC-TEST" :.....

Eng. Katerina Raicheva
(signature and stamp)

TEST REPORT

№0007-2/25.03.2016

1. Three phase oil-immersed shunt reactor, hermetically sealed,
   PM 400-20, Y, №249477, 2016

2. Customer : LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street
   order 0006/26.02.2016

3. Manufacturer: LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street

4. Test methods used : IEC 60076-2-cl.7.3.2;

5. Date on which the product was received in test room: 23.03.2016

6. Tests performed:

   6.1. Temperature rise test – IEC 60076-2

7. Test date: 25.03.2016

8. Test result: The product passed the tests

9. The report contains: 9 pages.....

Head of "LTC-TEST" .....

Eng. Katerina Raicheva
(signature and stamp)

10. Test results:

Power	**400 kVAr**
Cooling	**ONAN**
Insulation class	**125/50/24**

Frequency	**50 Hz**
Overtemperature	**60K-65K**
Type	**PM400-20**

Year of production	**2016**
Vector group	**Y**
Coeff.Temperat.Material	**235**

Voltage (V)	20000
Tapping's(kVAr)	400 / 360 / 320
Current (A)	11.55 / 10.39 / 6.24
Connection	Star
Insulation class (kV)	24

Ratio	*20000V Temperature reference (°C)* ***75***
	Load losses (Watt)
Guaranteed value	3300
Tolerance (%)	+5%
Measured value	3435
Deviation (%)	+1.4%

MEASUREMENT OF WINDINGS RESISTANCES BEFORE HEATING

Measure temperature : ***14°C***

Winding	20000V		
K			*[Ω]*
Phases			
1V-1W			13,415

FINAL RESULTS

WINDINGS

RESULTS AT THERMIC REGIME		**HV**	
T1	Ambient temperature	17,27	°C
To	Maximum temperature of the oil	62,93	°C
Tra	Temperature in the upper part of the radiators	48,55	°C
Trb	Temperature in the lower part of the radiators	33,66	°C
DTm	Average over temperature of the oil To-(Tra-Trb)/2-T1	38,22	K

RESULTS AT SWITCHED OFF LOAD			
T1	Ambient temperature	17,27	°C
Ro	Resistance of the windings at the moment of switched off load	16,599	Ω
T	Maximum temperature of the oil	61,61	°C
Tra	Temperature in the upper part of the radiators	47,58	°C
Trb	Temperature in the lower part of the radiators	32,88	K

DTm Average over temperature of the oil To-(Tra-Trb)/2-T1 | 36,99 | K

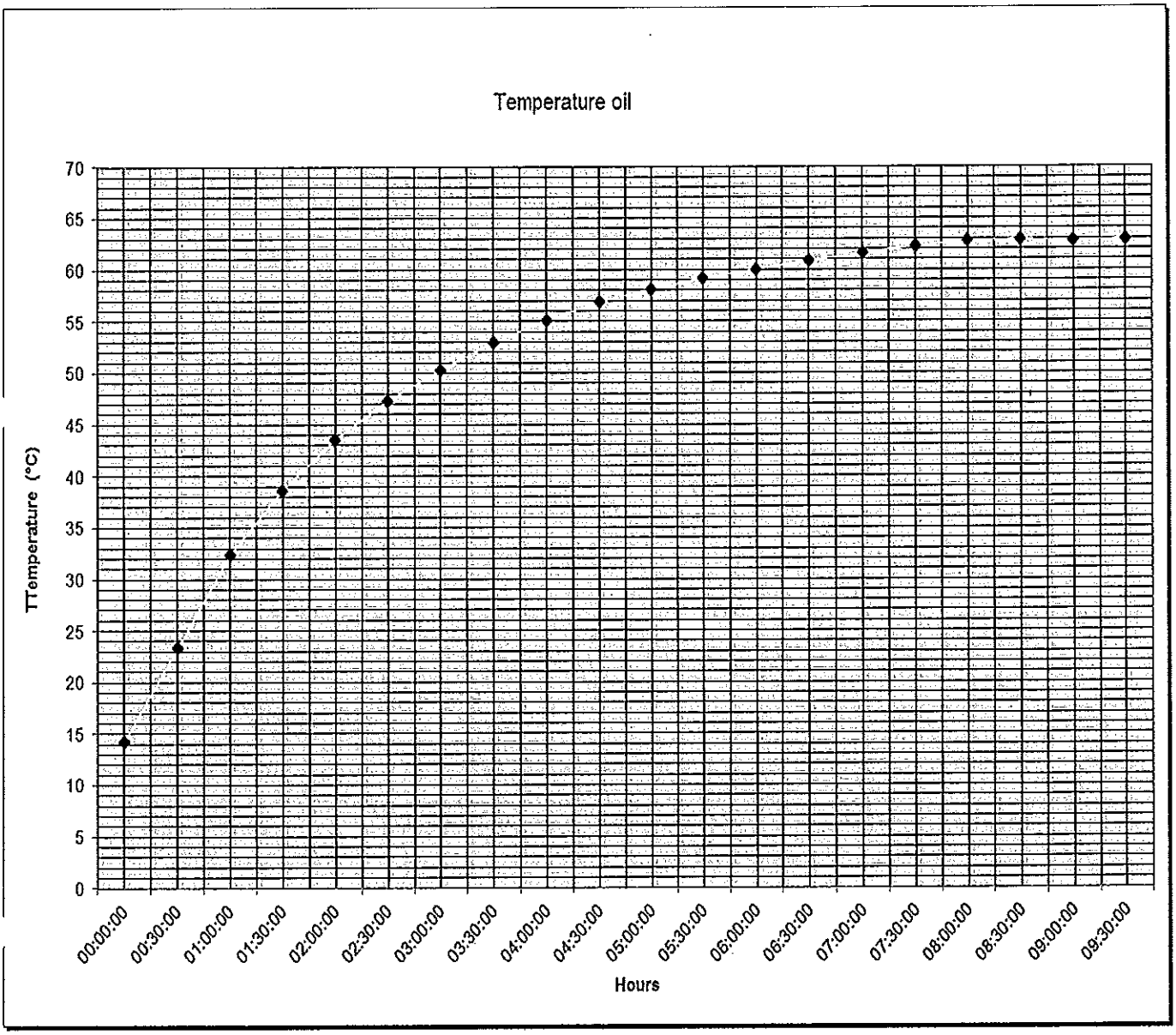
OVERTEMPERATURE OF THE WINDINGS TOWARDS THE AMBIENT TEMPERATURE

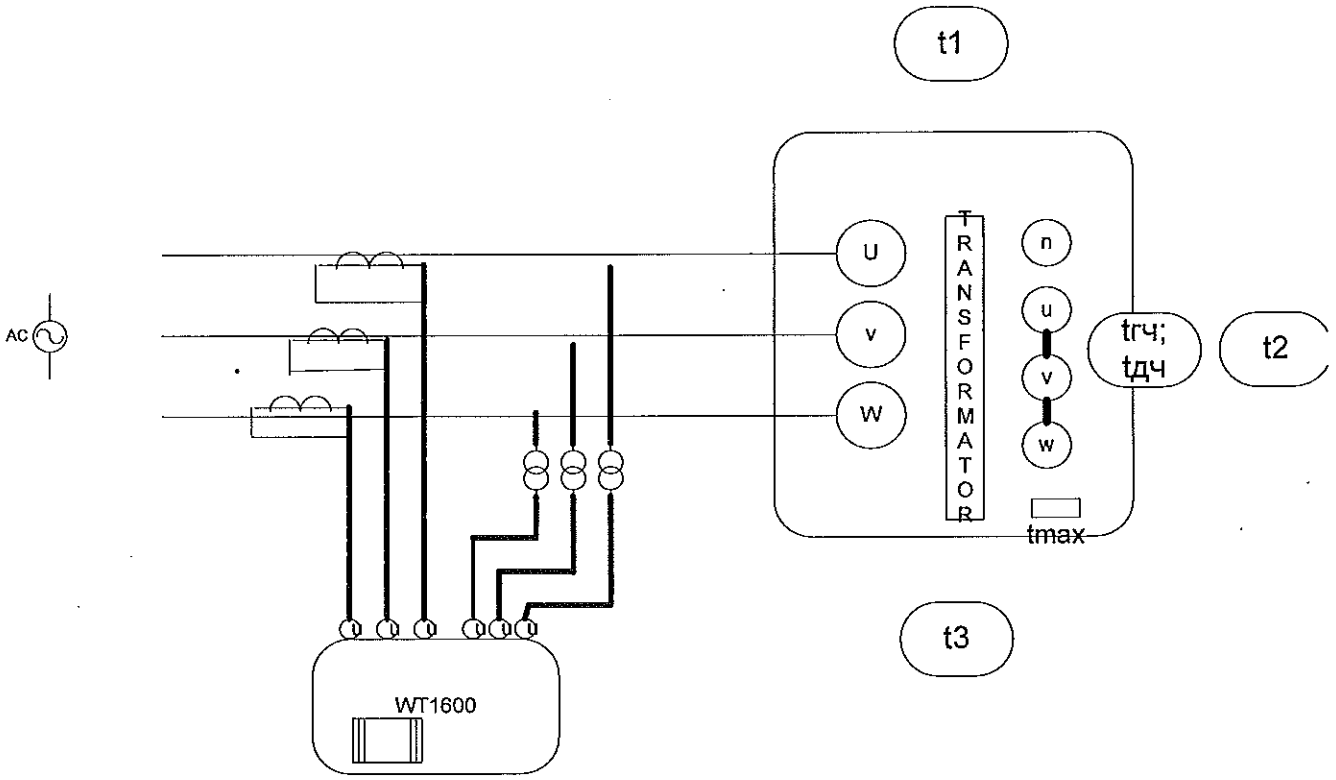
DT2	Overtemperature of the windings at switched off load(R1/R0)*(235[225]+To)-235[225]-T1	55,83	K
Dto	Maximum overtemperature of the oil at switched off load	45,66	K
Dtcu	Overtemperature of the windings towards the ambient temp. DT2+(DTm-DTm1)	**57,05**	K

10.1 Temperature rise test:

Hours	CH 1 Ambient (°C)	CH 2 Ambient (°C)	CH 3 Ambient (°C)	CH 4 Max. (°C)	CH 5 Upper rad. (°C)	CH 6 Lover rad. (°C)
00:00:00	13,00	13,20	13,00	14,20	14,20	13,00
00:30:00	13,00	13,20	13,00	23,39	19,72	13,78
01:00:00	13,00	13,20	13,00	32,37	25,99	16,75
01:30:00	13,50	13,20	13,80	38,54	30,88	19,83
02:00:00	13,80	14,00	13,80	43,56	34,30	22,70
02:30:00	14,00	14,20	14,00	47,23	37,02	24,70
03:00:00	14,20	14,20	14,20	50,24	38,94	25,81
03:30:00	14,80	14,50	14,50	52,90	41,04	27,35
04:00:00	15,50	15,00	15,00	55,05	42,59	28,74
04:30:00	16,20	15,70	15,50	56,89	43,44	29,72
05:00:00	16,00	16,00	15,50	58,12	44,74	30,48
05:30:00	16,30	16,20	15,80	59,19	45,69	30,99
06:00:00	16,70	16,50	16,00	60,04	46,32	31,39
06:30:00	17,00	16,40	17,00	60,91	46,42	32,03
07:00:00	17,00	16,50	17,00	61,59	47,55	32,52
07:30:00	17,20	16,80	17,00	62,31	48,18	32,86
08:00:00	17,40	17,00	17,00	62,83	48,44	33,30
08:30:00	17,60	17,00	17,20	62,87	48,41	33,42
09:00:00	17,85	16,89	17,12	62,85	48,47	33,46
09:30:00	17,80	17,00	17,00	62,93	48,55	33,66

Measurements were performed with expanded uncertainty 6% for temperature and the confidence level P = 95%.


Temperature oil
Temperature (°C)
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
00:00:00
00:30:00
01:00:00
01:30:00
02:00:00
02:30:00
03:00:00
03:30:00
04:00:00
04:30:00
05:00:00
05:30:00
06:00:00
06:30:00
07:00:00
07:30:00
08:00:00
08:30:00
09:00:00
09:30:00
Hours

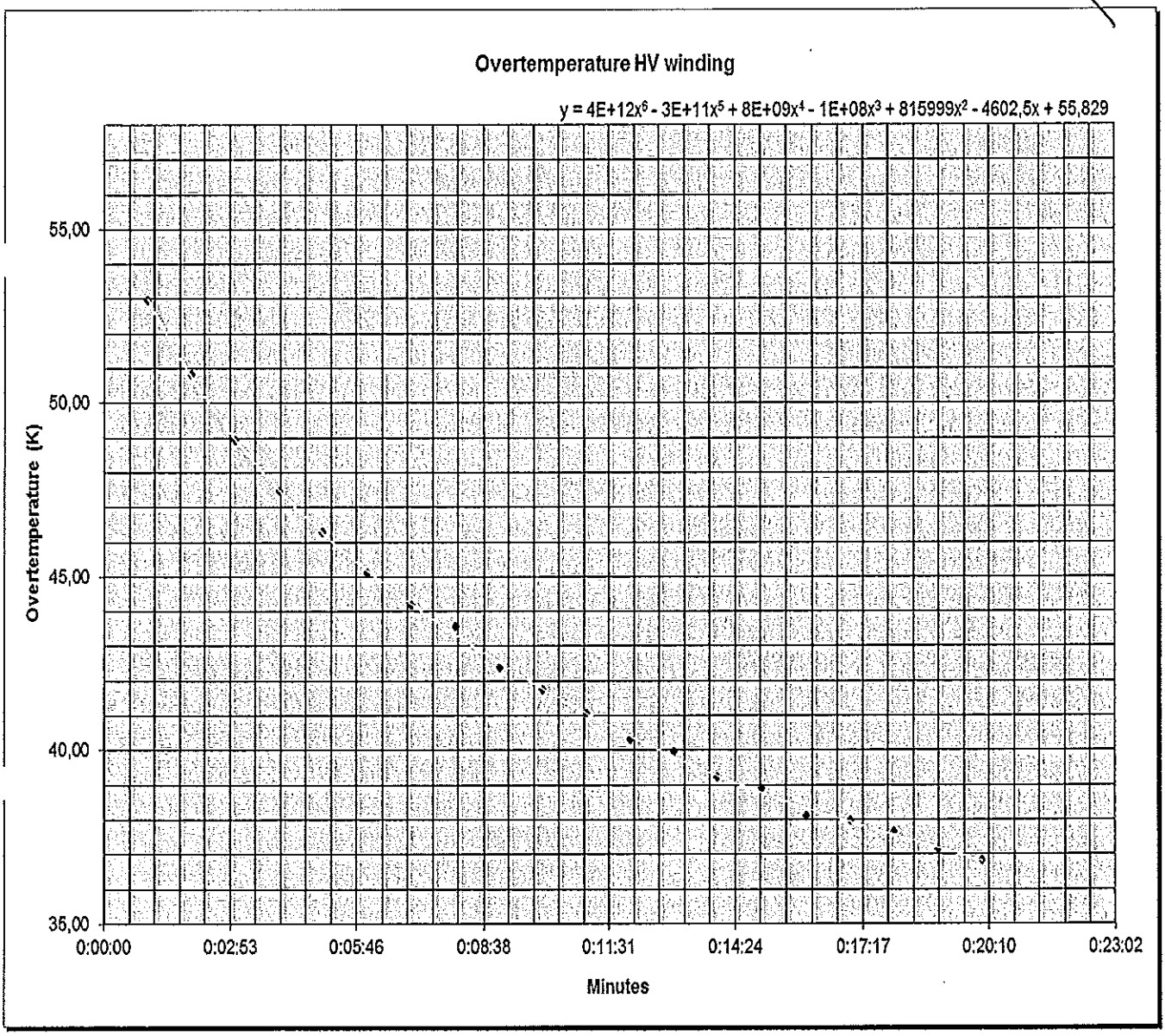


10.2 Measurement of winding resistance after shutdown:

phase V - W			
Minutes		Ω	ΔT
0:01:00		16,445	52,97
0:02:00		16,329	50,82
0:03:00		16,227	48,92
0:04:00		16,148	47,46
0:05:00		16,085	46,29
0:06:00		16,022	45,12
0:07:00		15,972	44,19

0:08:00		15,938	43,56
0:09:00		15,875	42,39
0:10:00		15,841	41,76
0:11:00		15,804	41,07
0:12:00		15,763	40,31
0:13:00		15,744	39,96
0:14:00		15,705	39,24
0:15:00		15,688	38,92
0:16:00		15,645	38,12
0:17:00		15,637	37,97
0:18:00		15,62	37,66
0:19:00		15,592	37,14
0:20:00		15,575	36,82

Measurements were performed with expanded uncertainty 0,5% for resistance and the confidence level P = 95%.


Overtemperature HV winding
y = 4E+12x⁶ - 3E+11x⁵ + 8E+09x⁴ - 1E+08x³ + 815999x² - 4602,5x + 55,829
Overtemperature (K)
55,00
50,00
45,00
40,00
35,00
0:00:00
0:02:53
0:05:46
0:08:38
0:11:31
0:14:24
0:17:17
0:20:10
0:23:02
Minutes

11. Instruments used for the tests:

- Microohmmeter-MRC6105N-serial nr.0928-5306;
- Wattmeter " Yokogava"-WT1600 serial nr.91J702269;
- Cast resin VT Cl.3.6kV(1500-3000/100V)-VKM24/2/H-serial nr.: 345080101;345080102;345080103;
- Cast resin CT(25-300/5A)-AOS-serial nr.: 09195334;09195335;09195336;
- Resistance thermometer Pt 100, type 448/2012 - serial nr. 1,2,3,4,5,6,7;
- Mechanical chronometer type Slava serial nr. 0521682 .

Notes: 1. The results from the tests are referred for the tested product only.
2. Reproduction or copying of the contents of this report in any other form unless its complete photocopying is not allowed without written consent from LTC-TEST.

TESTED BY :

1. Oleg Tsvetanov:..... (signature)

2. Vasil Vasilev:..... (signature)

87

Head of "LTC-TEST" : .....

Eng. Katerina Raicheva
(signature and stamp)

TEST REPORT

№ 0007-3/26.03.2016

CUSTOMER: LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street

SUBJECT: : Three phase oil-immersed shunt reactor, hermetically sealed
400kVAr - 20kV

REF. CUSTOMER № 6 *Dated:* 26-Feb-16

REF. CONSTRUCTOR

TEST ROOM : "LTC - TEST" Pernik

OBJECT OF THE TEST : Test is carried out to determine the conformity of the product to the customer order.

DATE OF ISSUE 26-Mar-16

RECEIVER COPY LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA

THE TESTER FOR CUSTOMER

	TEST LABORATORY "LTC - TEST" TO "LTC" Ltd.	FC 5.10 – 1/9
	LIGHTING IMPULSE TEST	Page 2 | All pages 6
		Revision 0

Serial № 249477

Power	400 kVAr
Cooling	ONAN
Insulation class	125/50/24

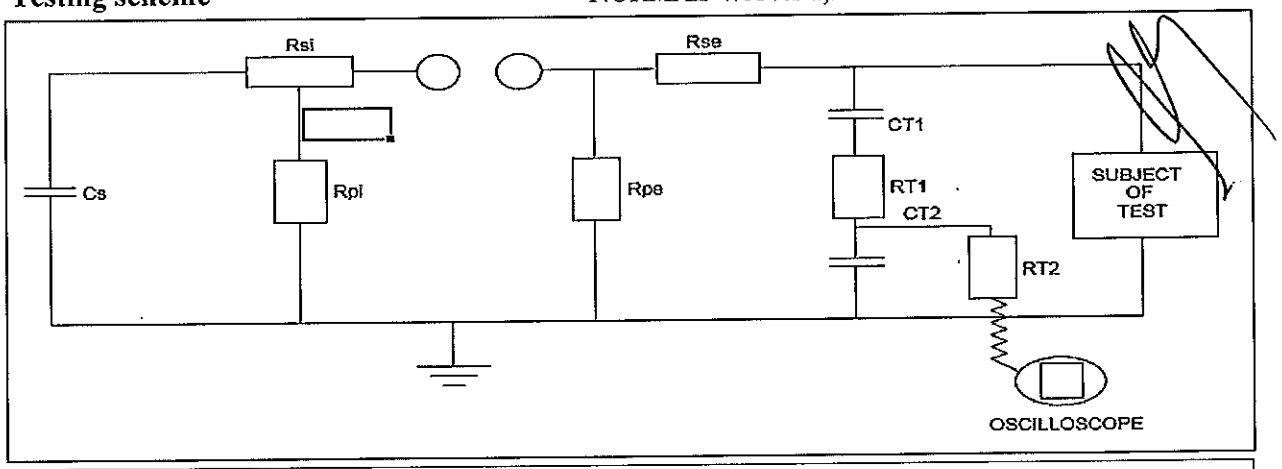
Frequency	50 Hz
Overtemperature	60K-65K
Type	PM400-20

Year of production	2016
Vector group	Yzn5
Standard	IEC60076-3

Voltage (V)	20000
Tapping's	±2x2.5%
Current (A)	11.55
Connection	Star
Insulation class (kV)	24

IMPULSE TENSION: 125kV **POLARITY: NEGATIVE**

Testing scheme NORMAL WAVE 1,2 ±30% / 50 ±20%



Impulse generator "AME"
Total max load of tension 400kV - Energy at max load of tension- 20 kJ
Number of arms : Four arms in serial

CALIBRATION CONSTANT FOR IMPULSE TEST:

K = 6794.8

Result from the test:	POSITIVE
Date: **26.03.2016**	**LTC-TEST** БЪЛГАРИЯ **Customer**

OIL - IMMERSED SHUNT REAKTOR

400kVAr - 20kV

1.REQUIREMENTS OF THE TEST:

The impulse must have the following characteristics:

- Nominal Impulse Voltage:	**125**	kV
- Nominal time of front duration:	**1.2**	µs(±30%)
- Nominal time duration of the half of tail:	**50**	µs(±20%)
- Max over-shoot on the peak of the waveform:	**10**	%

The test will be performed according to IEC standards № IEC-EN-60076-4

2. ENVIRONMENTAL CONDITION DURING THE TEST

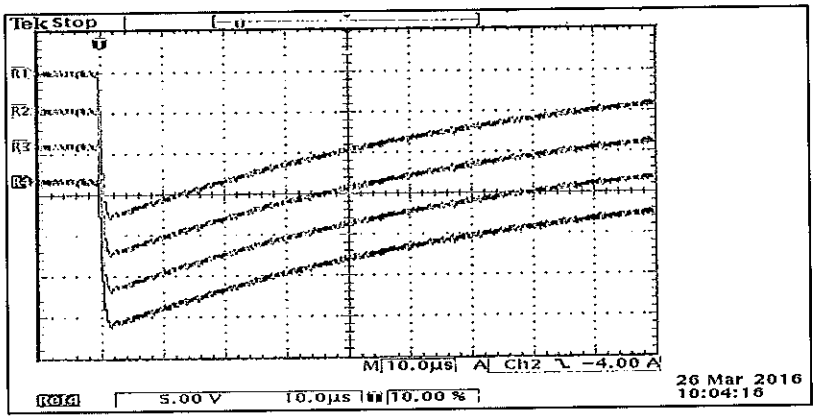
Air temperature:	14.0°C
Pressure:	952mb
Relative humidity %	47%

OSCILLOGRAM REGISTRATION

Negative impulse on Phase A

Osciollogram №1

VOLTAGE

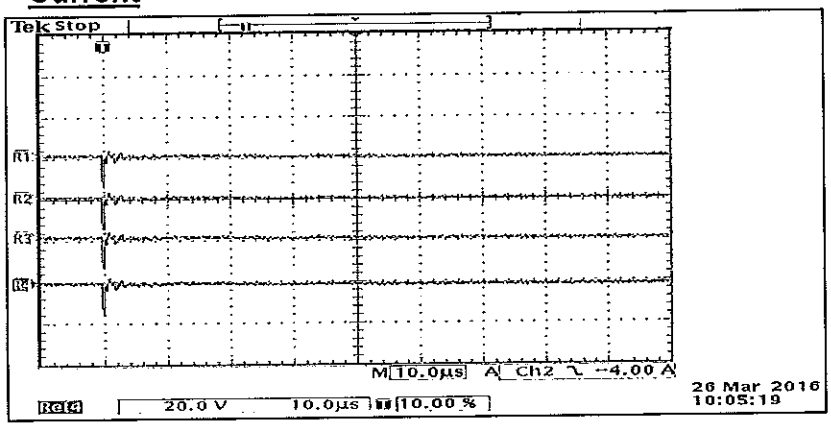


R1= 50%VN (62,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

Waveform Characteristics

Front time:	1.38	µs
Tail time:	45.36	µs

Current

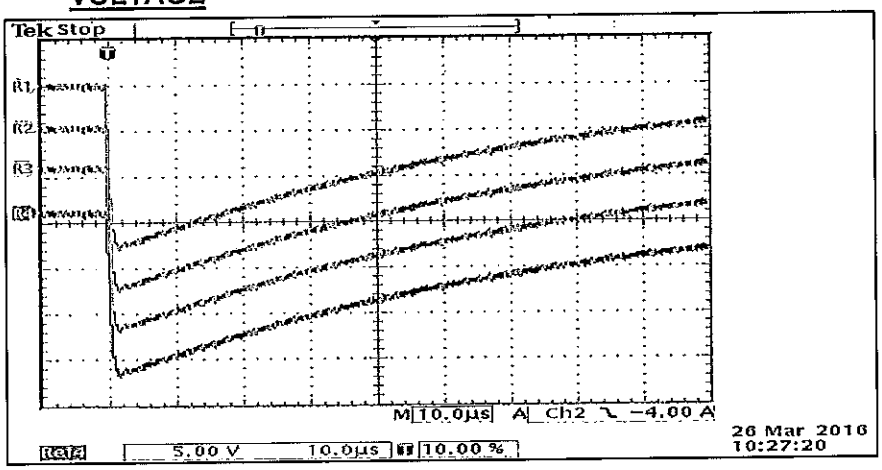


R1= 50%VN (65,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

OSCILLOGRAM REGISTRATION

Negative impulse on Phase B ***Osciollogram №2***

VOLTAGE

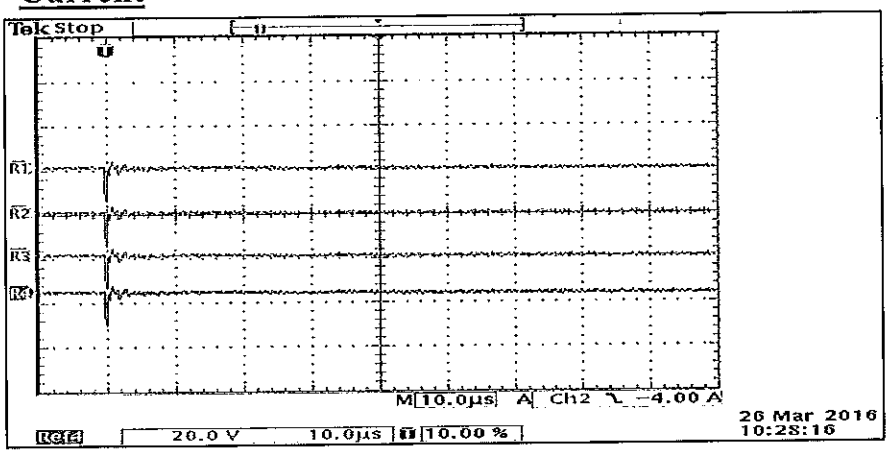


R1= 50%VN (62,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

Waveform Characteristics

Front time:	1.38 µs
Tail time:	45.32 µs

Current

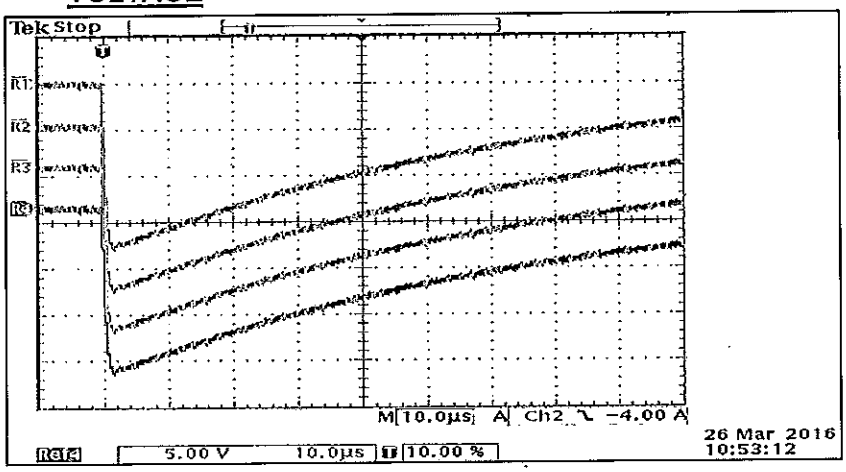


R1= 50%VN (62,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

OSCILLOGRAM REGISTRATION

Negative impulse on Phase C ***Osciollogram №3***

VOLTAGE

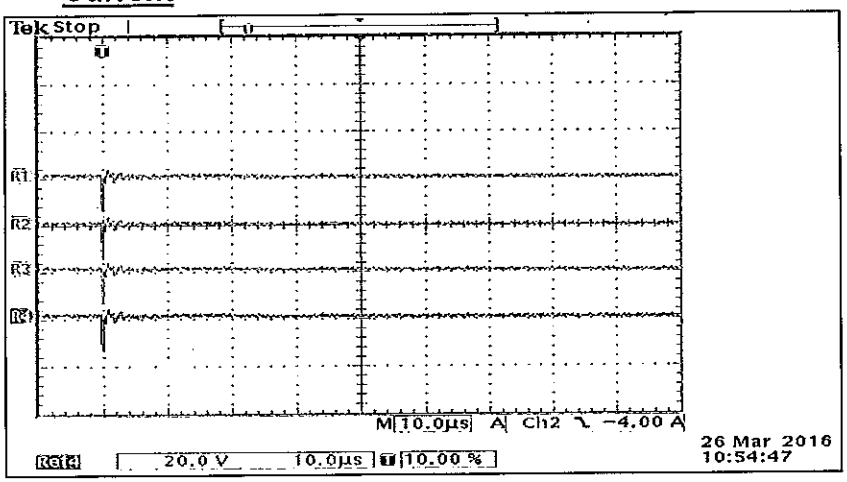


R1= 50%VN (62,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

Waveform Characteristics

Front time:	1.36	µs
Tail time:	45.35	µs

Current



R1= 50%VN (62,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

TEST REPORT

№ 0007-4/26.03.2016

1. Three phase oil-immersed Shunt reactor, hermetically sealed, PM 400/20, Y, №249477, 2016

2. Customer : LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street order 0006/26.02.2016

3. Manufacturer: LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street

4. Test methods used : IEC 60076-10:2003;

5. Date on which the product was received in test room: 23.03.2016

6. Tests performed:
   6.1 Determination of sound levels - (IEC60076-10 cl.11.2)

7. Test date : 26.03.2016

8. Test result: The product passed the tests

9. The report contains: 6 pages

10. Site: Test Room "LTC-TEST", Pernik

Head of "LTC-TEST": .....

Eng. Katerina Raicheva
(signature and stamp)

11. Test result:

Details of reactor

Serial № :249477 kVAr: 400 *Voltage:* 20000 kV

Details of measuring instrument

Brand: Brüel & Kjær *Type:* 2238 Mediator *Serial № :* 2684705

Microphone type : 4188 *Microphone serial № :* 2690664

Test conditions

Feeding voltage: 20000V *Frequency:* 50 Hz

A weighted sound pressure level $\overline{LpA}$:

☑ Oil-immersed reactor - hermetically sealed

Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3	Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3
1	51,5	26,6	51,5	9	52,3	26,8	52,3
2	51,9	26,6	51,9	10	52,6	26,7	52,6
3	52,7	26,4	52,7	11			
4	51,7	26,6	51,7	12			
5	51,5	26,3	51,5	13			
6	51,9	26,7	51,9	14			
7	52,4	26,9	52,4	15			
8	51,8	26,5	51,8	16			

Arithmetic/energy average : 52,03 dB on 10 measure points

Legend

1 = Transformer noise

2 = Background noise

3 = Transformer correct noise

$\overline{LpA}$	51,01 dB
LwA	60,18 dB

Environmental correction K 1,0398508

Principal prescribed countur 8,262 m²

Total area of the surface test room 122,16 m²

Details of reactor

Serial № :249422 kVAr: 360 *Voltage:* 20000 kV

Details of measuring instrument

Brand: Brüel & Kjær *Type:* 2238 Mediator *Serial № :* *2684705*

Microphone type : *4188* *Microphone serial № :* *2690664*

Test conditions

Feeding voltage: 20000V *Frequency:* 50 Hz

Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3	Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3
1	50,3	26,6	50,3	9	50,3	26,4	50,3
2	49,8	26,3	49,8	10	49,9	26,4	49,9
3	50,5	26,4	50,5	11			
4	50,1	26,6	50,1	12			
5	49,7	26,3	49,7	13			
6	49,6	26,5	49,6	14			
7	50,2	26,1	50,2	15			
8	50,5	26,5	50,5	16			

Arithmetic/energy average : 50,09 dB on 10 measure points

Legend

1 = Transformer noise

2 = Background noise

3 = Transformer correct noise

LpA	49,06 dB
LwA	58,23 dB

Environmental correction K	1,0398508	
Principal prescribed countur	8,262	m^2
Total area of the surface test room	122,16	m^2

Details of reactor

Serial № :249422 kVAr: 320 *Voltage:* 20000 kV

Details of measuring instrument

Brand: Brüel & Kjær *Type:* 2238 Mediator *Serial № :* 2684705

Microphone type : 4188 *Microphone serial № :* 2690664

Test conditions

Feeding voltage: 20000V *Frequency:* 50 Hz

Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3	Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3
1	49,7	26,3	49,7	9	49,4	26,2	49,4
2	49,3	26,1	49,3	10	49,2	26,0	49,2
3	49,1	26,5	49,1	11			
4	49,6	26,2	49,6	12			
5	49,2	26,2	49,2	13			
6	48,9	26,4	48,9	14			
7	49,5	26,1	49,5	15			
8	49,1	26,3	49,1	16			

Arithmetic/energy average : **49,30 dB** on 10 measure points

Legend

1 = Transformer noise

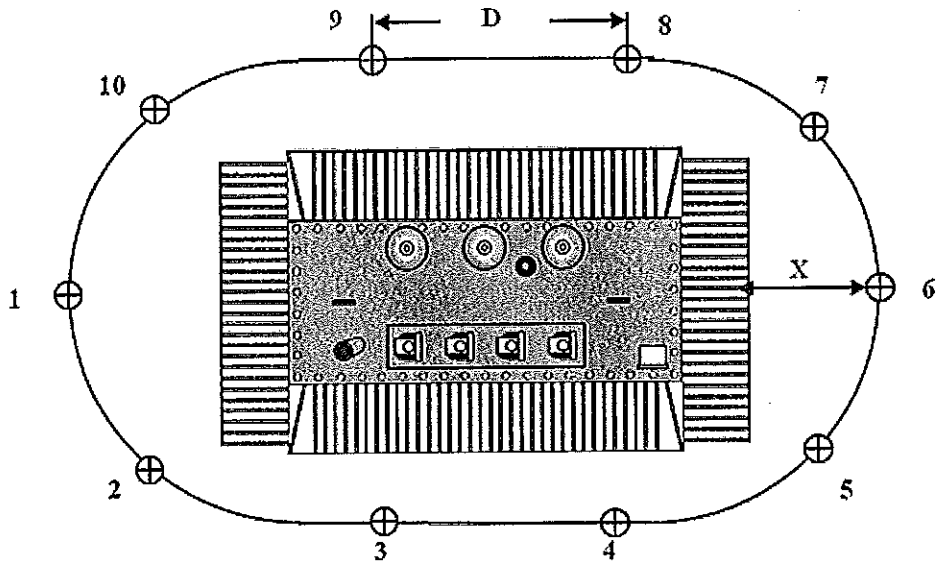
2 = Background noise

3 = Transformer correct noise

LpA	48,27 dB
LwA	57,44 dB

Environmental correction K	1,0398508	
Principal prescribed countur	8,262	m^2
Total area of the surface test room	122,16	m^2

12. Testing scheme:



Distance X = 0.3m. Distance D = 0.61m. Microphone height from floor: 0,54m

13. Instruments used for the tests:

- Calibrator Sound Level Meter, serial nr.2651663
- Sound Level Meter, serial nr. 2684705
- Measuring Roulette, steel, serial nr. 51217

Notes: 1. The results from the tests are referred for the tested product only.
2. Reproduction or copying of the contents of this report in any other form unless its complete photocopying is not allowed without written consent from LTC-TEST.

TESTED BY :

1. Oleg Tsvetanov:..... (signature)

2. Vasil Vasilev:..... (signature)

Head of "LTC-TEST":.....

Eng. Katerina Raisheva
(signature and stamp)

100

TEST REPORT

№ 0006-1/23.03.2016

1. Three phase oil-immersed shunt reactor, hermetically sealed,
   PM 600 - 20, Y, №249422, 2016

2. Customer : LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street
   order 0006/26.02.2016

3. Manufacturer: LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street

4. Test methods used : IEC 60076-1:2011;
   IEC 60076-3:2000;

5. Date on which the product was received in test room: 22.03.2016

6. Tests performed:
   - 6.1. Measurement of winding resistance (IEC 60076-1:2011-cl.11.2);
   - 6.2. Measurement of reactance (IEC 60076-6:2007-cl.7.8.5.2);
   - 6.3. Measurement of loss at ambient temperature (IEC 60076-1:2011-cl.11.5);
   - 6.4. Dielectric routine tests (IEC 60076-3:2013)
     - 6.4.1. Separate source AC withstand voltage test (IEC 60076-3:2013-cl.10);
     - 6.4.2. Induced AC withstand voltage test (IEC 60076-3:2013-cl.11.2);

7. Test date: 23.03.2016

8. Test result: The product passed the tests

9. The report contains: **5** pages

Head of "LTC-TEST"
Eng. Katerina Raicheva
(signature and stamp)

101

10. Test result:

10.1. Measurement of winding resistance:

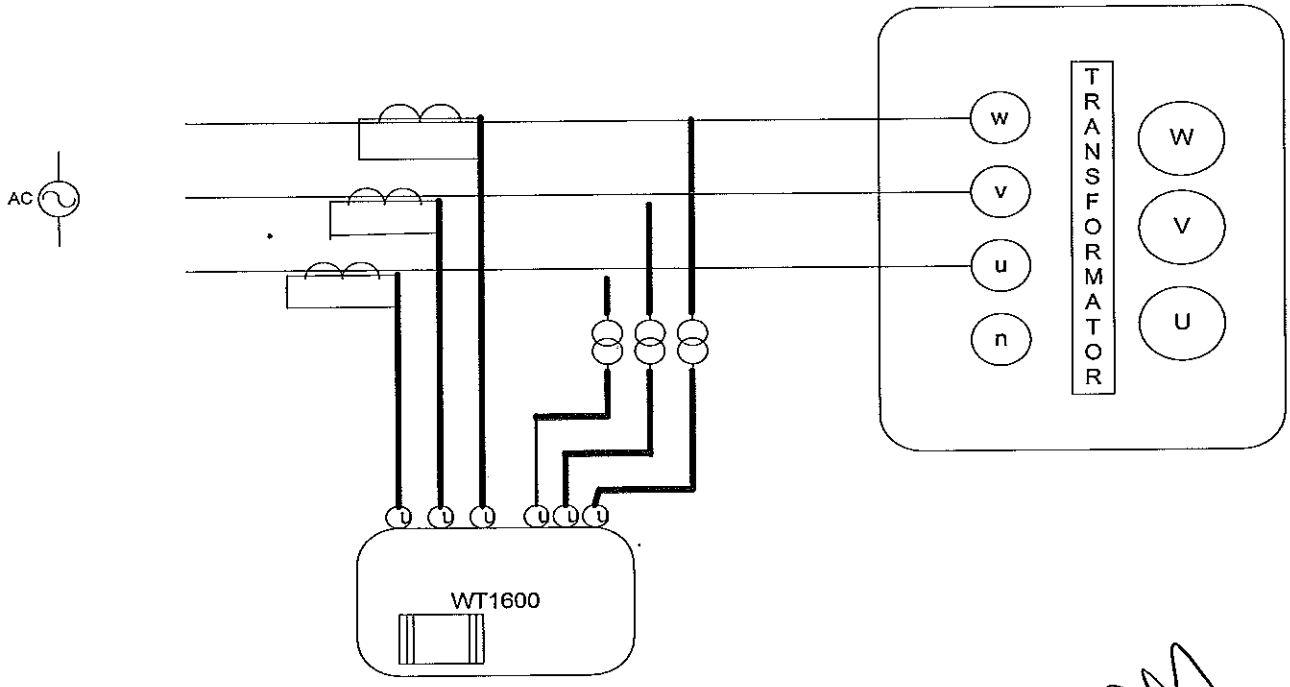
Power	R_{U-V}, Ω	R_{U-W}, Ω	R_{V-W}, Ω	Temperature during test 20°C
600kVAr	8.582	8.588	8.591	
540kVAr	9.232	9.239	9.243	
480kVAr	10.036	10.044	10.048	

Measurements were performed with expanded uncertainty 0,5% and the confidence level P = 95%.

10.2. Measurement of reactance:

Power	U1 [V]	U2 [V]	U3 [V]	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]	X1/ph [Ω]	X2/ph [Ω]	X3/ph [Ω]
600kVAr	754.3	754.5	755.1	1.141	1.14	1.141	661	662	662
540kVAr	746.3	747.1	746.8	1.01	1.01	1.012	739	740	738
480kVAr	740.4	740.7	740.3	0.892	0.893	0.894	830	829	828

Measurements were performed with expanded uncertainty: 2% for voltage2,5% for current,3% for power and the confidence level P = 95%.

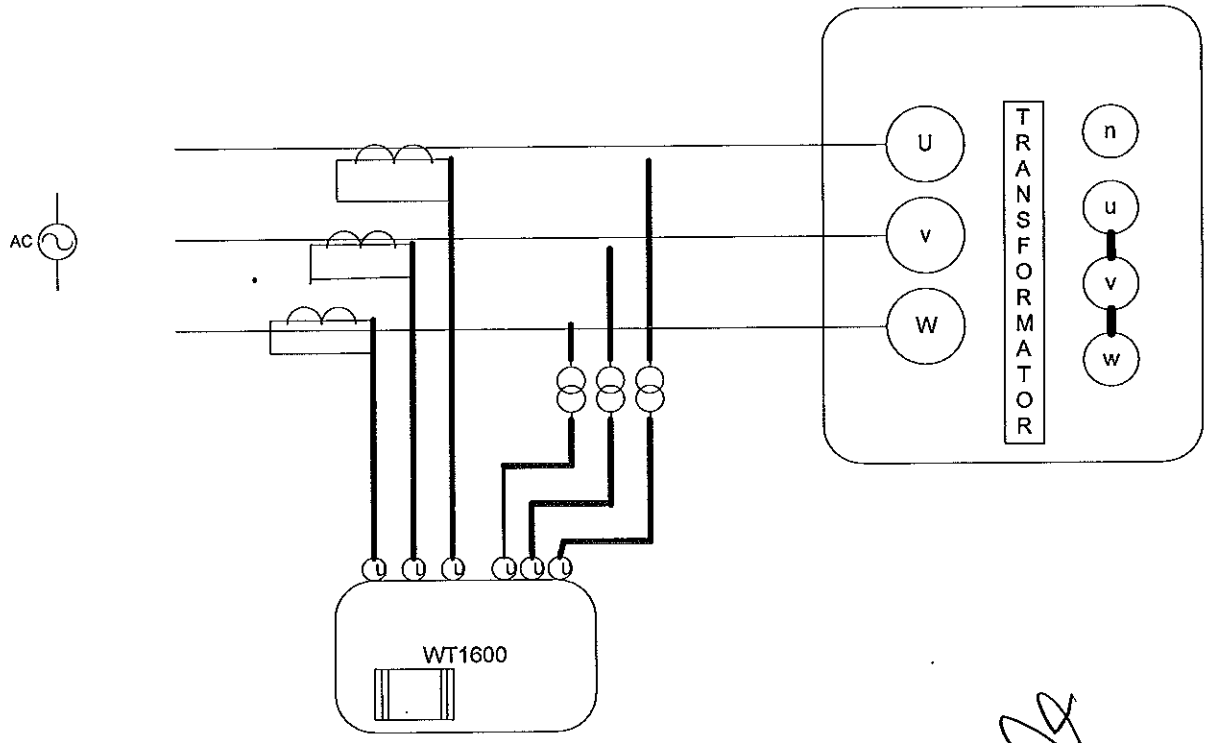


10.3. Measurement load losses at temperature 20 °C:

Power	U1 [V]	U2 [V]	U3 [V]	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]	P1 [W]	P1 [W]	P1 [W]
600kVAr	2497	2501	2502	2.155	2.168	2.164	20.2	20	20.2
540kVAr	2499	2502	2499	1.946	1.949	1.951	18.1	18.2	18.1
480kVAr	2498	2500	2499	1.743	1.748	1.745	15.5	15.5	15.5

Uav. [V]	Iav. [A]	ΣP [W]	$Pk^{75°C}$ [W]
2500	2.162	60	4816
2500	1.948	54.4	4354
2499	1.746	46.5	3624

Measurements were performed with expanded uncertainty: 2% for voltage,2,5% for current,3% for power and the confidence level P = 95%.



10.4 Dielectric routine tests :

10.4.1 Separate source AC withstand voltage test:

Winding	Earthing	Test voltage, [kV]	Frequency, [Hz]	Test time, [s]
High voltage	tank	50	50	60

Measurements were performed with expanded uncertainty: 3,6% for voltage and the confidence level P = 95%.

10.4.2 Induced AC withstand voltage test:

Test voltage 2xUn, [V]	Frequency, [Hz]	Test time, [s]
40000	150	40

Measurements were performed with expanded uncertainty: 2% for voltage, 0,0016% for frequency and the confidence level P = 95%.

11. Instruments used for the tests:

- Turn ratio meter PWR 3-A serial nr.0928-5305;
- Microohmmeter-MRC6105N-serial nr.0928-5306;
- Wattmeter " Yokogava"-WT1600 serial nr.91J702269;
- Cast resin VT Cl.3.6kV(1500-3000/100V)-VKM24/2/H-serial nr.:
- 345080101; 345080102; 345080103;
- Cast resin CT(25-300/5A)-AOS-serial nr.: 09195334; 09195335; 09195336;
- Capacitor divider(100V/100kV)- serial nr.1954
- Digital thermometer type HI 8757 serial nr.1203939
- Mechanical chronometer type Slava serial nr.0521682

Notes: 1. The results from the tests are referred for the tested product only.
2. Reproduction or copying of the contents of this report in any other form unless its complete photocopying is not allowed without written consent from LTC-TEST.

TESTED BY :

1. Oleg Tsvetanov:.....
(signature)

2. Vasil Vasilev:.....
(signature)

Head of "LTC-TEST":.....

Eng. Katerina Raicheva
(signature and stamp)

TEST REPORT

№0006-2/24.03.2016

1. Three phase oil-immersed shunt reactor, hermetically sealed, PM 600-20, Y, №249422, 2016
2. Customer : LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street order 0006/26.02.2016
3. Manufacturer: LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street
4. Test methods used : IEC 60076-2-cl.7.3.2;
5. Date on which the product was received in test room: 22.03.2016
6. Tests performed:
   - 6.1. Temperature rise test – IEC 60076-2
7. Test date: 24.03.2016
8. Test result: The product passed the tests
9. The report contains: 9 pages.....

Head of "LTC-TEST" .....

Eng. Katerina Raicheva
(signature and stamp)

106

10. Test results:

Power	**600 kVAr**
Cooling	**ONAN**
Insulation class	**125/50/24**

Frequency	**50 Hz**
Overtemperature	**60K-65K**
Type	**PM600-20**

Year of production	**2016**
Vector group	**Y**
Coeff.Temperat.Material	**235**

Voltage (V)	20000
Tapping's(kVAr)	600 / 540 / 480
Current (A)	17.32 / 15.59 / 13.86
Connection	Star
Insulation class (kV)	24

Ratio	*20000V Temperature reference (°C)* ***75***
	Load losses (Watt)
Guaranteed value	4750
Tolerance (%)	+5%
Measured value	4816
Deviation (%)	+1.4%

MEASUREMENT OF WINDINGS RESISTANCES BEFORE HEATING

Measure temperature : ***16°C***

Winding	20000V		
K			*[Ω]*
Phases			
1V-1W			8,477

FINAL RESULTS

WINDINGS

RESULTS AT THERMIC REGIME

		HV	
T1	Ambient temperature	19,07	°C
To	Maximum temperature of the oil	68,41	°C
Tra	Temperature in the upper part of the radiators	56,38	°C
Trb	Temperature in the lower part of the radiators	37,91	°C
DTm	Average over temperature of the oil To-(Tra-Trb)/2-T1	40,11	K

RESULTS AT SWITCHED OFF LOAD

T1	Ambient temperature	19,23	°C
Ro	Resistance of the windings at the moment of switched off load	10,58910	Ω
T	Maximum temperature of the oil	67,10	°C
Tra	Temperature in the upper part of the radiators	54,76	°C
Trb	Temperature in the lower part of the radiators	37,12	K

DTm Average over temperature of the oil To-(Tra-Trb)/2-T1 | 39,05 | K

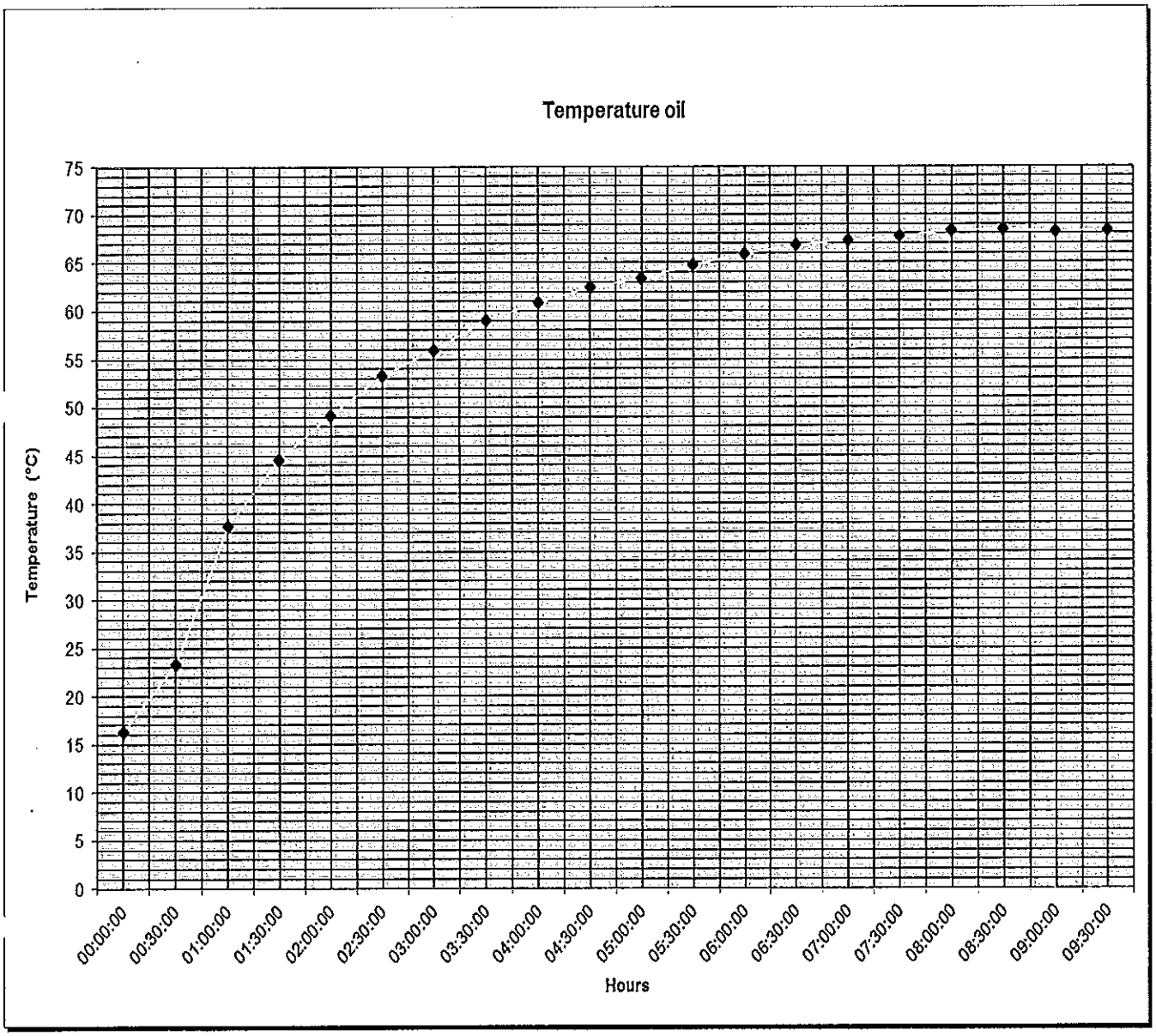
OVERTEMPERATURE OF THE WINDINGS TOWARDS THE AMBIENT TEMPERATURE

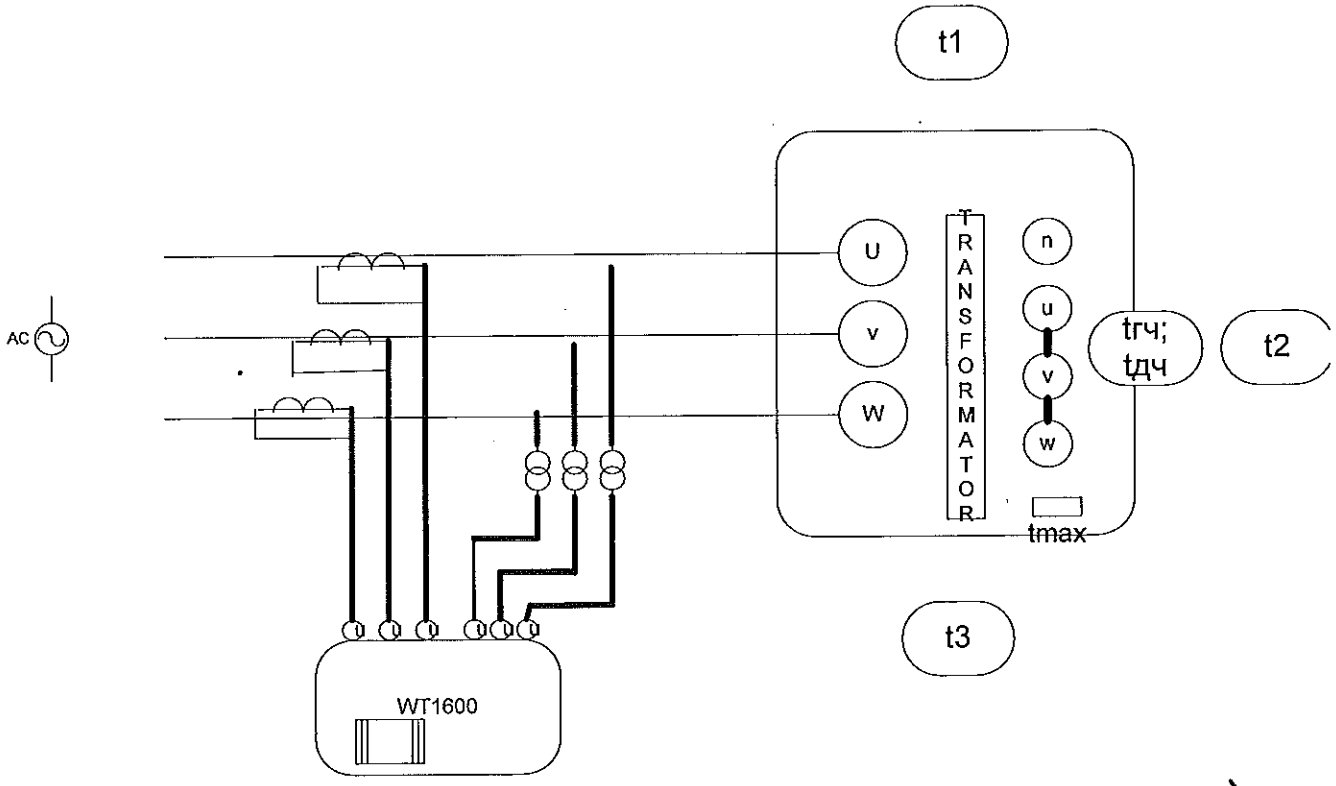
DT2	Overtemperature of the windings at switched off load(R1/R0)*(235[225]+To)-235[225]-T1	56,82	K
Dto	Maximum overtemperature of the oil at switched off load	49,34	K
Dtcu	Overtemperature of the windings towards the ambient temp. DT2+(DTm-DTm1)	**57,87**	K

10.1 Temperature rise test:

Hours	CH 1 Ambient (°C)	CH 2 Ambient (°C)	CH 3 Ambient (°C)	CH 4 Max. (°C)	CH 5 Upper rad. (°C)	CH 6 Lover rad. (°C)
00:00:00	15,20	16,00	16,00	16,30	17,05	14,77
00:30:00	15,20	16,00	16,00	23,30	22,19	15,56
01:00:00	15,20	16,00	16,00	37,66	32,23	20,68
01:30:00	15,20	16,00	16,00	44,50	36,84	23,73
02:00:00	16,00	16,00	16,00	49,13	40,44	26,82
02:30:00	16,50	16,00	16,40	53,31	43,92	28,81
03:00:00	16,50	16,20	16,50	55,87	44,80	29,41
03:30:00	17,00	19,80	17,00	59,08	47,25	31,72
04:00:00	17,20	17,00	17,20	60,83	49,59	33,51
04:30:00	17,80	17,20	17,20	62,47	50,23	33,91
05:00:00	18,00	17,20	17,40	63,43	51,34	34,58
05:30:00	18,20	17,40	17,40	64,72	52,18	35,41
06:00:00	18,20	17,50	17,40	65,95	53,38	36,21
06:30:00	18,70	18,00	17,50	66,83	53,81	36,40
07:00:00	19,00	18,00	17,80	67,28	54,78	36,58
07:30:00	19,40	18,50	18,20	67,80	56,35	37,57
08:00:00	19,63	18,59	18,44	68,38	56,32	37,64
08:30:00	19,59	18,62	18,51	68,40	56,35	37,68
09:00:00	20,00	19,00	18,55	68,25	55,96	37,83
09:30:00	19,85	18,97	18,63	68,35	56,29	37,87
10:00:00	19,70	18,80	18,70	68,41	56,38	37,91

Measurements were performed with expanded uncertainty 6% for temperature and the confidence level P = 95%


Temperature oil
Temperature (°C)
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
00:00:00
00:30:00
01:00:00
01:30:00
02:00:00
02:30:00
03:00:00
03:30:00
04:00:00
04:30:00
05:00:00
05:30:00
06:00:00
06:30:00
07:00:00
07:30:00
08:00:00
08:30:00
09:00:00
09:30:00
Hours

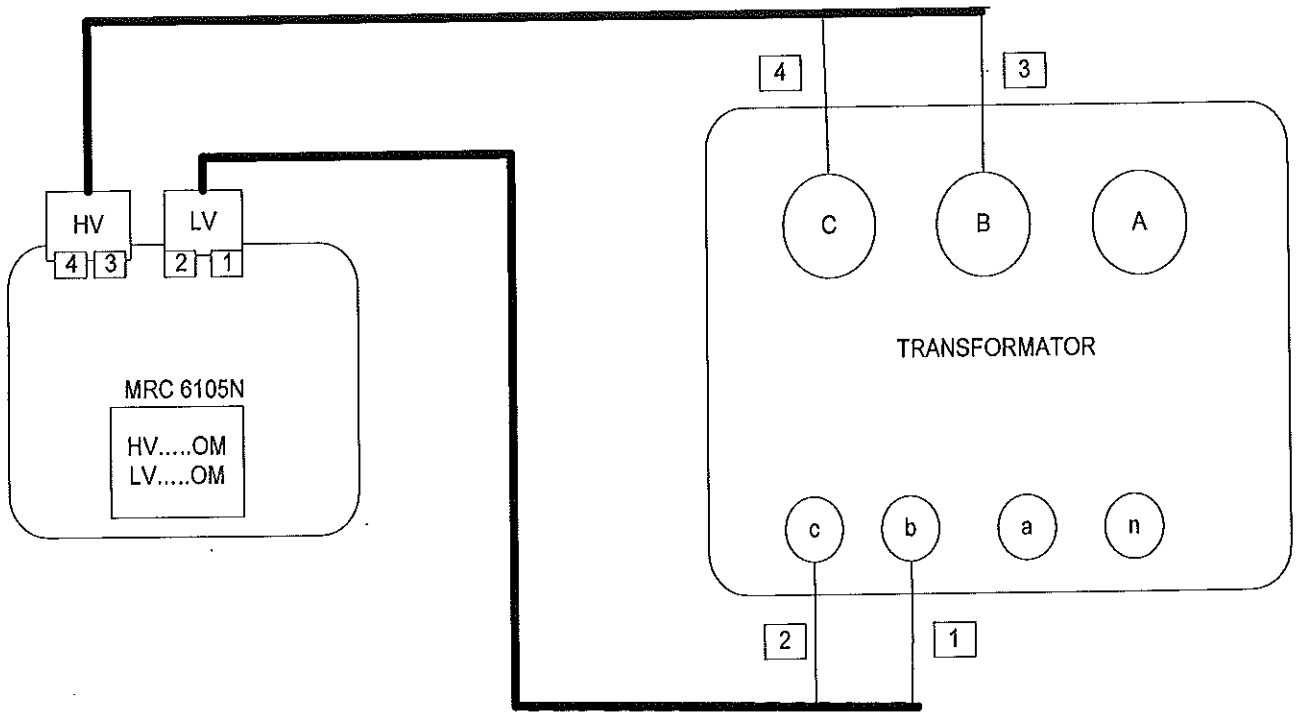


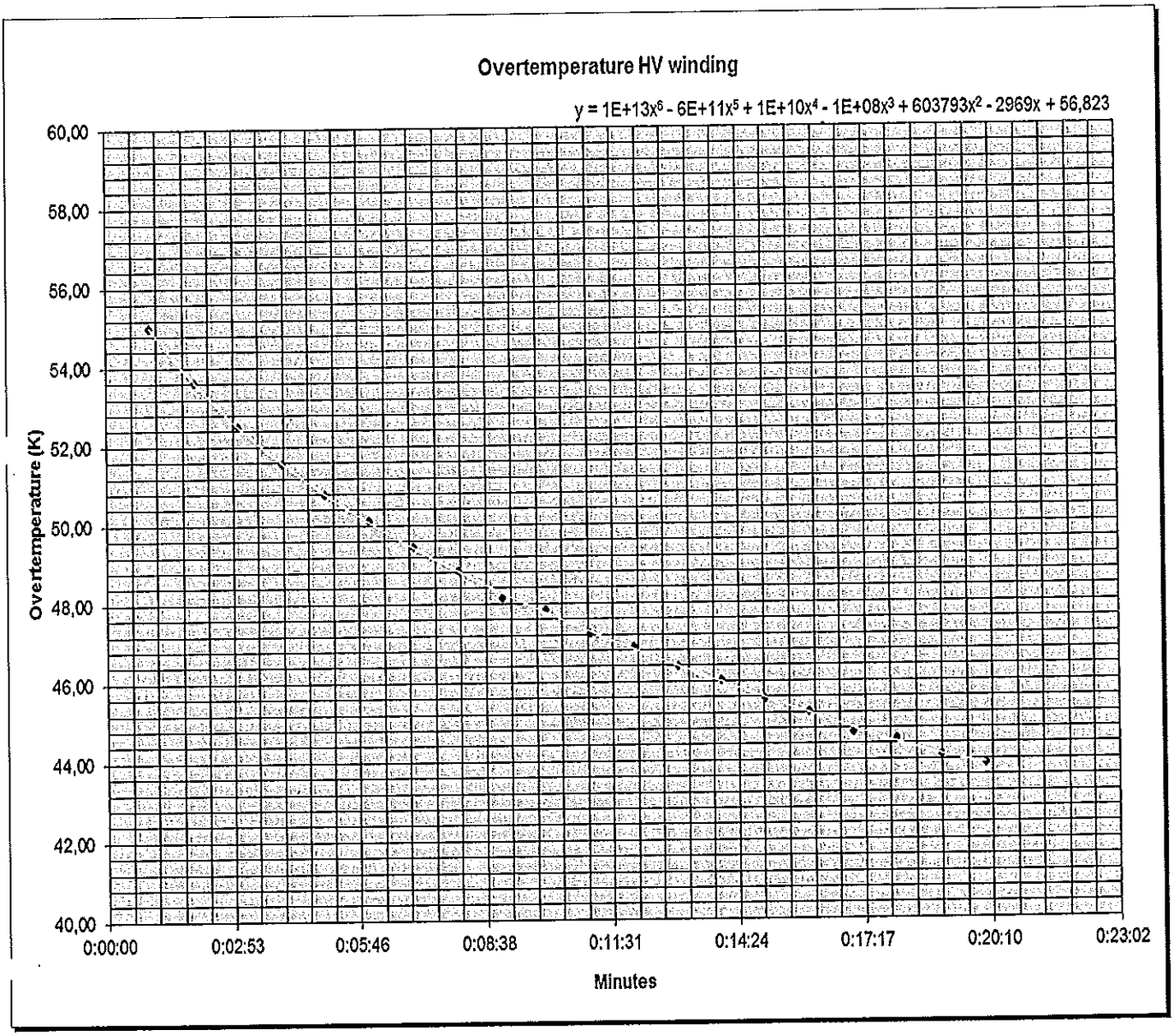
10.2 Measurement of winding resistance after shutdown:

phase V - W			
Minutes		Ω	ΔT
0:01:00		10,526	55,02
0:02:00		10,477	53,63
0:03:00		10,438	52,52
0:04:00		10,404	51,55
0:05:00		10,377	50,79
0:06:00		10,354	50,13
0:07:00		10,33	49,45

0:08:00		10,309	48,85
0:09:00		10,284	48,14
0:10:00		10,273	47,83
0:11:00		10,252	47,23
0:12:00		10,24	46,89
0:13:00		10,223	46,41
0:14:00		10,21	46,04
0:15:00		10,193	45,56
0:16:00		10,182	45,24
0:17:00		10,163	44,70
0:18:00		10,157	44,53
0:19:00		10,143	44,13
0:20:00		10,135	43,91

Measurements were performed with expanded uncertainty 0,5% for resistance and the confidence level P = 95%.


4
3
HV
LV
4
3
2
1
C
B
A
TRANSFORMATOR
MRC 6105N
HV.....OM
LV.....OM
c
b
a
n
2
1


Overtemperature HV winding
y = 1E+13x⁶ - 6E+11x⁵ + 1E+10x⁴ - 1E+08x³ + 603793x² - 2969x + 56,823
Overtemperature (K)
60,00
58,00
56,00
54,00
52,00
50,00
48,00
46,00
44,00
42,00
40,00
0:00:00
0:02:53
0:05:46
0:08:38
0:11:31
0:14:24
0:17:17
0:20:10
0:23:02
Minutes

11. Instruments used for the tests:

- Microohmmeter-MRC6105N-serial nr.0928-5306;
- Wattmeter " Yokogava"-WT1600 serial nr.91J702269;
- Cast resin VT Cl.3.6kV(1500-3000/100V)-VKM24/2/H-serial nr.: 345080101;345080102;345080103;
- Cast resin CT(25-300/5A)-AOS-serial nr.: 09195334;09195335;09195336;
- Resistance thermometer Pt 100, type 448/2012 - serial nr. 1,2,3,4,5,6,7;
- Mechanical chronometer type Slava serial nr. 0521682 .

Notes: 1. The results from the tests are referred for the tested product only.
2. Reproduction or copying of the contents of this report in any other form unless its complete photocopying is not allowed without written consent from LTC-TEST.

TESTED BY :

1. Oleg Tsvetanov:..... (signature)

2. Vasil Vasilev:..... (signature)

Head of "LTC-TEST":.....

Eng. Katerina Raicheva
(signature and stamp)

TEST REPORT

№ 0006-3/25.03.2016

CUSTOMER: LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street

SUBJECT: Three phase oil-immersed shunt reactor, hermetically sealed
600kVAr - 20

REF. CUSTOMER № 6 *Dated: 26-Feb-16*

REF. CONSTRUCTOR

TEST ROOM : "LTC - TEST" Pernik

OBJECT OF THE TEST : Test is carried out to determine the conformity of the product to the customer order.

DATE OF ISSUE 25-Mar-16

RECEIVER COPY LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA

THE TESTER

ATU EDSA LTC LTD. BULGARIA

FOR CUSTOMER

Serial № 249422

Power	600 kVAr
Cooling	ONAN
Insulation class	125/50/24

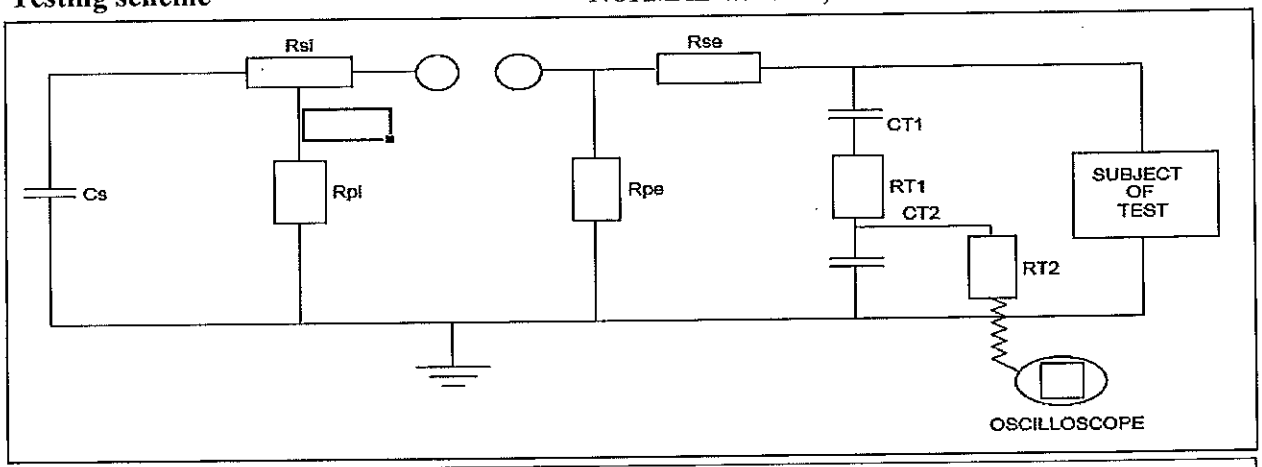
Frequency	50 Hz
Overtemperature	60K-65K
Type	PM600/20

Year of production	2016
Vector group	Y
Standard	IEC60076-3

Voltage (V)	20000
Tapping's (kVAr)	600/540/480
Current (A)	17.32/15.59/13.86
Connection	Star
Insulation class (kV)	24

IMPULSE TENSION: 125kV **POLARITY: NEGATIVE**

Testing scheme NORMAL WAVE 1,2 ±30% / 50 ±20%



Impulse generator "AME"
Total max load of tension 400kV - Energy at max load of tension- 20 kJ
Number of arms : Four arms in serial

CALIBRATION CONSTANT FOR IMPULSE TEST:

K = 6794.8

Result from the test: POSITIVE

Date: **25.03.2016**

LTC-TEST LTC LTD. BULGARIA

Customer

OIL - IMMERSED SHUNT REAKTOR

600kVAr - 20kV

1.REQUIREMENTS OF THE TEST:

The impulse must have the following characteristics:

- Nominal Impulse Voltage:	**125**	kV
- Nominal time of front duration:	**1.2**	μs(±30%)
- Nominal time duration of the half of tail:	**50**	μs(±20%)
- Max over-shoot on the peak of the waveform:	**10**	%

The test will be performed according to IEC standards № IEC-EN-60076-4

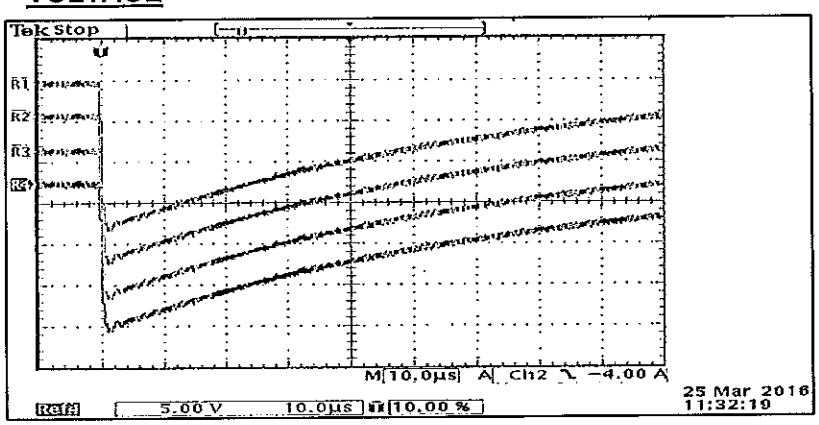
2. ENVIRONMENTAL CONDITION DURING THE TEST

Air temperature:	**15.0**°C
Pressure:	**954**mb
Relative humidity %	**46%**

OSCILLOGRAM REGISTRATION

Negative impulse on Phase A ***Osciollogram №1***

VOLTAGE

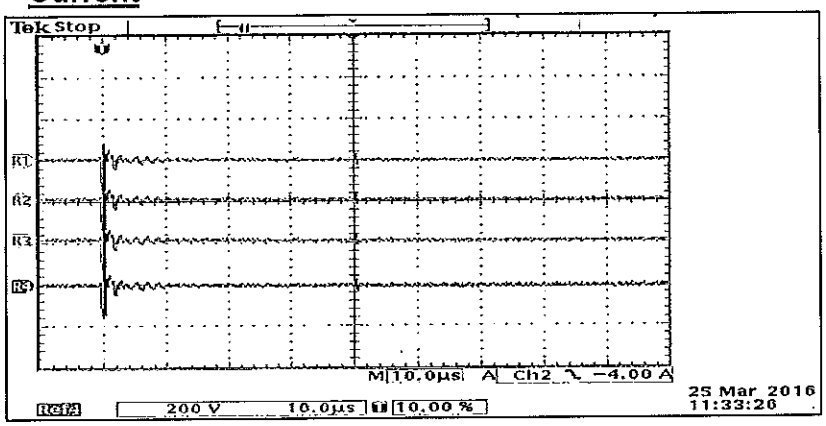


R1= 50%VN (62,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

Waveform Characteristics

Front time:	1.22	µs
Tail time:	47.12	µs

Current

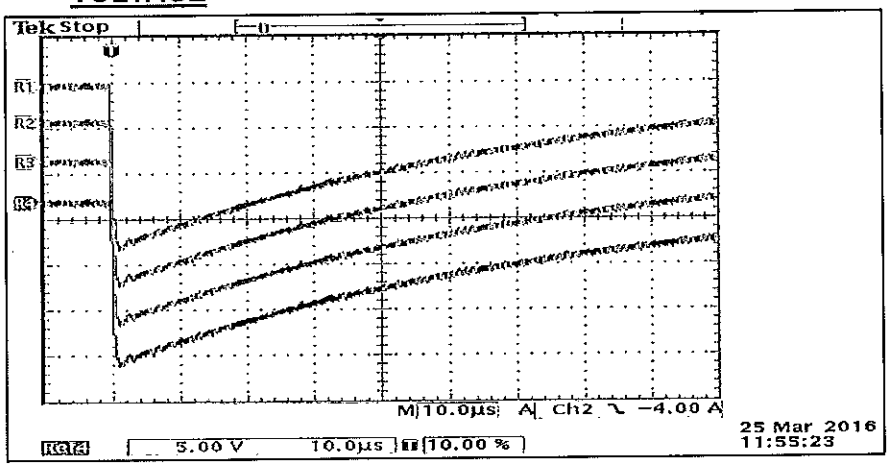


R1= 50%VN (65,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

OSCILLOGRAM REGISTRATION

Negative impulse on Phase B ***Osciollogram №2***

VOLTAGE

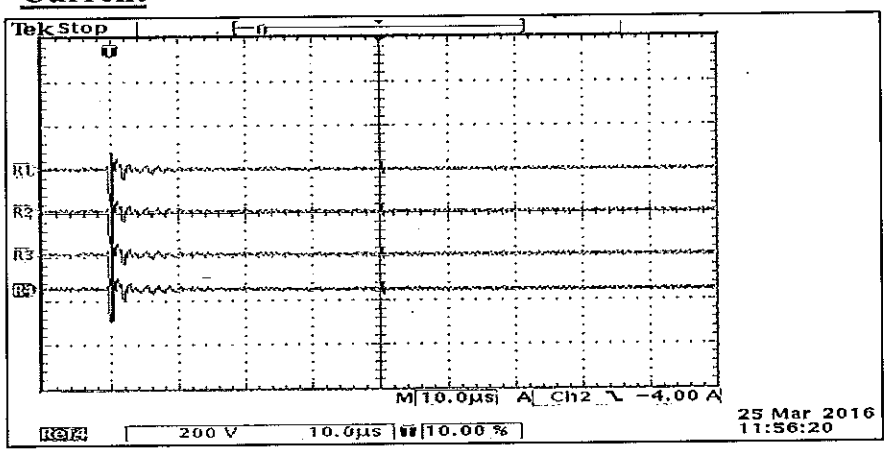


R1= 50%VN (62,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

Waveform Characteristics

Front time:	1.14 µs
Tail time:	47.18 µs

Current

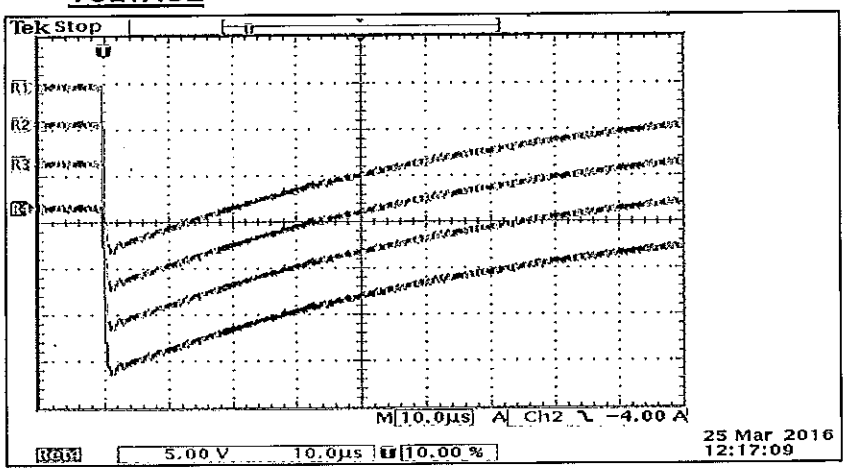


R1= 50%VN (62,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

OSCILLOGRAM REGISTRATION

Negative impulse on Phase C ***Osciollogram №3***

VOLTAGE

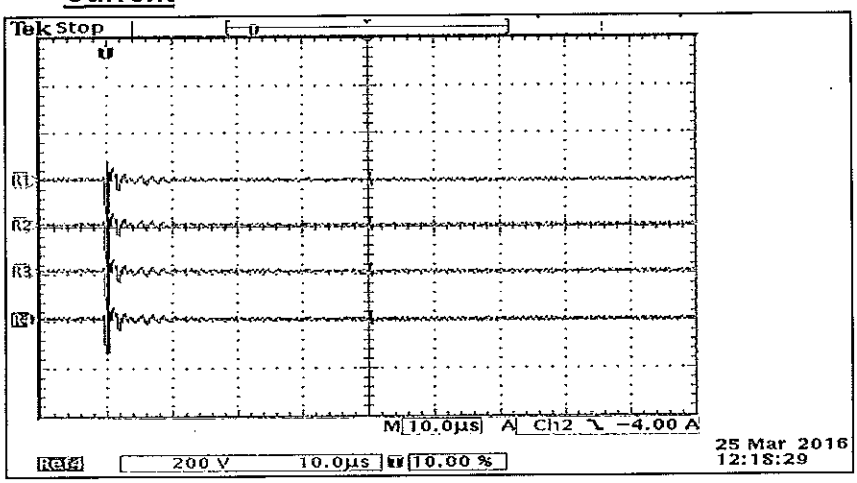


R1= 50%VN (62,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

Waveform Characteristics

Front time:	1.16	µs
Tail time:	47.08	µs

Current



R1= 50%VN (62,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

TEST REPORT

№ 0006-4/25.03.2016

1. Three phase oil-immersed Shunt reactor, hermetically sealed, PM 600/20, Y, №249422, 2016

2. Customer : LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street order 0006/26.02.2016

3. Manufacturer: LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street

4. Test methods used : IEC 60076-10:2003;

5. Date on which the product was received in test room: 22.03.2016

6. Tests performed:
   6.1 Determination of sound levels - (IEC60076-10 cl.11.2)

7. Test date : 25.03.2016

8. Test result: The product passed the tests

9. The report contains: **6** pages

10. Site: Test Room "LTC-TEST", Pernik

Head of "LTC-TEST" .....

Eng. Katerina Raicheva
(signature and stamp)

121

11. Test result:

Details of reactor

Serial № :249422 kVAr: 600 *Voltage:* 20000 kV

Details of measuring instrument

Brand: Brüel & Kjær *Type:* 2238 Mediator *Serial № :* 2684705

Microphone type : 4188 *Microphone serial № :* 2690664

Test conditions

Feeding voltage: 20000V *Frequency:* 50 Hz

A weighted sound pressure level $\overline{LpA}$:

☑ Oil-immersed reactor - hermetically sealed

Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3	Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3
1	53,2	27,2	53,2	9	54,4	26,4	54,4
2	53,8	27,0	53,8	10	54,1	26,7	54,1
3	54,1	27,4	54,1	11			
4	53,6	26,8	53,6	12			
5	53,3	27,0	53,3	13			
6	54,0	27,1	54,0	14			
7	53,7	26,5	53,7	15			
8	53,9	26,9	53,9	16			

Arithmetic/energy average : **53,81 dB** on 10 measure points

Legend

1 = Transformer noise

2 = Background noise

3 = Transformer correct noise

$\overline{LpA}$	52,71 dB
LwA	62,22 dB

Environmental correction K	1,1145861	
Principal prescribed countur	8,9355	m^2
Total area of the surface test room	122,16	m^2

Details of reactor

Serial № :249422 kVAr: 540 *Voltage:* 20000 kV

Details of measuring instrument

Brand: Brüel & Kjær *Type:* 2238 Mediator *Serial № :* 2684705

Microphone type : 4188 *Microphone serial № :* 2690664

Test conditions

Feeding voltage: 20000V *Frequency:* 50 Hz

Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3	Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3
1	52,5	26,9	52,5	9	52,8	27,1	52,8
2	51,9	27,1	51,9	10	52,5	27,3	52,5
3	52,3	27,3	52,3	11			
4	52,8	26,8	52,8	12			
5	52,2	26,6	52,2	13			
6	52,7	26,9	52,7	14			
7	52,1	26,3	52,1	15			
8	52,6	26,7	52,6	16			

Arithmetic/energy average : **52,44 dB** on 10 measure points

Legend

1 = Transformer noise

2 = Background noise

3 = Transformer correct noise

LpA	51,34 dB
LwA	60,85 dB

Environmental correction K	1,1145861	
Principal prescribed countur	8,9355	m²
Total area of the surface test room	122,16	m²

Details of reactor

Serial № :249422 kVAr: 480 *Voltage:* 20000 kV

Details of measuring instrument

Brand: Brüel & Kjær *Type:* 2238 Mediator *Serial № :* *2684705*

Microphone type : *4188* *Microphone serial № :* *2690664*

Test conditions

Feeding voltage: 20000V *Frequency:* 50 Hz

Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3	Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3
1	51,2	27,4	51,2	9	50,2	26,8	50,2
2	51,5	27,6	51,5	10	50,7	26,6	50,7
3	51,7	27,7	51,7	11			
4	51,3	27,3	51,3	12			
5	50,9	27,5	50,9	13			
6	51,2	27,8	51,2	14			
7	50,7	27,6	50,7	15			
8	50,4	27,1	50,4	16			

Arithmetic/energy average : **50,98 dB** on 10 measure points

Legend

1 = Transformer noise

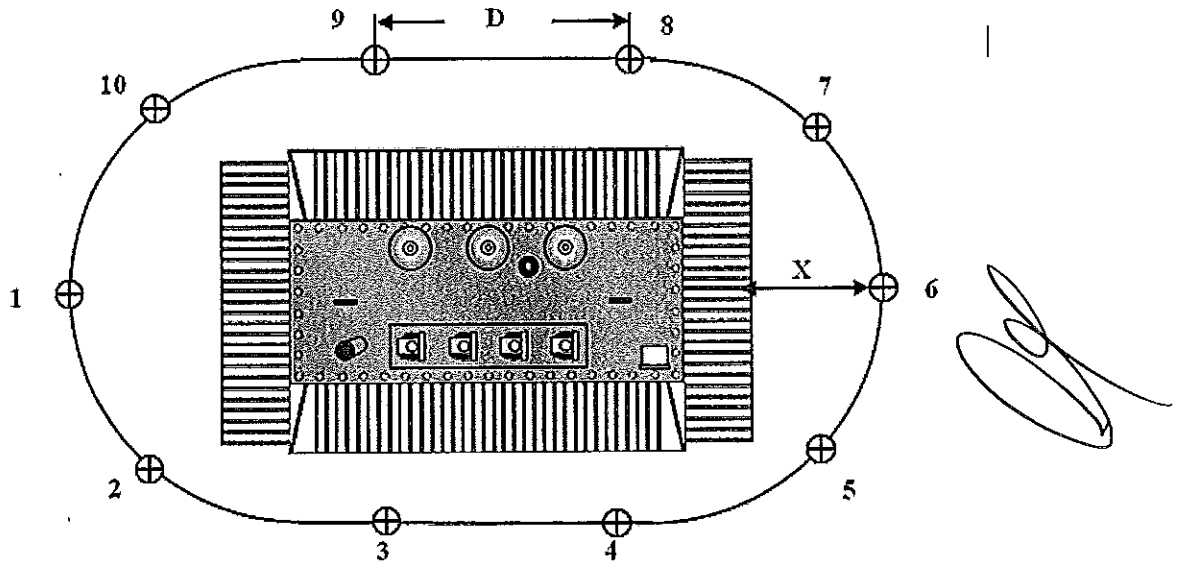
2 = Background noise

3 = Transformer correct noise

LpA	49,89 dB
LwA	59,40 dB

Environmental correction K	1,1145861	
Principal prescribed countur	8,9355	m^2
Total area of the surface test room	122,16	m^2

12. Testing scheme:



Distance X = 0.3m. Distance D = 0.64m. Microphone height from floor: 0,55m

13. Instruments used for the tests:

- Calibrator Sound Level Meter, serial nr.2651663
- Sound Level Meter, serial nr. 2684705
- Measuring Roulette, steel, serial nr. 51217

Notes: 1. The results from the tests are referred for the tested product only.
2. Reproduction or copying of the contents of this report in any other form unless its complete photocopying is not allowed without written consent from LTC-TEST.

TESTED BY :

1. Oleg Tsvetanov:..... (signature)

2. Vasil Vasilev:..... (signature)

Head of "LTC-TEST":.....

LTC LTD. BULGARIA

125

Eng. Katerina Kaicheva
(signature and stamp)

125

TEST REPORT

№ 0004-1/07.03.2016

1. Three phase oil-immersed shunt reactor, hermetically sealed,
   PM 800 - 20, Y, №249326, 2016

2. Customer : LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street
   order 0002/12.02.2016

3. Manufacturer: LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street

4. Test methods used : IEC 60076-1:2011;
   IEC 60076-3:2000;

5. Date on which the product was received in test room: 04.03.2016

6. Tests performed:
   - 6.1. Measurement of winding resistance (IEC 60076-1:2011-cl.11.2);
   - 6.2. Measurement of reactance (IEC 60076-6:2007-cl.7.8.5.2);
   - 6.3. Measurement of loss at ambient temperature (IEC 60076-1:2011-cl.11.5);
   - 6.4. Dielectric routine tests (IEC 60076-3:2013)
     - 6.4.1. Separate source AC withstand voltage test (IEC 60076-3:2013-cl.10);
     - 6.4.2. Induced AC withstand voltage test (IEC 60076-3:2013-cl.11.2);

7. Test date: 07.03.2016

8. Test result: The product passed the tests

9. The report contains: **5** pages

LTC LTD. BULGARIA

Head of "LTC-TEST"
Eng. Katerina Rajcheva
(signature and stamp)

10. Test result:

10.1. Measurement of winding resistance:

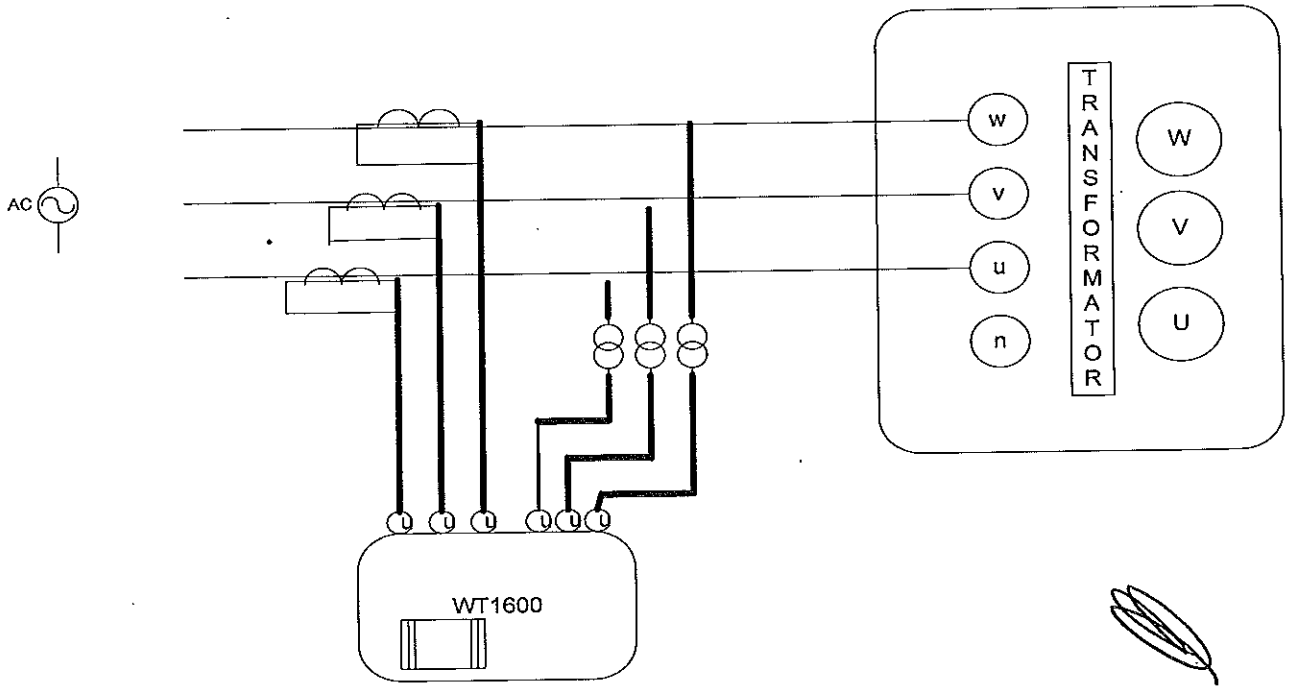
Power	R_{U-V}, Ω	R_{U-W}, Ω	R_{V-W}, Ω	Temperature during test 20°C
800kVAr	5.004	5.011	5.002	
720kVAr	5.208	5.217	5.206	
640kVAr	5.524	5.526	5.515	

Measurements were performed with expanded uncertainty 0,5% and the confidence level P = 95%.

10.2. Measurement of reactance:

Power	U1 [V]	U2 [V]	U3 [V]	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]	X1/ph [Ω]	X2/ph [Ω]	X3/ph [Ω]
800kVAr	756.41	756.52	756.25	0.8147	0.8144	0.8141	536	536	536
720kVAr	752.22	752.48	752.55	0.7646	0.7639	0.7646	568	569	768
640kVAr	735.63	735.77	735.84	0.672	0.6734	0.6711	632	631	633

Measurements were performed with expanded uncertainty: 2% for voltage2,5% for current,3% for power and the confidence level P = 95%.

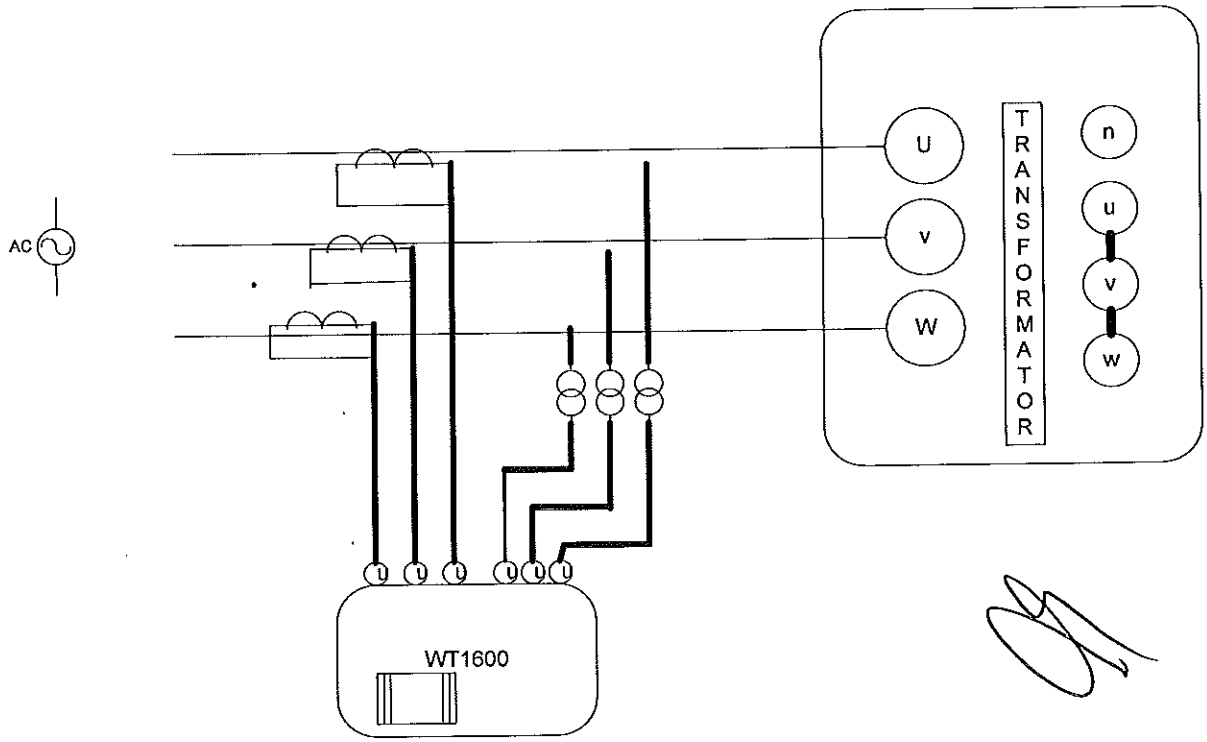


10.3. Measurement load losses at temperature 20 °C:

Power	U1 [V]	U2 [V]	U3 [V]	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]	P1 [W]	P1 [W]	P1 [W]
800kVAr	2495	2499	2496	2.8669	2.8675	2.8672	22.3	22.6	22.1
720kVAr	2487	2490	2488	2.5994	2.6012	2.6014	21.6	21.6	21.8
640kVAr	2500	2503	2501	2.2808	2.2815	2.2804	20.2	20.6	20.4

Uav. [V]	Iav. [A]	∑P [W]	$Pk^{75°C}$ [W]
2496.67	2.8672	67	5303
2488.83	2.6007	65	4805
2502	2.2809	61.2	4380

Measurements were performed with expanded uncertainty: 2% for voltage, 2,5% for current, 3% for power and the confidence level P = 95%.



10.4 Dielectric routine tests :

10.4.1 Separate source AC withstand voltage test:

Winding	Earthing	Test voltage, [kV]	Frequency, [Hz]	Test time, [s]
High voltage	tank	50	50	60

Measurements were performed with expanded uncertainty: 3,6% for voltage and the confidence level P = 95%.

10.4.2 Induced AC withstand voltage test:

Test voltage 2xUn, [V]	Frequency, [Hz]	Test time, [s]
40000	150	40

Measurements were performed with expanded uncertainty: 2% for voltage, 0,0016% for frequency and the confidence level P = 95%.

11. Instruments used for the tests:

- Turn ratio meter PWR 3-A serial nr.0928-5305;
- Microohmmeter-MRC6105N-serial nr.0928-5306;
- Wattmeter " Yokogava"-WT1600 serial nr.91J702269;
- Cast resin VT Cl.3.6kV(1500-3000/100V)-VKM24/2/H-serial nr.: 345080101; 345080102; 345080103;
- Cast resin CT(25-300/5A)-AOS-serial nr.: 09195334; 09195335; 09195336;
- Capacitor divider(100V/100kV)- serial nr.1954
- Digital thermometer type HI 8757 serial nr.1203939
- Mechanical chronometer type Slava serial nr.0521682

Notes: 1. The results from the tests are referred for the tested product only.
2. Reproduction or copying of the contents of this report in any other form unless its complete photocopying is not allowed without written consent from LTC-TEST.

TESTED BY :

1. Oleg Tsvetanov:..... (signature)

2. Vasil Vasilev:..... (signature)

Head of "LTC-TEST"..... LTC LTD. BULGARIA

Eng. Katerina Raicheva
(signature and stamp)

TEST REPORT

№0004-2/08.03.2016

1. Three phase oil-immersed shunt reactor, hermetically sealed, PM 800-20, Y, №249326, 2016
2. Customer : LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street order 0002/12.02.2016
3. Manufacturer: LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street
4. Test methods used : IEC 60076-2-cl.7.3.2;
5. Date on which the product was received in test room: 04.03.2016
6. Tests performed:
   - 6.1. Temperature rise test – IEC 60076-2
7. Test date: 08.03.2016
8. Test result: The product passed the tests
9. The report contains: 9 pages.....

Head of "LTC-TEST" :.....

LTC LTD. BULGARIA

Eng. Katerina Raicheva
(signature and stamp)

10. Test results:

Power	**800 kVAr**
Cooling	**ONAN**
Insulation class	**125/50/24**

Frequency	**50 Hz**
Overtemperature	**60K-65K**
Type	**PM800-20**

Year of production	**2016**
Vector group	**Y**
Coeff.Temperat.Material	**235**

Voltage (V)	20000
Tapping's(kVAr)	800 / 720 / 640
Current (A)	23.09 / 20.8 / 18.5
Connection	Star
Insulation class (kV)	24

Ratio *20000V Temperature reference (°C)* ***75***

	Load losses (Watt)
Guaranteed value	5000
Tolerance (%)	+5%
Measured value	5247
Deviation (%)	+4.94%

MEASUREMENT OF WINDINGS RESISTANCES BEFORE HEATING

Measure temperature : ***14°C***

Winding	20000V		
K			*[Ω]*
Phases			
1V-1W			4,8843

FINAL RESULTS

WINDINGS

RESULTS AT THERMIC REGIME

		HV	
T1	Ambient temperature	20,27	°C
To	Maximum temperature of the oil	73,91	°C
Tra	Temperature in the upper part of the radiators	65,16	°C
Trb	Temperature in the lower part of the radiators	38,50	°C
DTm	Average over temperature of the oil To-(Tra-Trb)/2-T1	40,31	K

RESULTS AT SWITCHED OFF LOAD

T1	Ambient temperature	20,17	°C
Ro	Resistance of the windings at the moment of switched off load	6,1954	Ω
T	Maximum temperature of the oil	72,66	°C
Tra	Temperature in the upper part of the radiators	64,22	°C
Trb	Temperature in the lower part of the radiators	39,16	K

DTm Average over temperature of the oil To-(Tra-Trb)/2-T1 — 39,96 K

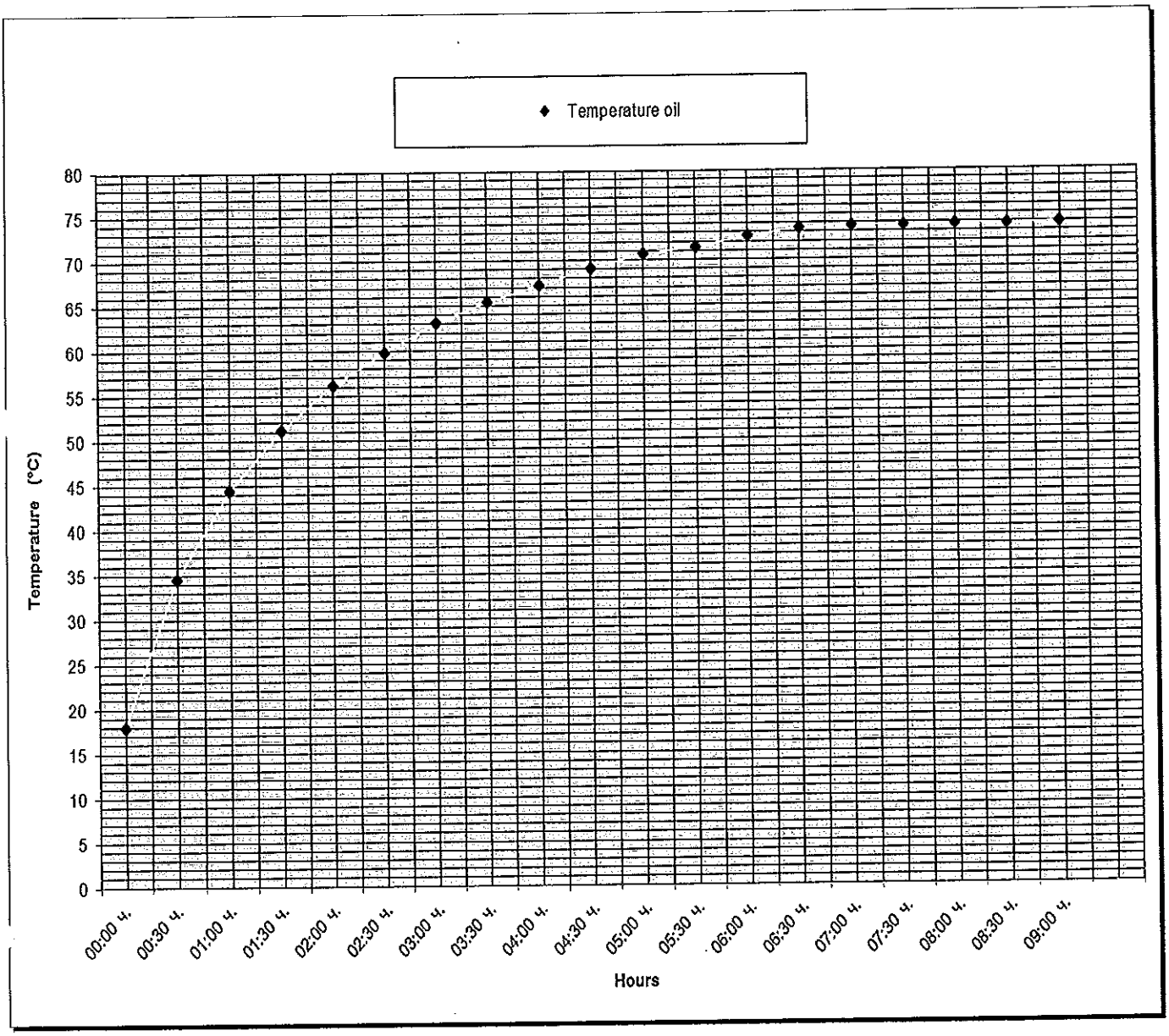
OVERTEMPERATURE OF THE WINDINGS TOWARDS THE AMBIENT TEMPERATURE

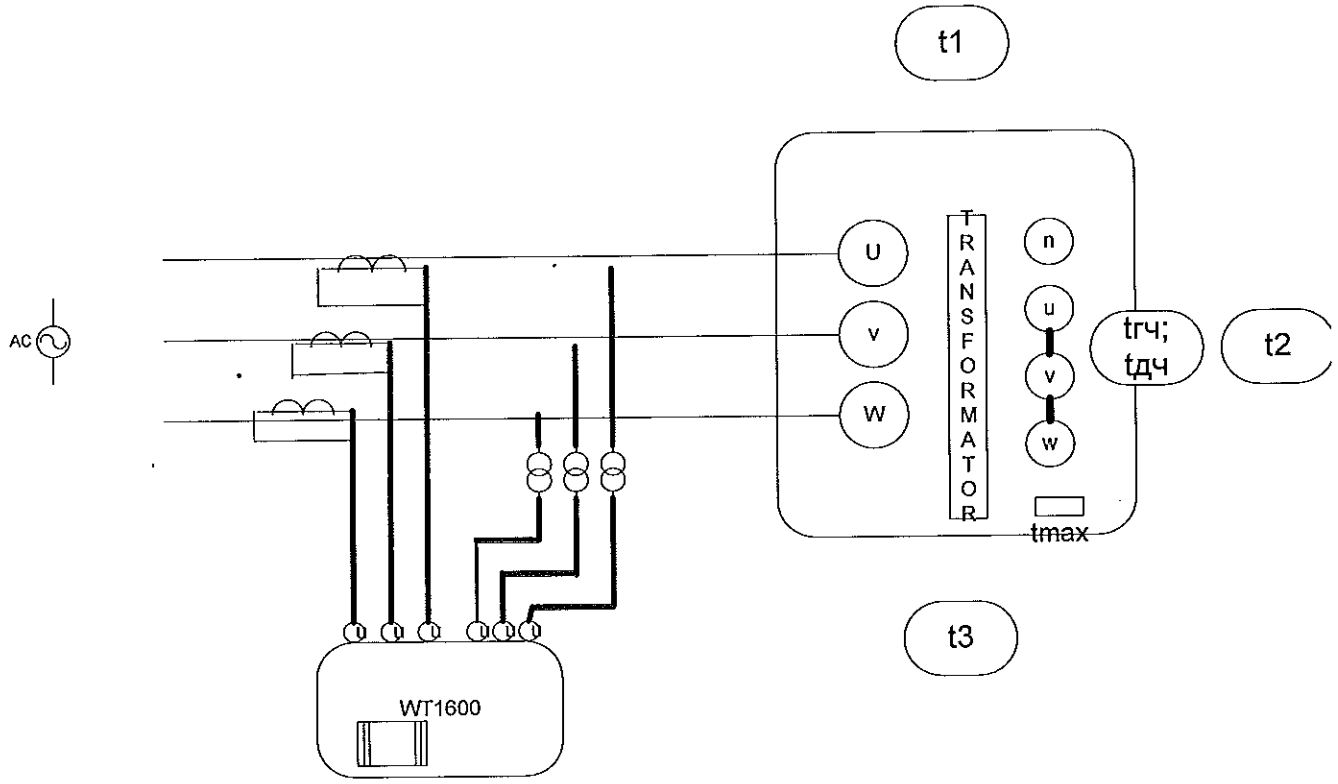
DT2	Overtemperature of the windings at switched off load(R1/R0)*(235[225]+To)-235[225]-T1	60.67	K
Dto	Maximum overtemperature of the oil at switched off load	53,64	K
Dtcu	Overtemperature of the windings towards the ambient temp. DT2+(DTm-DTm1)	**61,02**	K

10.1 Temperature rise test:

Hours	CH 1 Ambient (°C)	CH 2 Ambient (°C)	CH 3 Ambient (°C)	CH 4 Max. (°C)	CH 5 Upper rad. (°C)	CH 6 Lover rad. (°C)
00:00:00	14,00	13,80	14,50	18,00	17,20	16,65
00:30:00	14,00	13,80	14,50	34,58	27,82	17,55
01:00:00	14,50	14,20	14,80	44,49	34,90	21,29
01:30:00	15,00	15,00	15,50	51,09	40,25	25,41
02:00:00	15,80	15,50	16,00	56,10	43,93	28,16
02:30:00	16,20	16,20	16,70	59,84	46,68	29,83
03:00:00	17,00	17,00	17,50	63,07	49,39	32,13
03:30:00	17,80	17,50	18,00	65,39	51,31	33,37
04:00:00	18,00	18,00	18,50	67,21	52,54	34,23
04:30:00	18,50	18,50	19,00	69,11	53,75	35,02
05:00:00	19,00	19,20	19,50	70,61	55,10	36,60
05:30:00	19,00	19,80	19,80	71,35	55,47	37,57
06:00:00	19,40	20,00	20,00	72,58	56,43	37,95
06:30:00	19,40	20,20	19,80	73,48	58,15	38,50
07:00:00	19,55	20,20	20,00	73,75	61,46	38,52
07:30:00	19,63	20,32	20,00	73,77	63,11	38,47
08:00:00	19,87	20,44	20,05	73,81	64,24	38,50
08:30:00	19,91	20,57	20,06	73,86	64,89	38,33
09:00:00	20,00	20,80	20,00	73,91	65,16	38,50

Measurements were performed with expanded uncertainty 6% for temperature and the confidence level P = 95%.


Temperature oil
Temperature (°C)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
00:00 ч.
00:30 ч.
01:00 ч.
01:30 ч.
02:00 ч.
02:30 ч.
03:00 ч.
03:30 ч.
04:00 ч.
04:30 ч.
05:00 ч.
05:30 ч.
06:00 ч.
06:30 ч.
07:00 ч.
07:30 ч.
08:00 ч.
08:30 ч.
09:00 ч.
Hours

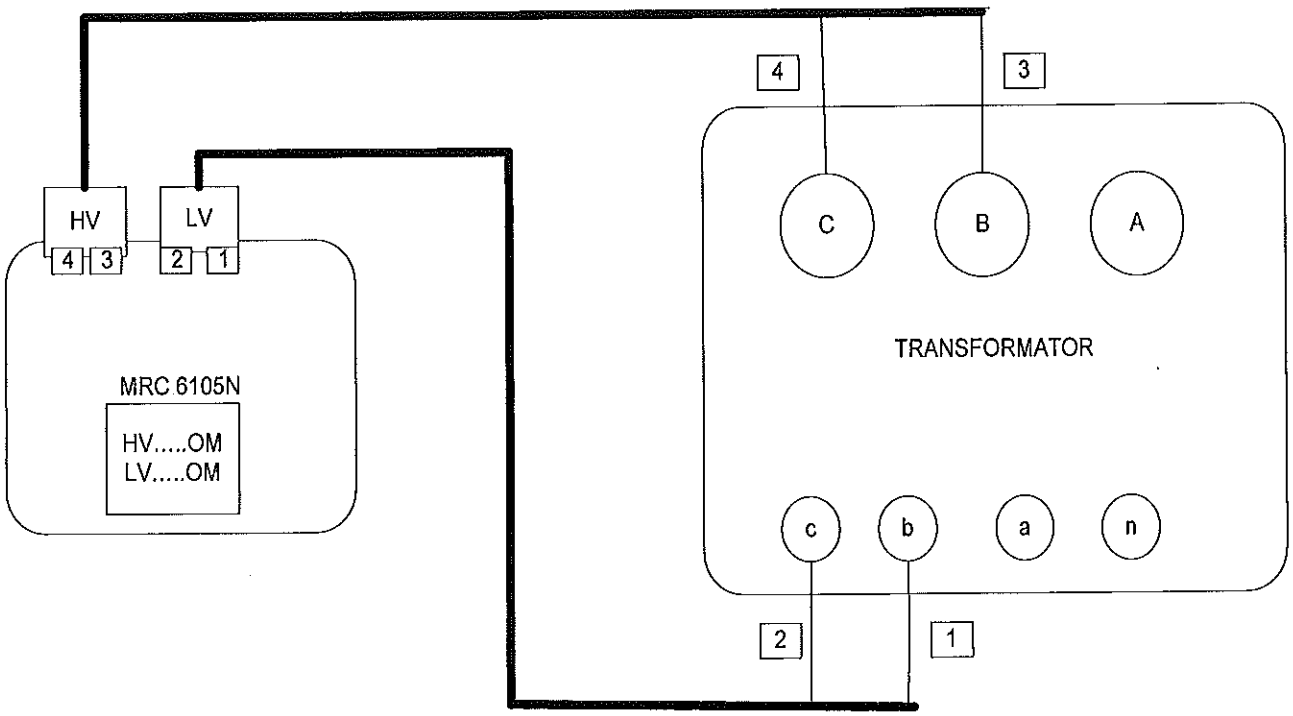


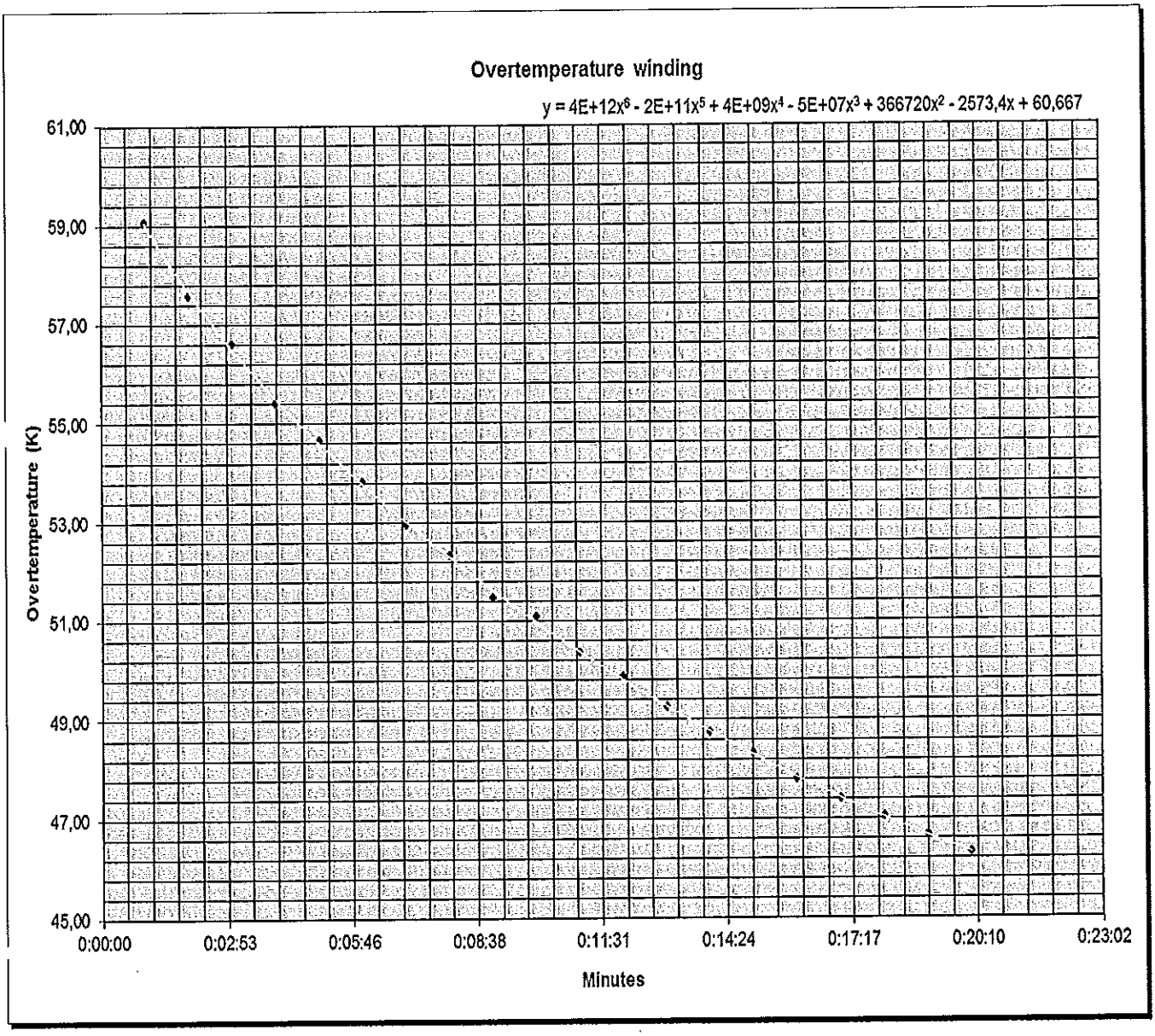
10.2 Measurement of winding resistance after shutdown:

phase V - W			
Minutes		Ω	ΔT
0:01:00		6,164	59,07
0:02:00		6,135	57,59
0:03:00		6,116	56,62
0:04:00		6,0923	55,42
0:05:00		6,0778	54,68
0:06:00		6,061	53,82
0:07:00		6,044	52,95

0:08:00		6,0319	52,34
0:09:00		6,015	51,47
0:10:00		6,0077	51,10
0:11:00		5,9933	50,37
0:12:00		5,9836	49,87
0:13:00		5,9715	49,26
0:14:00		5,9617	48,76
0:15:00		5,9532	48,32
0:16:00		5,9431	47,81
0:17:00		5,9352	47,41
0:18:00		5,9281	47,04
0:19:00		5,9208	46,67
0:20:00		5,9137	46,31

Measurements were performed with expanded uncertainty 0,5% for resistance and the confidence level P = 95%.


4
3
HV
LV
4
3
2
1
C
B
A
TRANSFORMATOR
MRC 6105N
HV.....OM
LV.....OM
c
b
a
n
2
1


Overtemperature winding
y = 4E+12x⁶ - 2E+11x⁵ + 4E+09x⁴ - 5E+07x³ + 366720x² - 2573,4x + 60,667
61,00
59,00
57,00
55,00
53,00
51,00
49,00
47,00
45,00
Overtemperature (K)
0:00:00
0:02:53
0:05:46
0:08:38
0:11:31
0:14:24
0:17:17
0:20:10
0:23:02
Minutes

11. Instruments used for the tests:

- Microohmmeter-MRC6105N-serial nr.0928-5306;
- Wattmeter " Yokogava"-WT1600 serial nr.91J702269;
- Cast resin VT Cl.3.6kV(1500-3000/100V)-VKM24/2/H-serial nr.: 345080101;345080102;345080103;
- Cast resin CT(25-300/5A)-AOS-serial nr.: 09195334;09195335;09195336;
- Resistance thermometer Pt 100, type 448/2012 - serial nr. 1,2,3,4,5,6,7;
- Mechanical chronometer type Slava serial nr. 0521682 .

Notes: 1. The results from the tests are referred for the tested product only.
2. Reproduction or copying of the contents of this report in any other form unless its complete photocopying is not allowed without written consent from LTC-TEST.

TESTED BY :

1. Oleg Tsvetanov:..... (signature)

2. Vasil Vasilev:..... (signature)

Head of "LTC-TEST" .....

Eng. Katerina Raicheva
(signature and stamp)

TEST REPORT

№ 0004-3/09.03.2016

CUSTOMER: LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street

SUBJECT: Three phase oil-immersed shunt reactor, hermetically sealed
800kVAr - 20kV

REF. CUSTOMER № 2 *Dated: 12-Feb-16*

REF. CONSTRUCTOR

TEST ROOM : "LTC - TEST" Pernik

OBJECT OF THE TEST : Test is carried out to determine the conformity of the product to the customer order.

DATE OF ISSUE 09-Mar-16

RECEIVER COPY LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA

THE TESTER

LTC LTD. BULGARIA

FOR CUSTOMER

Serial № 249326

Power	800 kVAr
Cooling	ONAN
Insulation class	125/50/24

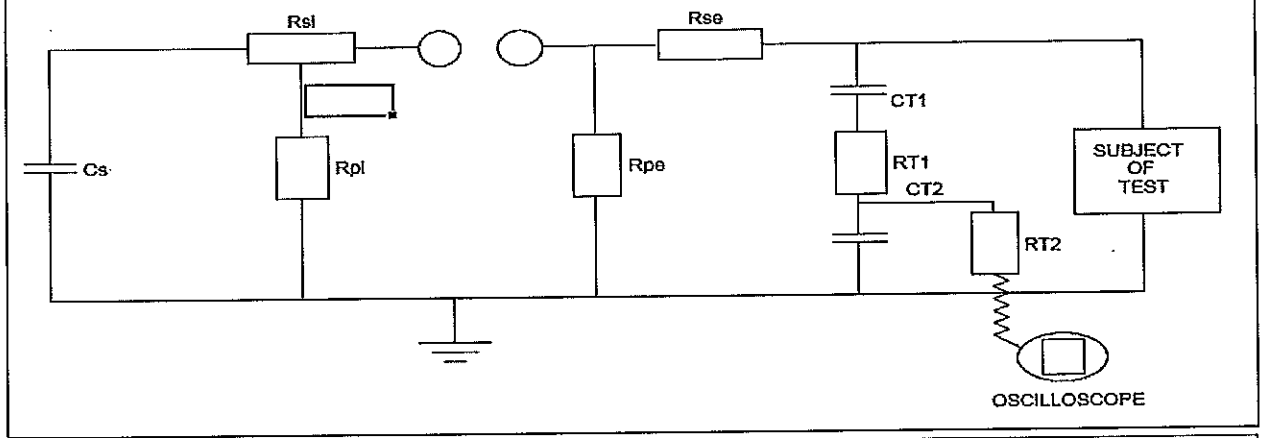
Frequency	50 Hz
Overtemperature	60K-65K
Type	PM800-20

Year of production	2016
Vector group	Y
Standard	IEC60076-3

Voltage (V)	20000
Tapping's (kVAr)	800 / 720 / 640
Current (A)	23.09 / 20.8 / 18.5
Connection	Star
Insulation class (kV)	24

IMPULSE TENSION: 125kV **POLARITY: NEGATIVE**

Testing scheme NORMAL WAVE 1,2 ±30% / 50 ±20%



Impulse generator "AME"
Total max load of tension 400kV - Energy at max load of tension- 20 kJ
Number of arms : Four arms in serial

CALIBRATION CONSTANT FOR IMPULSE TEST:

K = 6794.8

Result from the test:		POSITIVE
Date: **09.03.2016**	LTC-TEST LTD.	**Customer**

142

OIL - IMMERSED SHUNT REAKTOR

800kVAr - 20kV

1.REQUIREMENTS OF THE TEST:

The impulse must have the following characteristics:

- Nominal Impulse Voltage:	**125**	kV
- Nominal time of front duration:	**1.2**	μs(±30%)
- Nominal time duration of the half of tail:	**50**	μs(±20%)
- Max over-shoot on the peak of the waveform:	**10**	%

The test will be performed according to IEC standards № IEC-EN-60076-4

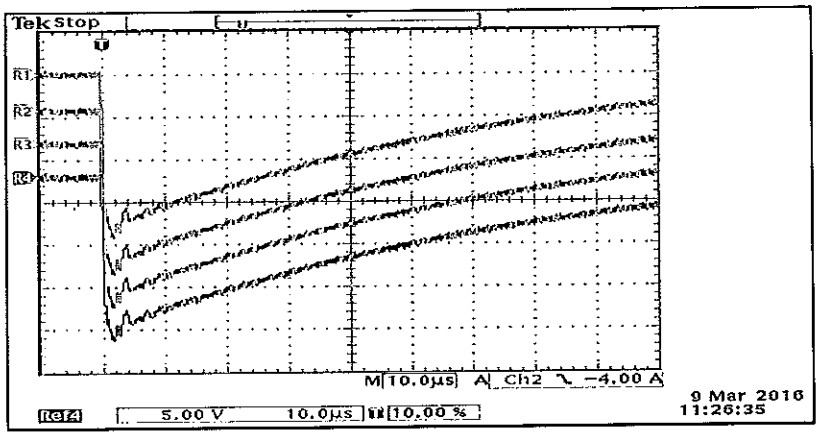
2. ENVIRONMENTAL CONDITION DURING THE TEST

Air temperature:	**15.0°C**
Pressure:	**957mb**
Relative humidity %	**45%**

OSCILLOGRAM REGISTRATION

Negative impulse on Phase A ***Osciollogram №1***

VOLTAGE

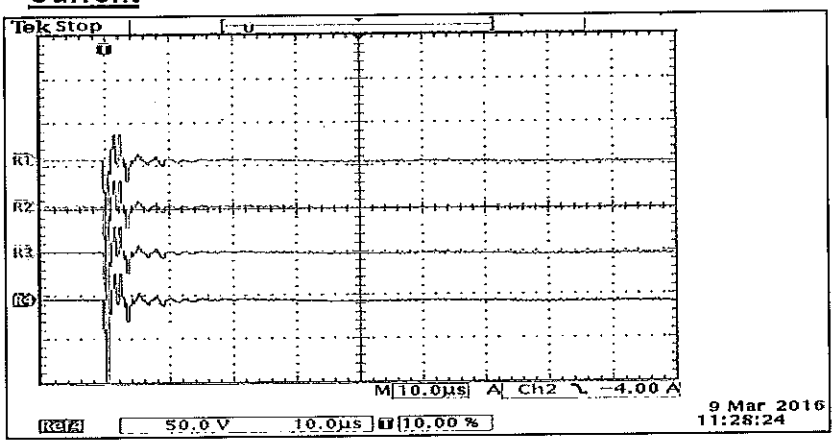


R1= 50%VN (62,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

Waveform Characteristics

Front time:	1.32	µs
Tail time:	41.60	µs

Current

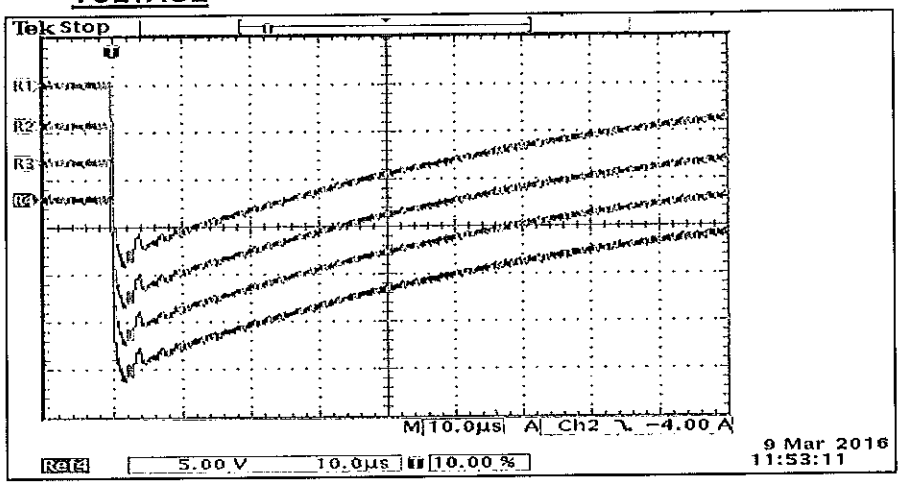


R1= 50%VN (65,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

OSCILLOGRAM REGISTRATION

Negative impulse on Phase B ***Osciollogram №2***

VOLTAGE

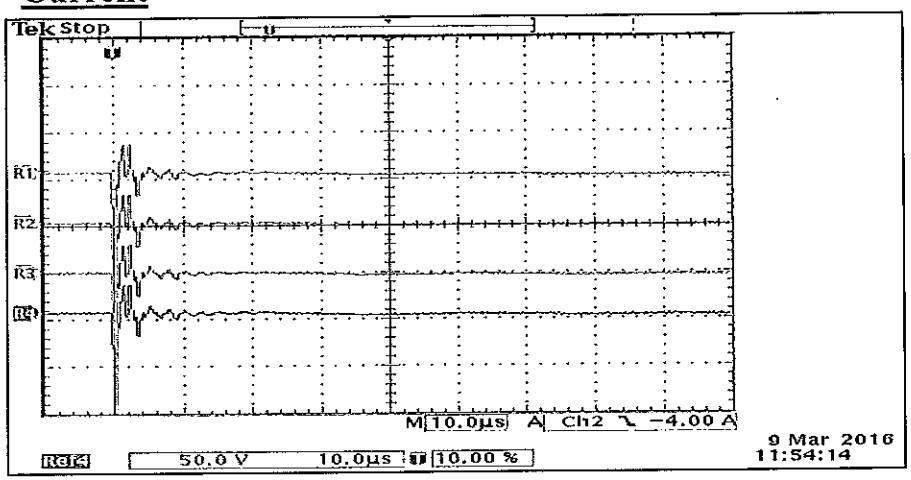


R1= 50%VN (62,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

Waveform Characteristics

Front time:	1.34 µs
Tail time:	41.64 µs

Current

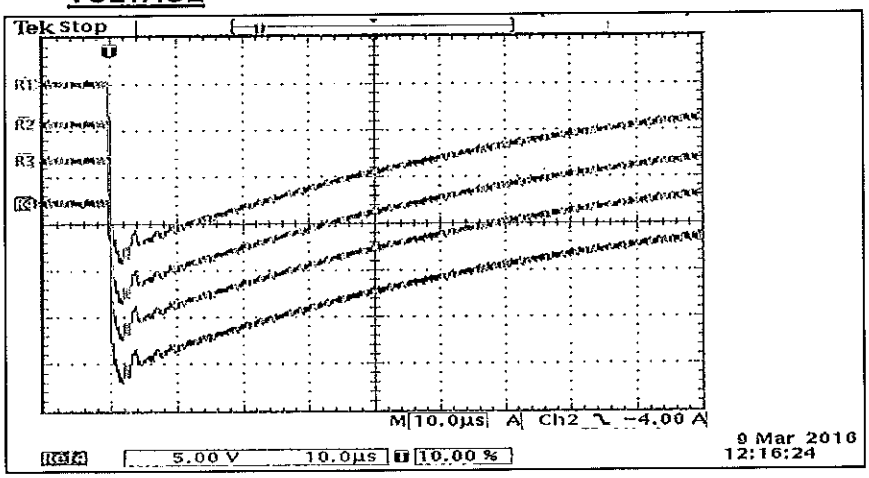


R1= 50%VN (62,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

OSCILLOGRAM REGISTRATION

Negative impulse on Phase C ***Osciollogram №3***

VOLTAGE

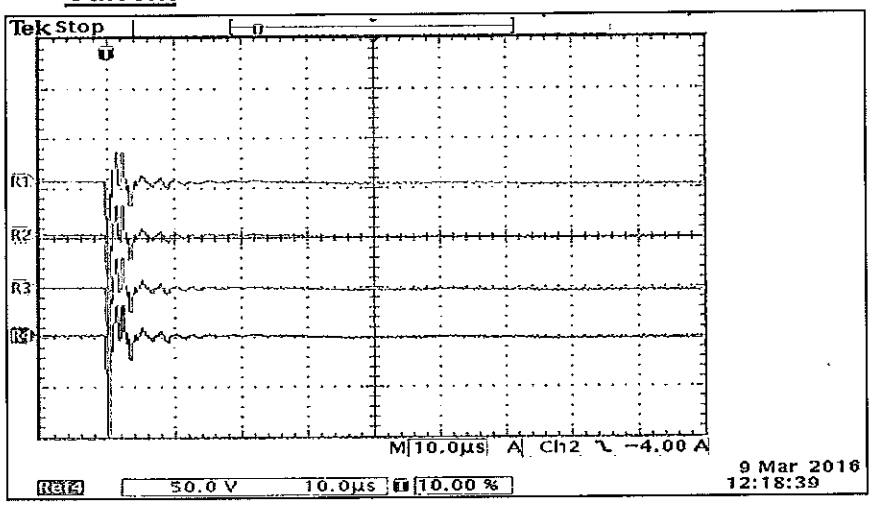


R1= 50%VN (62,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

Waveform Characteristics

Front time:	1.36	µs
Tail time:	41.66	µs

Current



R1= 50%VN (62,5kV)
R2= 100%VN (125kV)
R3= 100%VN (125kV)
R4= 100%VN (125kV)

TEST REPORT

№ 0004-4/09.03.2016

1. Three phase oil-immersed Shunt reactor, hermetically sealed, PM 800/20, Y, №249326, 2016

2. Customer : LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street order 0002/12.02.2016

3. Manufacturer: LEMI TRAFO JSC, 2304 Pernik, BULGARIA ,1 Vladaisko vastanie Street

4. Test methods used : IEC 60076-10:2003;

5. Date on which the product was received in test room: 04.03.2016

6. Tests performed:
   6.1 Determination of sound levels - (IEC60076-10 cl.11.2)

7. Test date : 09.03.2016

8. Test result: The product passed the tests

9. The report contains: 5 pages

10. Site: Test Room "LTC-TEST", Pernik

Head of "LTC-TEST": .....

Eng. Katerina Raicheva
(signature and stamp)

11. Test result:

Details of reactor

Serial № :249326 kVAr: 800 *Voltage:* 20000 kV

Details of measuring instrument

Brand: Brüel & Kjær *Type:* 2238 Mediator *Serial № :* *2684705*

Microphone type : *4188* *Microphone serial № :* *2690664*

Test conditions

Feeding voltage: 20000V *Frequency:* 50 Hz

A weighted sound pressure level $\overline{LpA}$:

☑ Oil-immersed reactor - hermetically sealed

Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3	Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3
1	55,5	28,4	55,5	9	56,4	28,3	56,4
2	56,3	28,7	56,3	10	55,9	28,4	55,9
3	56,3	28,5	56,3	11			
4	56,8	28,5	56,8	12			
5	55,5	28,6	55,5	13			
6	56,4	28,8	56,4	14			
7	55,1	28,7	55,1	15			
8	55,7	28,5	55,7	16			

Arithmetic/energy average : **55,99 dB** on 10 measure points

Legend

1 = Transformer noise

2 = Background noise

3 = Transformer correct noise

$\overline{LpA}$	54,79 dB
LwA	64,78 dB

Environmental correction K	1,2261816	
Principal prescribed countur	9,963	m^2
Total area of the surface test room	122,16	m^2

Details of reactor

Serial № :249326 kVAr: 720 *Voltage:* 20000 kV

Details of measuring instrument

Brand: Brüel & Kjær *Type:* 2238 Mediator *Serial № :* 2684705

Microphone type : 4188 *Microphone serial № :* 2690664

Test conditions

Feeding voltage: 20000V *Frequency:* 50 Hz

Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3	Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3
1	54,1	28,3	54,1	9	53,6	27,6	53,6
2	53,8	27,9	53,8	10	54,4	27,9	54,4
3	53,5	28,1	53,5	11			
4	53,9	27,6	53,9	12			
5	54,5	27,4	54,5	13			
6	53,2	28,2	53,2	14			
7	54,2	28,1	54,2	15			
8	53,4	27,8	53,4	16			

Arithmetic/energy average : **53,86 dB** on 10 measure points

Legend

1 = Transformer noise

2 = Background noise

3 = Transformer correct noise

LpA	52,65 dB
LwA	62,64 dB

Environmental correction K	1,2261816	
Principal prescribed countur	9,963	m^2
Total area of the surface test room	122,16	m^2

Details of reactor

Serial № :**249326** kVAr: **640** *Voltage:* **20000 kV**

Details of measuring instrument

Brand: **Brüel & Kjær** *Type:* **2238 Mediator** *Serial № :* *2684705*

Microphone type : 4188 *Microphone serial № :* *2690664*

Test conditions

Feeding voltage: **20000V** *Frequency:* **50 Hz**

Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3	Measuring position	dB 1	dB 2	dB 3
1	51,8	27,9	51,8	9	51,7	28,3	51,7
2	52,4	28,0	52,4	10	51,5	28,1	51,5
3	51,6	28,3	51,6	11			
4	51,4	28,5	51,4	12			
5	51,9	28,7	51,9	13			
6	52,2	27,8	52,2	14			
7	51,6	28,2	51,6	15			
8	52,4	27,6	52,4	16			

Arithmetic/energy average : **51,85 dB** on 10 measure points

Legend

1 = Transformer noise

2 = Background noise

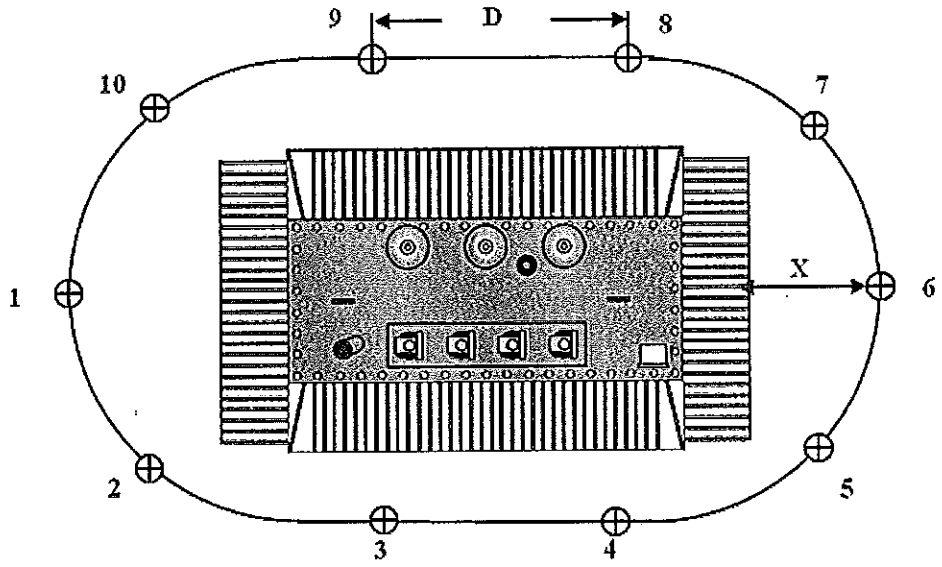
3 = Transformer correct noise

LpA	50,64 dB
LwA	60,62 dB

Environmental correction K	1,2261816	
Principal prescribed countur	9,963	m^2
Total area of the surface test room	122,16	m^2

150

12. Testing scheme:



Distance X = 0.3m. Distance D = 0.65m. Microphone height from floor: 0,62m

13. Instruments used for the tests:

- Calibrator Sound Level Meter, serial nr.2651663
- Sound Level Meter, serial nr. 2684705
- Measuring Roulette, steel, serial nr. 51217

Notes: 1. The results from the tests are referred for the tested product only.
2. Reproduction or copying of the contents of this report in any other form unless its complete photocopying is not allowed without written consent from LTC-TEST.

TESTED BY :

1. Oleg Tsvetanov:..... (signature)

2. Vasil Vasilev:..... (signature)

Head of "LTC-TEST"..... Eng. Katerina Raicheva (signature and stamp)

ПРИЛОЖЕНИЕ № 7

Лемu Трафо
Трансформатори

ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001
BUREAU VERITAS
Certification

ДЕКЛАРАЦИЯ

По точка 7. от техническата спецификация.

Долуподписаният Евгени Георгиев Славенин, в качеството ми на представляващ «Леми- Трафо» ЕАД, участник в процедура за възлагане на обществена поръчка с предмет: **„Доставка на трифазни реактори за електроразпределителна мрежа СрН", реф. № PPD 16-123**

ДЕКЛАРИРАМ, ЧЕ:

Трансформаторното масло Prista Trafo- A, което ще използваме е напълно съвместимо с други трансформаторни масла, удовлетворяващи изискванията на едни и същи международни стандарти от други производители. Трансформаторното масло не съдържа (отсъствие) на полихлорирани бифенили (PCB).

Дата 09.03.2017 г.

Декларатор:

/име, подпис и печат/
Евгени Славенин
Изпълнителен директор

Лемі Трафо
Трансформатори

ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001
BUREAU VERITAS
Certification

ПРИЛОЖЕНИЕ № 8.1

Лемі Трафо
гр. Перник, ул. „Владайско въстание" 1 | Тел.: 076 670 620, 076 670 696 | Факс: 076 670 871 | GSM централа: 0887 764 127
E-mail: info@lemi-trafo.com | Website: http://www.lemi-trafo.com

ОМИ-13 / 04.2016

Клиент: .....
Договор: .....

ИНСТРУКЦИЯ ЗА МОНТАЖ И ЕКСПЛОАТАЦИЯ

Заземителни и специални трансформатори, реактори

- **Маслено напълнени херметични заземителни трансформатори с намотки за собствени нужди**
- **Заземителни трансформатори с вградена Петерсонова бобина**
- **Шунтови маслени реактори**

Съдържание:

Перник, България
Рев.4, Март 2017

1. Условия на работа и доставка

Трансформаторите с вградена Петерсонова бобина (ТгРс) или шунтовите реактори са предназначени за външна експлоатация с температура на околната среда от -40 ° С до + 40 ° С, и надморската височина до 1 000 м. Те се доставят напълно завършени, напълнени с масло и се изпитва в съответствие със стандарт IEC 60076 и / или изискванията на клиента.

2. Приемане на трансформатора, реактора на място

Трансформаторите, реакторите са опаковани в европалети и превозвани с камион. Общата маса е в съответния с приложеният чертеж.

3. Проверка при приемане

- Проверка дали данните от табелата съответстват на поръчката.
- Визуална инспекция на трансформатора или реактора. Ако установите, че има повреда върху трансформатора/реактора след транспортиране, моля уведомете превозвача за това.

4. Инструкция за предпазване и съхранение на място

След като са доставени на място, в случай че трансформатора не се постави на мястото за монтаж, може да се съхранява в открито пространство в склада. Корозивната защита на трансформатора е такава, че той може да се съхранява на открито.

5. Подготовка и пускане в експлоатация

- Проверете дали има повреда по трансформатора/реактора или теч на масло, премахване повредите. Ако има изтичане на масло през уплътненията, затегнете винтовете.
- Проверете съпротивлението на изолацията и качеството на маслото, ако трансформатора/реактора се съхранява дълго време.. Принципно изолационната съпротива на нов трансформатор/реактор, трябва да бъде по-висока от 2000 MΩ's измерени с мегаомметър - Megger
- Проверете изводите.
- Проверете позициите на комутаторите

6. Контрол и поддръжка

- Периодични проверки
- Ако няма проблеми по време на работата на трансформатора/реактора, препоръчително е трансформатора да се отваря на всеки 7** години (два пъти), и след това на всеки 5** години. Проверката трябва да се извършва в специализирани цехове, чрез сушене на изолацията, замяна на маслото, притягане на намотките

**: Когато специалния трансформатор/реактор е монтиран / работи в П/С и той е защитен със устройства против къси съединения, този трансформатор трябва да се разглежда (от гледна точка на поддържката) като обикновен нормален трансформатор – отварянето да бъде направено само когато има нужда от ремонт на магнитопровода или намотките.

7.Проверка на активната част извън казана

Ако поради някаква причина е необходимо да се провери ядрото и намотките, трябва да се извършат следните операции:

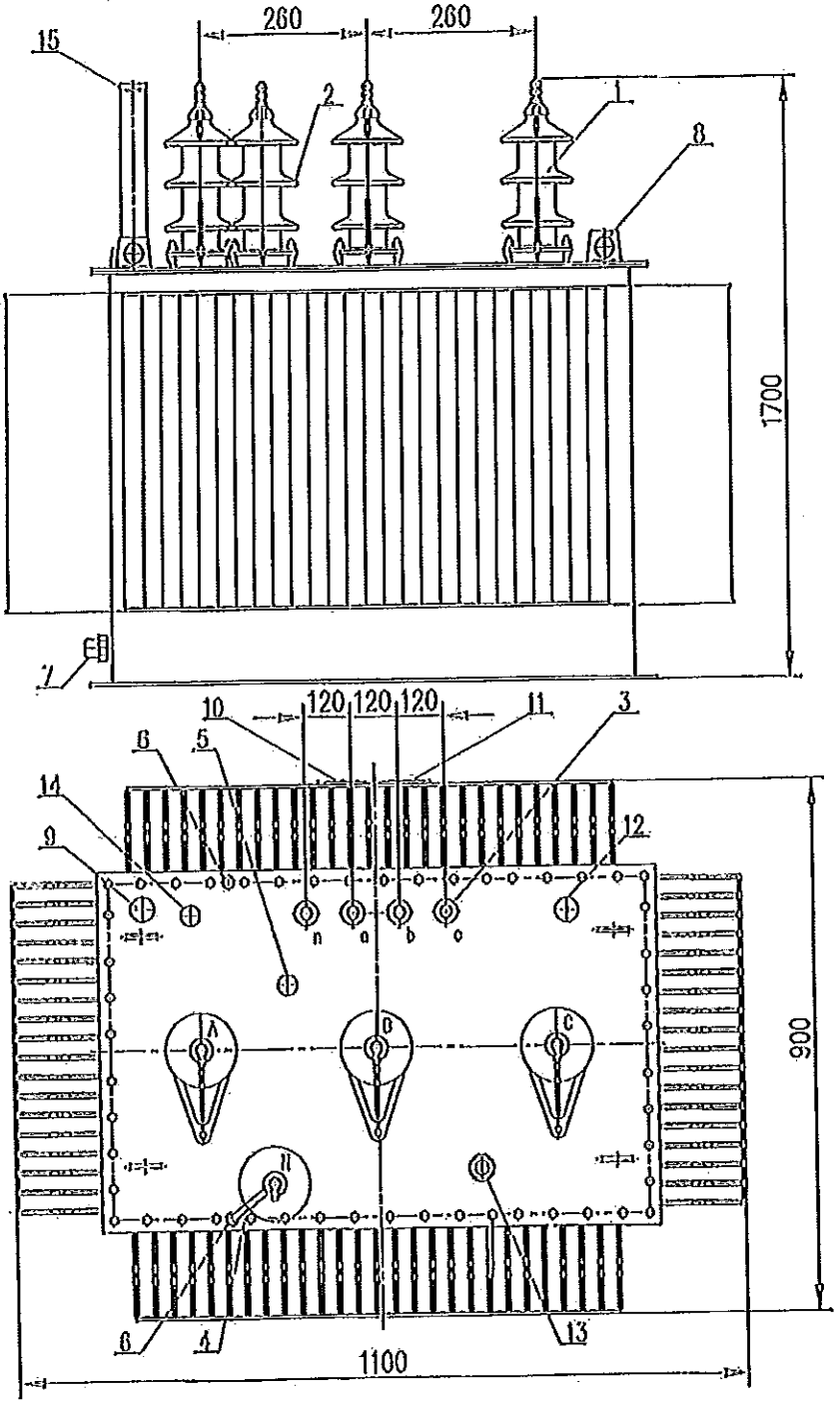
- Премахнете винтовата връзка между казана и капака
- Повдигнете активната част като използвате повдигателните уши

8. След-продажбени услуги

Mobile: +359 887 764127
Tel: +35976 67 06 20
e-mail: info@lemi-trafo.com

9. Приложения

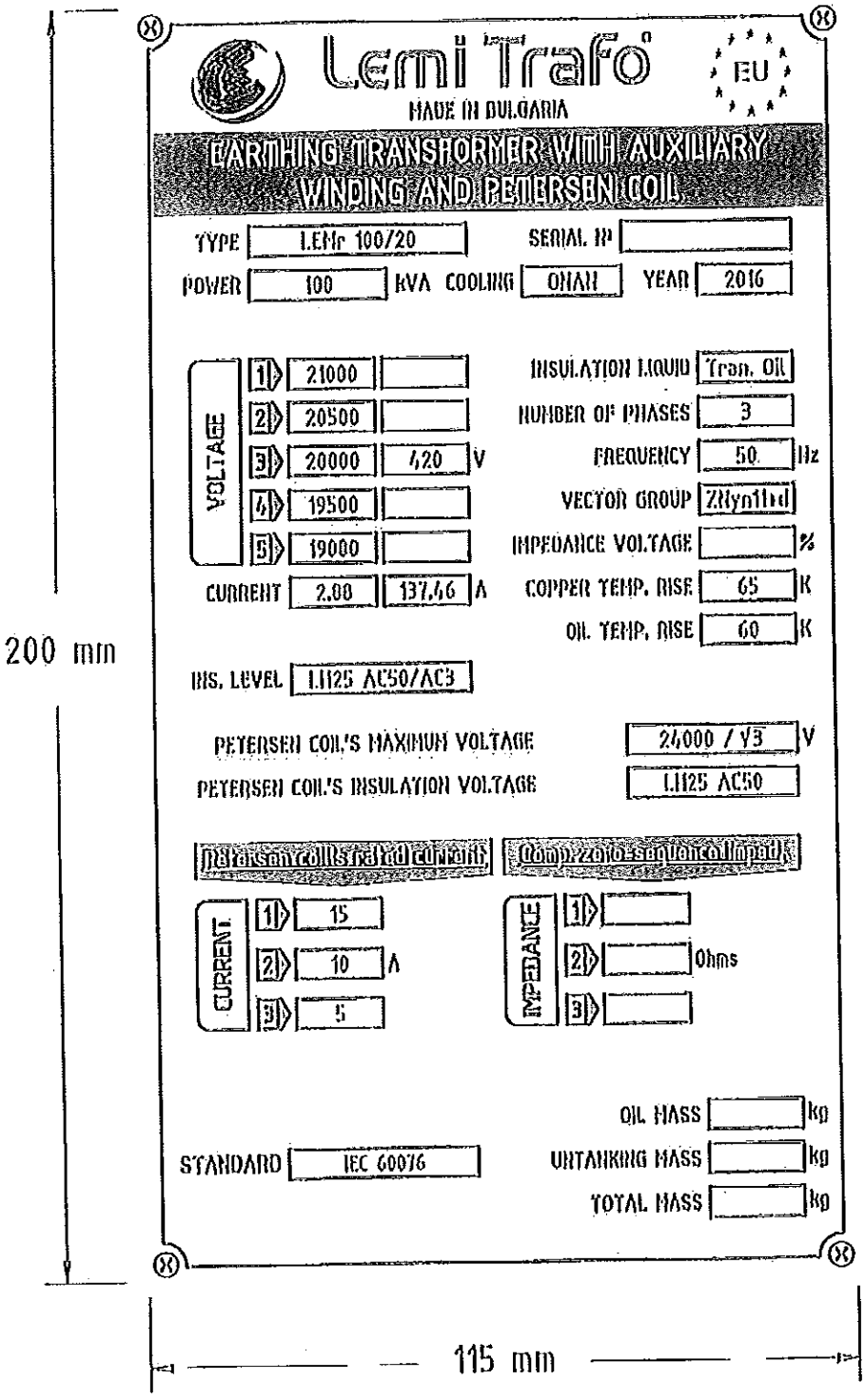
	Three-phase hermetically sealed type oil-immersed distribution transformer with Petersen coil 100 kVA, 20±2x2.5%/0.42kV, ZNyn11+d	071-2016

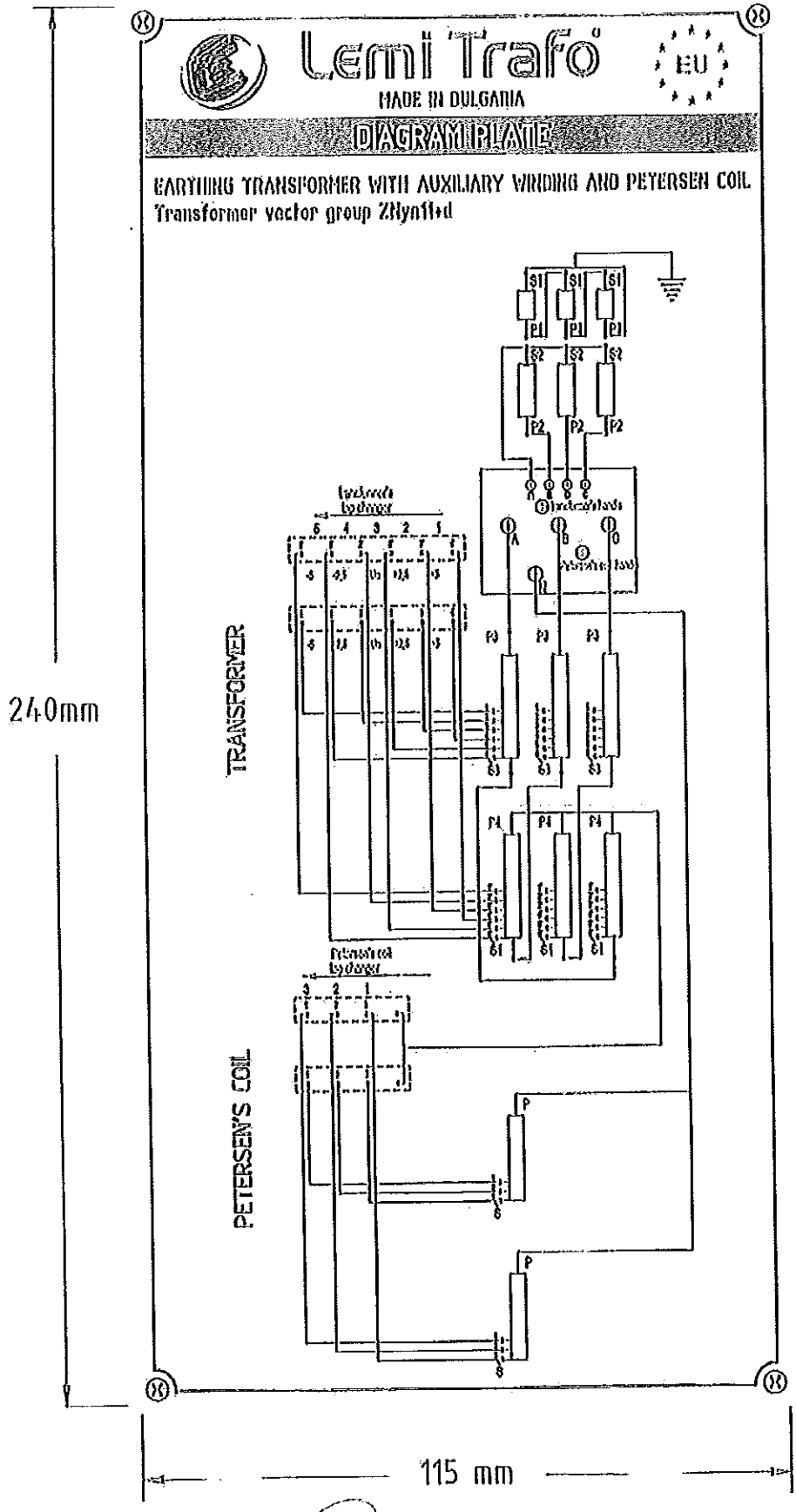


1. H.V. Bushings EN50180
2. H.V. Neutral bushing EN50180
3. L.V. Bushings EN50386
4. Neutral to earthing terminal
5. Top changer +/-2x2.5%
6. Earthing terminal
7. Oil drain valve
8. Lifting lugs
9. Filling opening
10. Diagram plate
11. Name plate
12. Thermometer with 2 el. cont.
13. Top changer for Petersen coil
14. Oil level indicator
15. Pressure relief device

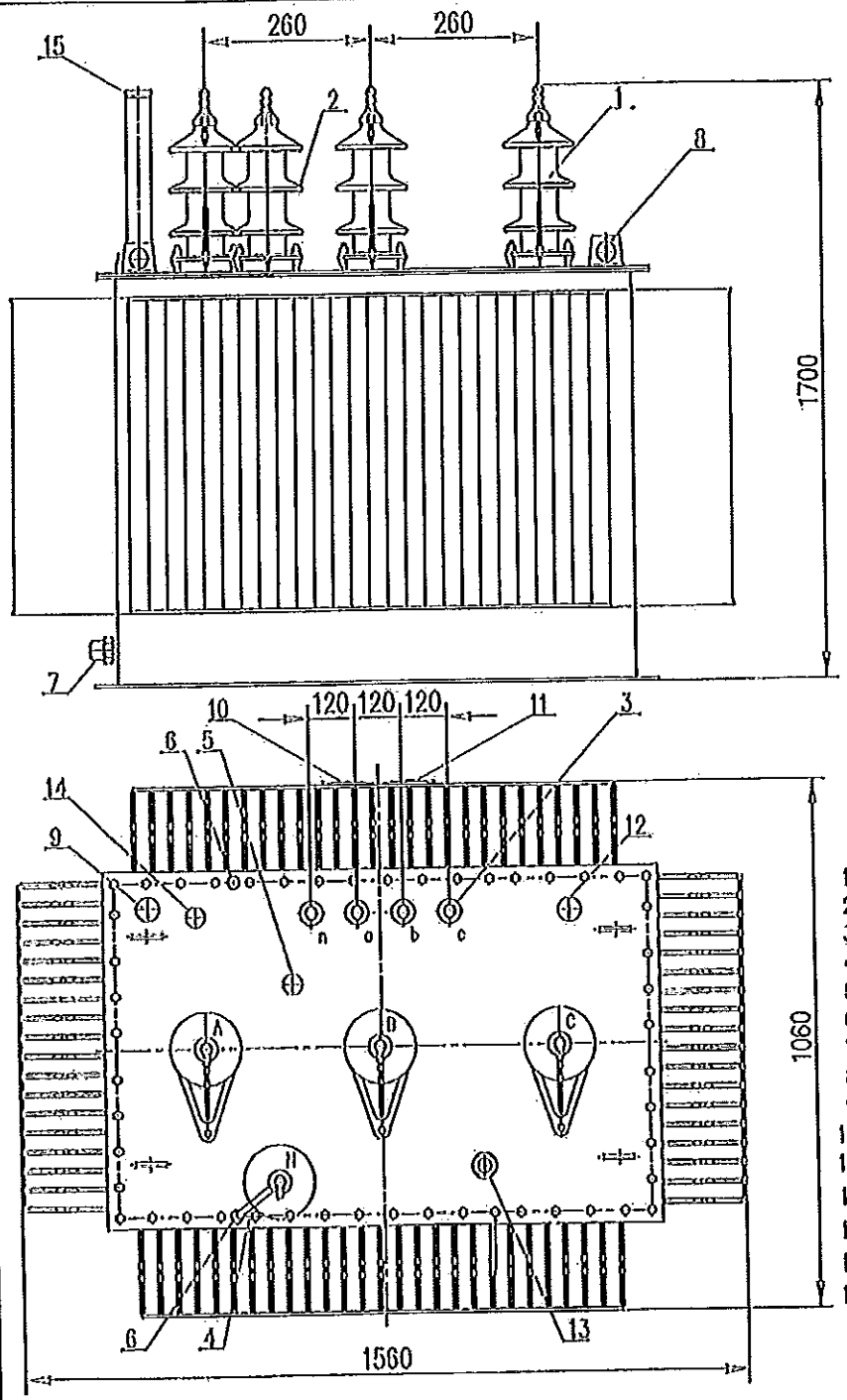
Mass(kg)	
Oil	Total
450	1700

Lom Trafo	TRANSFORMER OUTLINE DRAWING		Drg.No. LT102709-1
	Designed by: Z.Melodiev	Approved by: Cvetanov	Date: 21.04.2016


Lemi Trafo
MADE IN BULGARIA
EU
EARTHING TRANSFORMER WITH AUXILIARY WINDING AND PETERSEN COIL
TYPE
LEMtr 100/20
SERIAL №
POWER
100
kVA
COOLING
ONAN
YEAR
2016
VOLTAGE
1
21000
2
20500
3
20000
420
V
4
19500
5
19000
CURRENT
2.88
137.46
A
INSULATION LIQUID
Trans. Oil
NUMBER OF PHASES
3
FREQUENCY
50
Hz
VECTOR GROUP
ZNyn11d
IMPEDANCE VOLTAGE
%
COPPER TEMP. RISE
65
K
OIL TEMP. RISE
60
K
BIL. LEVEL
LI125 AC50/AC3
PETERSEN COIL'S MAXIMUM VOLTAGE
24000 / √3
V
PETERSEN COIL'S INSULATION VOLTAGE
LI125 AC50
Petersen coil's rated current
Comp. zero sequence impedance
CURRENT
1
15
2
10
A
3
5
IMPEDANCE
1
2
Ohms
3
OIL MASS
kg
STANDARD
IEC 60076
UNTANKING MASS
kg
TOTAL MASS
kg
200 mm
115 mm


Lemi Trafo
MADE IN BULGARIA
EU
DIAGRAM PLATE
EARTHING TRANSFORMER WITH AUXILIARY WINDING AND PETERSEN COIL
Transformer vector group ZNyn11+d
TRANSFORMER
PETERSEN'S COIL
240mm
115 mm

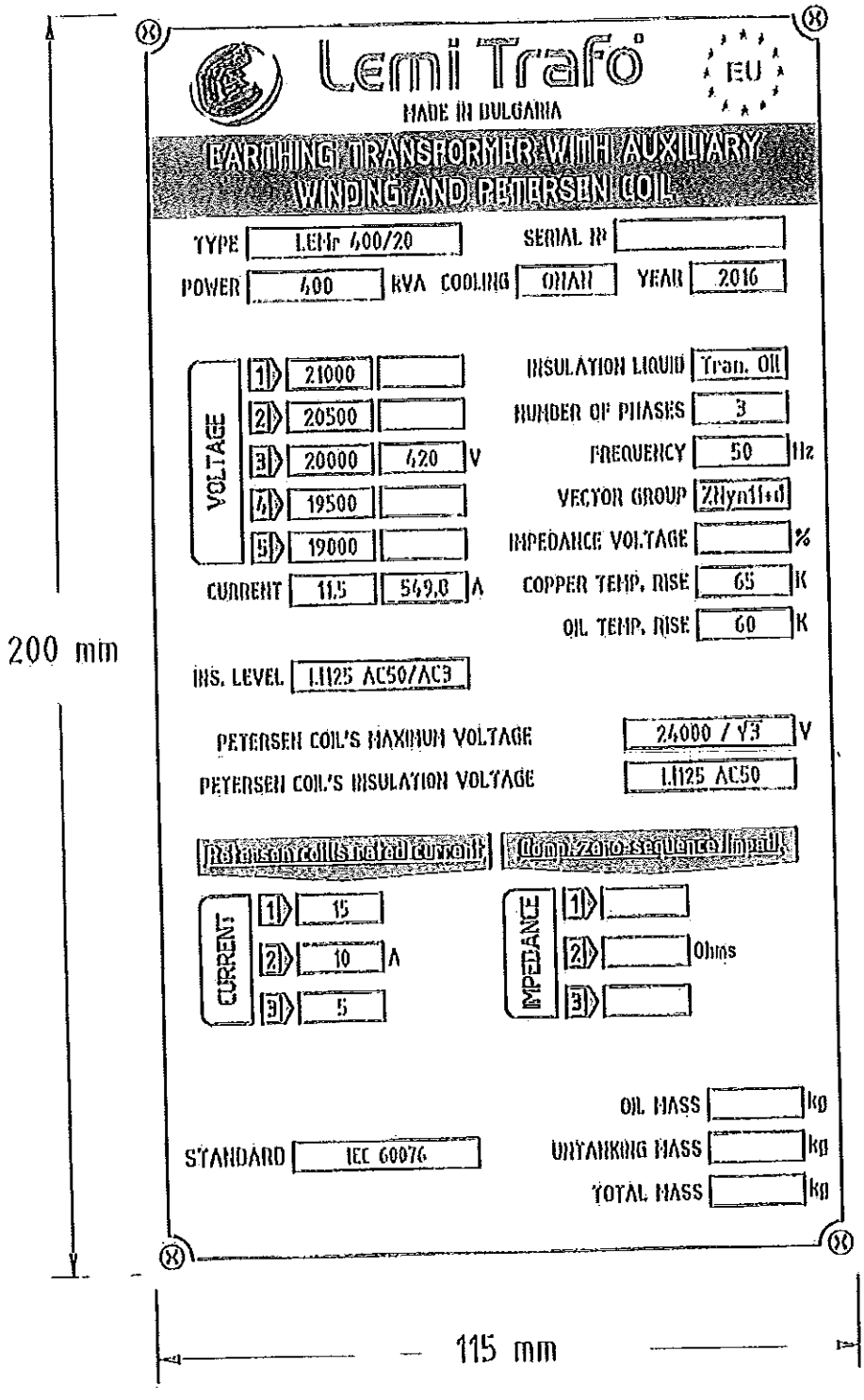
	Three-phase hermetically sealed type oil-immersed distribution transformer with Petersen coil 400 kVA, 20±2x2.5%/0.42kV, ZNyn11+d	071-2016

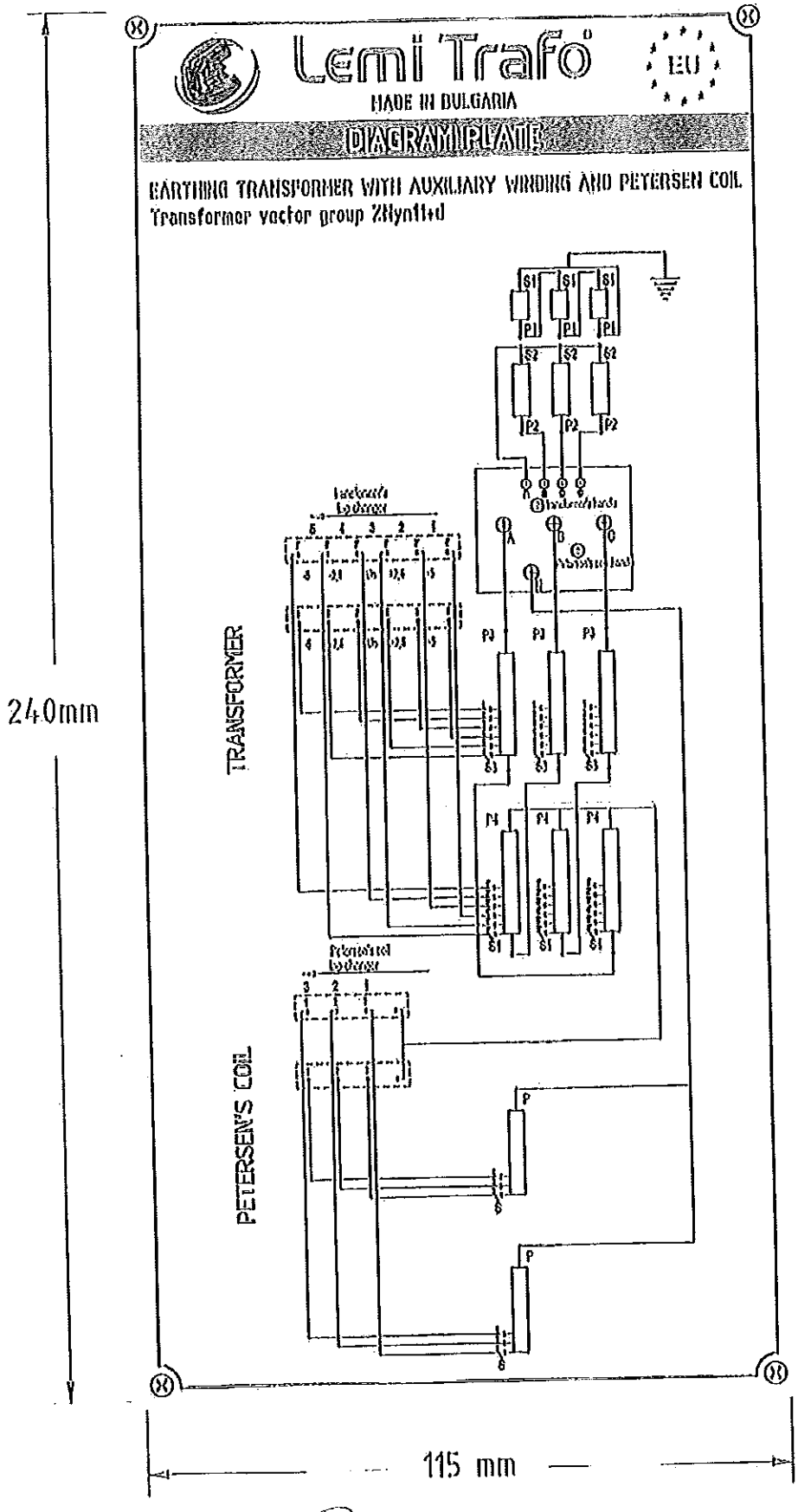


1. H.V. Bushings EN50180
2. H.V. Neutral bushing EN50180
3. L.V. Bushings EN50386
4. Neutral to earthing terminal
5. Tap changer +/-2x2.5%
6. Earthing terminal
7. Oil drain valve
8. Lifting lugs
9. Filling opening
10. Diagram plate
11. Name plate
12. Thermometer with 2 el. cont.
13. Tap changer for Petersen coil
14. Oil level indicator
15. Pressure relief device

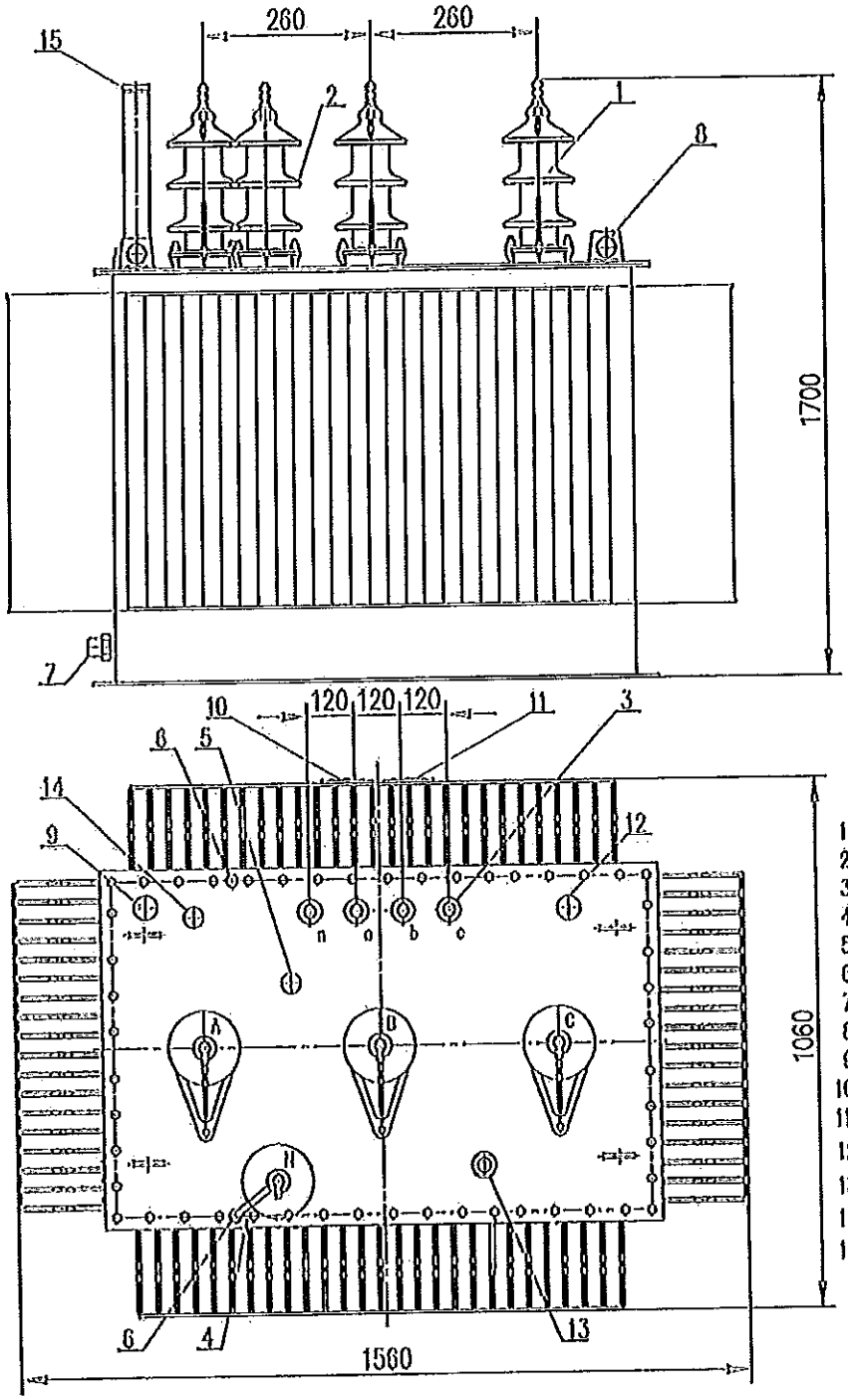
Mass(kg)	
Oil	Total
600	2720

	TRANSFORMER OUTLINE DRAWING		Drg.No. LT102709-2
Uzel Trafo	Designed by: Z.Metodiev	Approved by: Cvetanov	Date: 21.04.2016


Lemi Trafo
MADE IN BULGARIA
EU
EARTHING TRANSFORMER WITH AUXILIARY WINDING AND PETERSEN COIL
TYPE LEMr 400/20
SERIAL Nº
POWER 400 kVA
COOLING ONAN
YEAR 2016
VOLTAGE
1) 21000
2) 20500
3) 20000 420 V
4) 19500
5) 19000
CURRENT 11.5 549.8 A
INSULATION LIQUID Tran. Oil
NUMBER OF PHASES 3
FREQUENCY 50 Hz
VECTOR GROUP ZNyn11+d
IMPEDANCE VOLTAGE %
COPPER TEMP. RISE 65 K
OIL TEMP. RISE 60 K
INS. LEVEL LI125 AC50/AC3
PETERSEN COIL'S MAXIMUM VOLTAGE 24000 / √3 V
PETERSEN COIL'S INSULATION VOLTAGE LI125 AC50
Petersen coil's rated current
Comp. zero sequence impedi.
CURRENT
1) 15
2) 10 A
3) 5
IMPEDANCE
1)
2) Ohms
3)
OIL MASS kg
UNTANKING MASS kg
TOTAL MASS kg
STANDARD IEC 60076
200 mm
115 mm


Lemi Trafo
MADE IN BULGARIA
EU
DIAGRAM PLATE
EARTHING TRANSFORMER WITH AUXILIARY WINDING AND PETERSEN COIL
Transformer vector group ZNyn11d
TRANSFORMER
PETERSEN'S COIL
240mm
115 mm

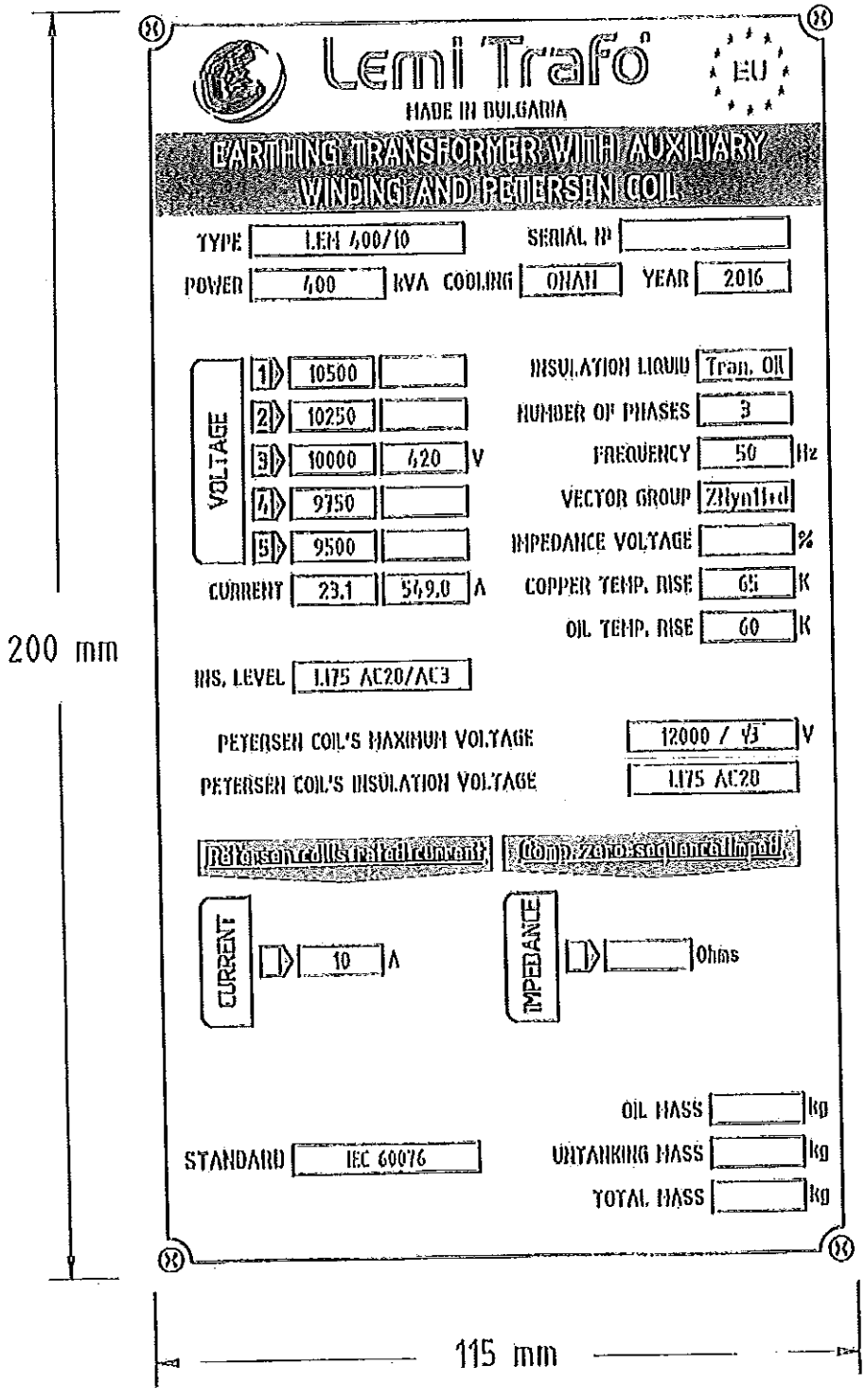
	Three-phase hermetically sealed type oil-immersed distribution transformer with Petersen coil 400 kVA, 10±2x2.5%/0.42kV, ZNyn11+d	071-2016



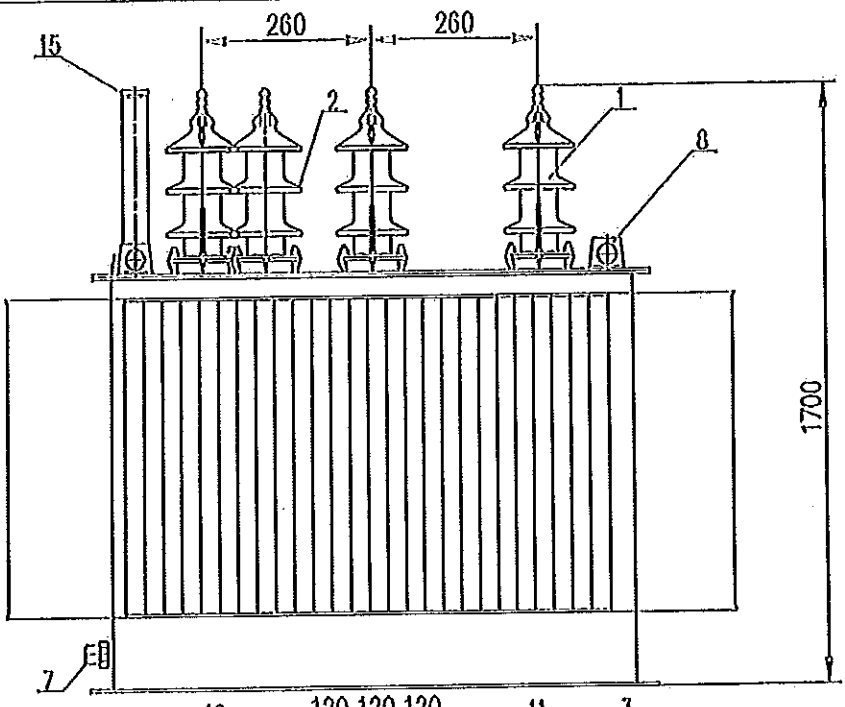
1. H.V. Bushings EN50180
2. H.V. Neutral bushing EN50180
3. L.V. Bushings EN50386
4. Neutral to earthing terminal
5. Top changer +/-2x2.5%
6. Earthing terminal
7. Oil drain valve
8. Lifting lugs
9. Filling opening
10. Diagram plate
11. Name plate
12. Thermometer with 2 el. cont.
13. Top changer for Petersen coil
14. Oil level indicator
15. Pressure relief device

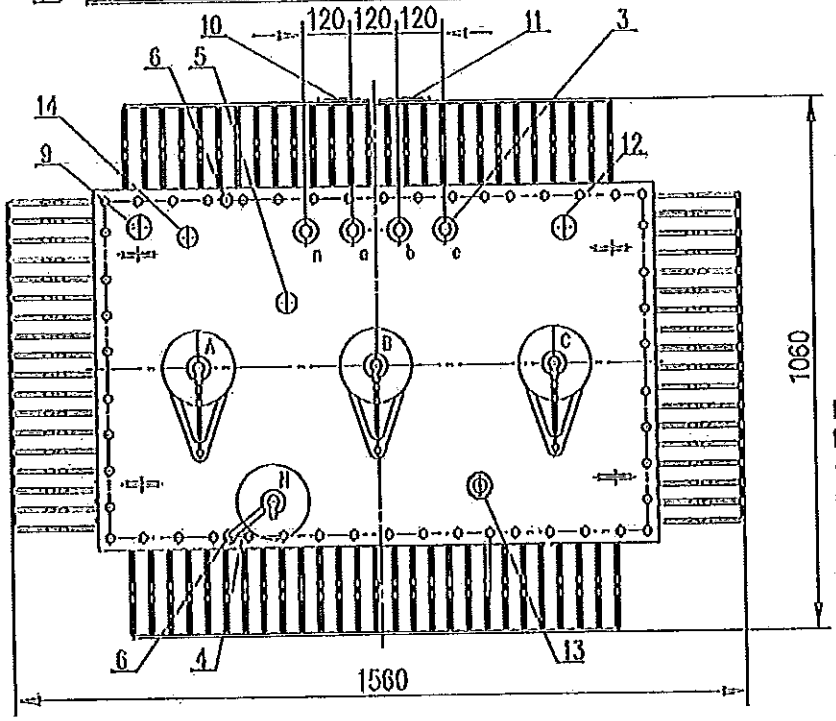
Mass(kg)	
Oil	Total
615	2700

	TRANSFORMER OUTLINE DRAWING		Drg.No. LT102709-1
Lom Trafo	Designed by: Z.Motodilov	Approved by: Cvetanov	Date: 21.04.2016


Lemi Trafo
MADE IN BULGARIA
EU
EARTHING TRANSFORMER WITH AUXILIARY WINDING AND PETERSEN COIL
TYPE LEM 400/10
SERIAL ID
POWER 400 kVA
COOLING ONAN
YEAR 2016
VOLTAGE
1 10500
2 10250
3 10000 420 V
4 9750
5 9500
CURRENT 23,1 549,0 A
INSULATION LIQUID Tran. Oil
NUMBER OF PHASES 3
FREQUENCY 50 Hz
VECTOR GROUP Zlyn11+d
IMPEDANCE VOLTAGE %
COPPER TEMP. RISE 65 K
OIL TEMP. RISE 60 K
INS. LEVEL LI75 AC20/AC3
PETERSEN COIL'S MAXIMUM VOLTAGE 12000 / √3 V
PETERSEN COIL'S INSULATION VOLTAGE LI75 AC20
Petersen coil's rated current
Comp. zero sequence impedance
CURRENT 10 A
IMPEDANCE Ohms
OIL MASS kg
STANDARD IEC 60076
UNTANKING MASS kg
TOTAL MASS kg
200 mm
115 mm

	Three-phase hermetically sealed type oil-immersed distribution transformer with Petersen coil 400 kVA, 10±2x2.5%/0.42kV, ZNyn11+d	071-2016

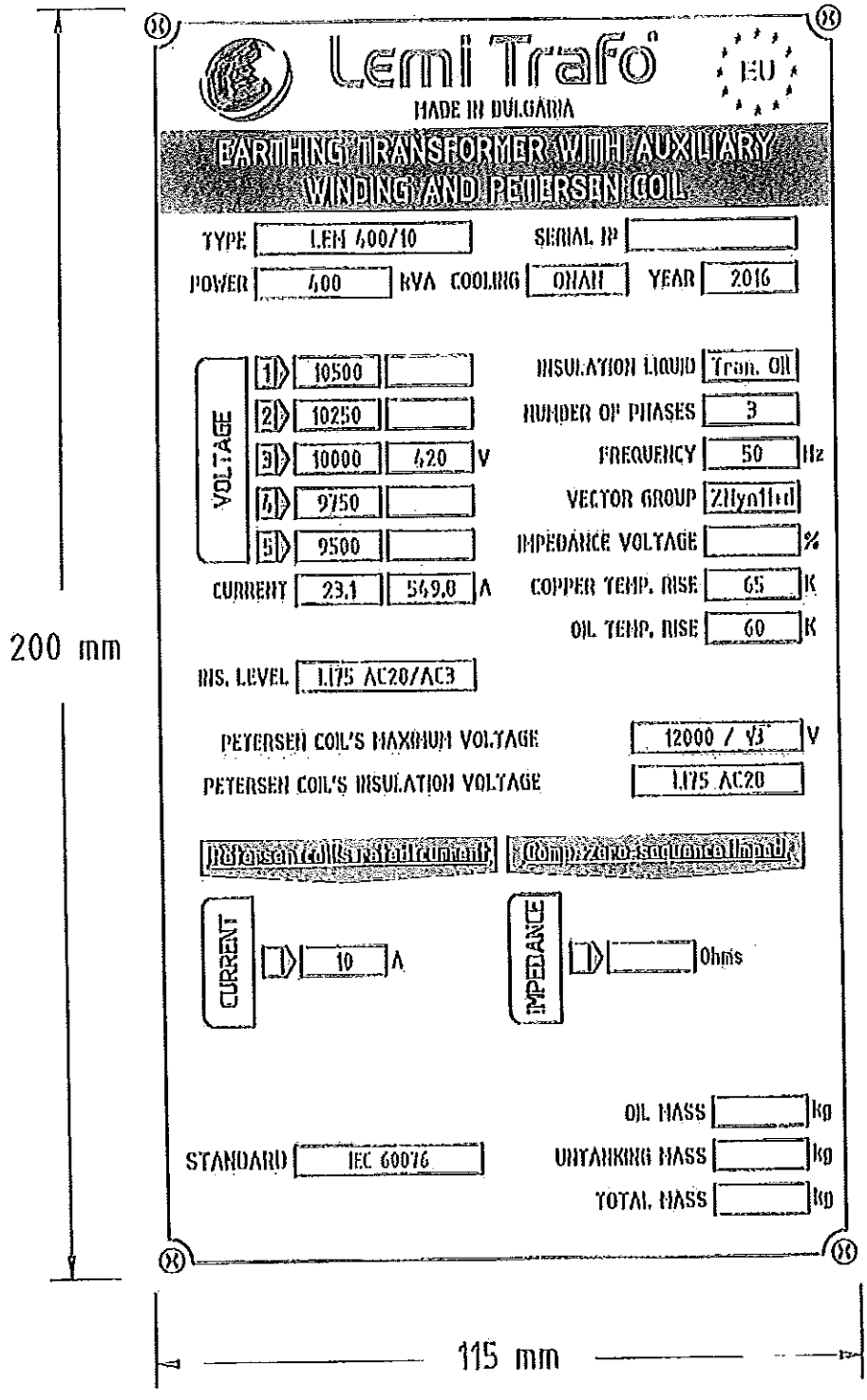


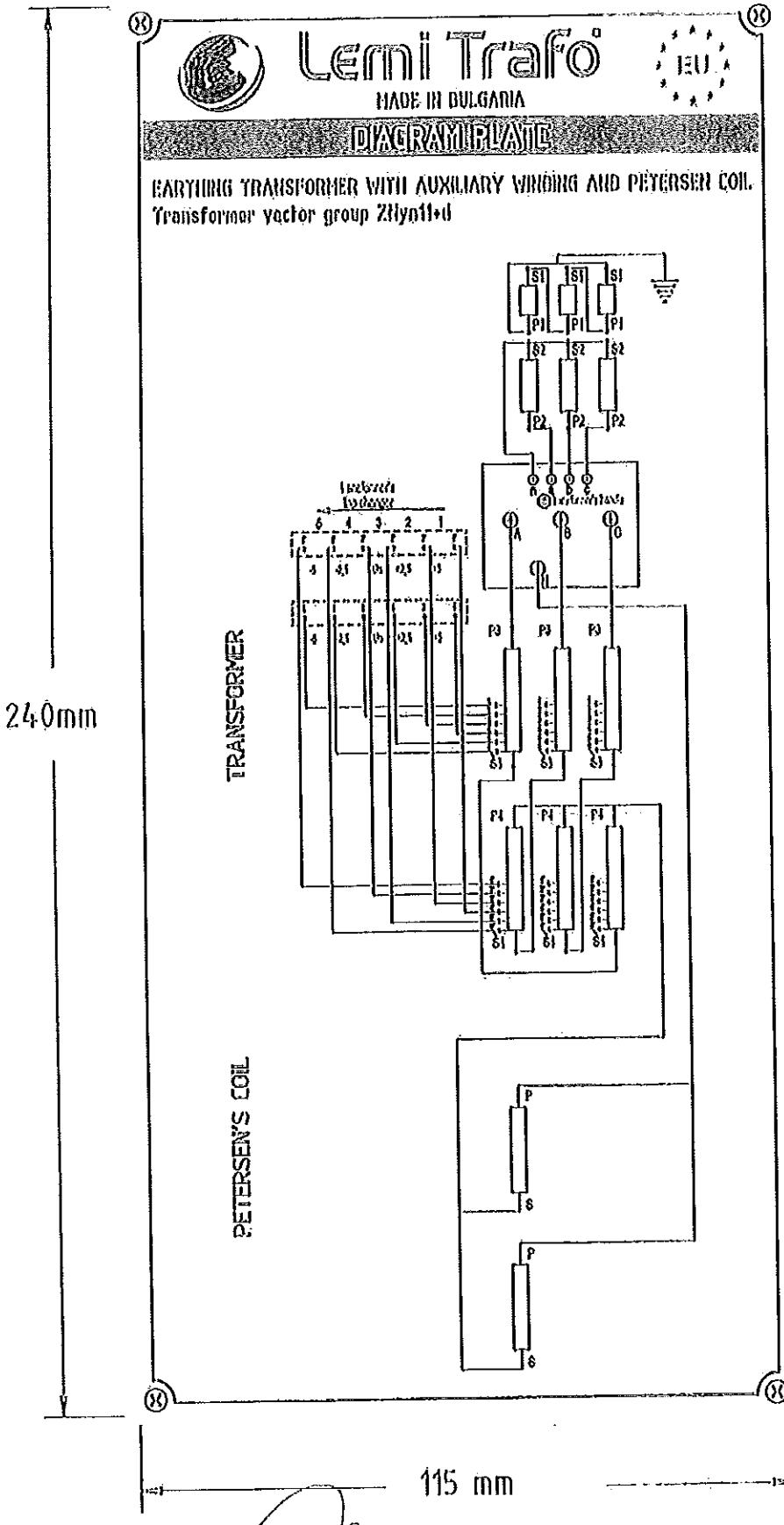


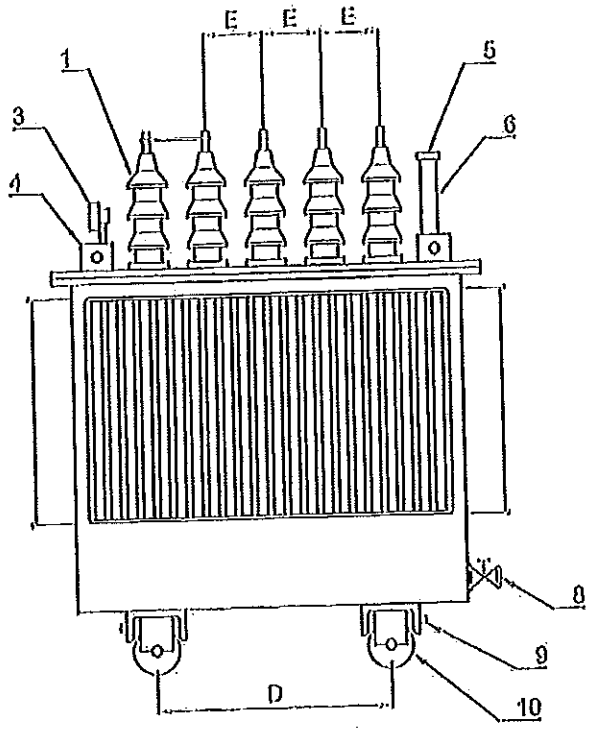
1. H.V. Bushings EN50180
2. H.V. Neutral bushing EN50180
3. L.V. Bushings EN50386
4. Neutral to earthing terminal
5. Tap changer +/-2x2.5%
6. Earthing terminal
7. Oil drain valve
8. Lifting lugs
9. Filling opening
10. Diagram plate
11. Name plate
12. Thermometer with 2 el. cont.
13. Tap changer for Petersen coil
14. Oil level indicator
15. Pressure relief device

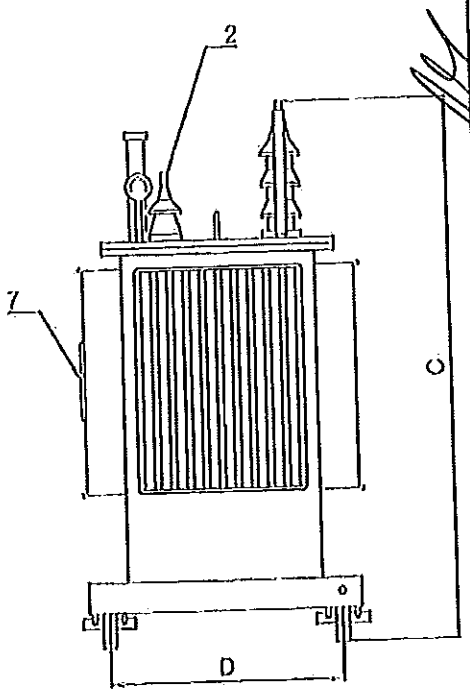
Mass(kg)	
Oil	Total
615	2700

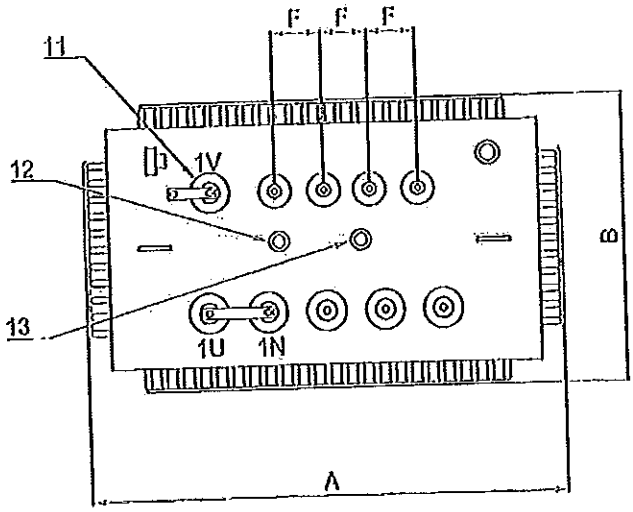
	TRANSFORMER OUTLINE DRAWING		Drg.No.
Lom Trafo	Designed by: Z.Metodiev	Approved by: Cvetanov	Date: 21.04.2016	LT102709-1


Lemi Trafo
MADE IN BULGARIA
EU
EARTHING TRANSFORMER WITH AUXILIARY WINDING AND PETERSEN COIL
TYPE LEN 400/10
SERIAL №
POWER 400 kVA
COOLING ONAN
YEAR 2016
VOLTAGE
1 10500
2 10250
3 10000 420 V
4 9750
5 9500
CURRENT 23.1 549.8 A
INSULATION LIQUID Trans. Oil
NUMBER OF PHASES 3
FREQUENCY 50 Hz
VECTOR GROUP Zlyn11+d
IMPEDANCE VOLTAGE %
COPPER TEMP. RISE 65 K
OIL TEMP. RISE 60 K
INS. LEVEL LI75 AC20/AC3
PETERSEN COIL'S MAXIMUM VOLTAGE 12000 / √3 V
PETERSEN COIL'S INSULATION VOLTAGE LI75 AC20
(Petersen coil's rated current)
(Comp. zero-sequence impedance)
CURRENT 10 A
IMPEDANCE Ohms
OIL MASS kg
STANDARD IEC 60076
UNTANKING MASS kg
TOTAL MASS kg
200 mm
115 mm


Lemi Trafo
MADE IN BULGARIA
EU
DIAGRAM PLATE
EARTHING TRANSFORMER WITH AUXILIARY WINDING AND PETERSEN COIL
Transformer vector group Zlyn11+d
TRANSFORMER
PETERSEN'S COIL
240mm
115 mm







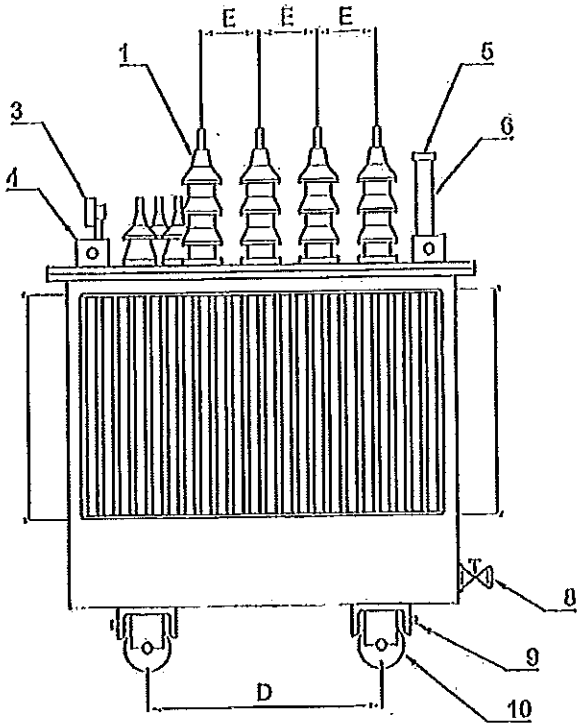
1. PRIMARY BUSHING OF AUXILIARY WINDING (20N/250A)
2. SECONDARY BUSHING OF AUXILIARY WINDING (250A)
3. CONTACT THERMOMETER
4. LIFTERS
5. PRESSURE RELIEF DEVICE
6. PIPE FOR OIL TOPPING UP
7. RATING AND DIAGRAM PLATE
8. DRAIN VALVE
9. EARTHING CONNECTION
10. ROLLERS
11. BUSHING FOR EARTHING CONNECTION OF THE PETERSEN COIL (20N/250A)
12. OFF-LOAD TAP CHANGER FOR PETERSEN COIL
13. OFF-LOAD TAP CHANGER FOR AUXILIARY WINDING

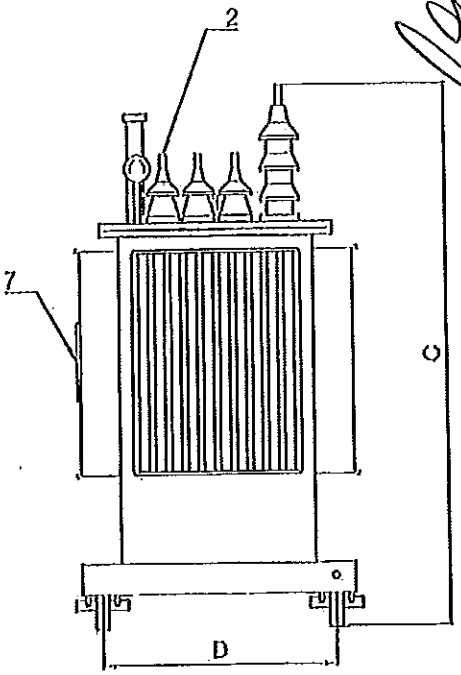
DIMENSIONS (mm)

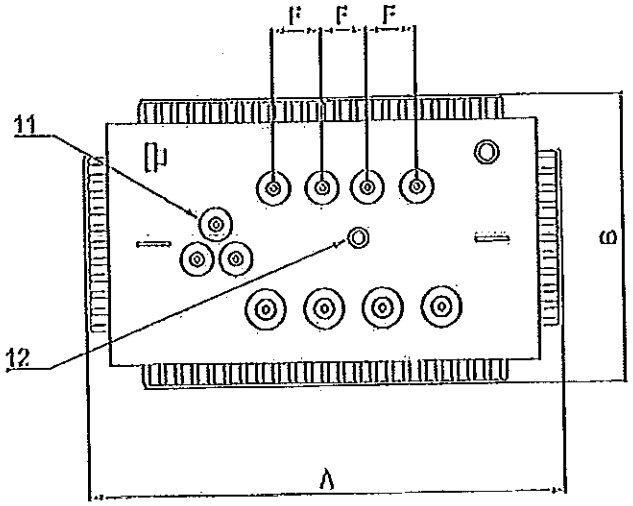
TYPE	A	B	C	D	E	F
ZTP 180-50/50/6,3	1760	1080	1300	800	265	120
ZTP 300-50/50/10,5	1920	1480	1440	800	265	120
ZTP 425-50/70/10,5	2000	1560	1560	800	265	120

	Date	Name	Signature
Designed by	25.11.2014	G.G.	
Approved by	25.11.2014	R.S.	
Scale	Detail	DIMENSION DRAWING OF EARTHING TRANSFORMERS WITH AUXILIARY WINDING AND PETERSEN COILS	Drg. No. 2014-07/01

Lemi Trafo







1. PRIMARY BUSHING (20NI/250A)
2. SECONDARY BUSHING OF AUXILIARY WINDING (250A)
3. CONTACT THERMOMETER
4. LIFTERS
5. PRESSURE RELIEF DEVICE
6. PIPE FOR OIL TOPPING UP
7. RATING AND DIAGRAM PLATE
8. DRAIN VALVE
9. EARTHING CONNECTION
10. ROLLERS
11. PORCELAIN BUSHING FOR DELTA WINDING
12. OFF-LOAD TAP CHANGER

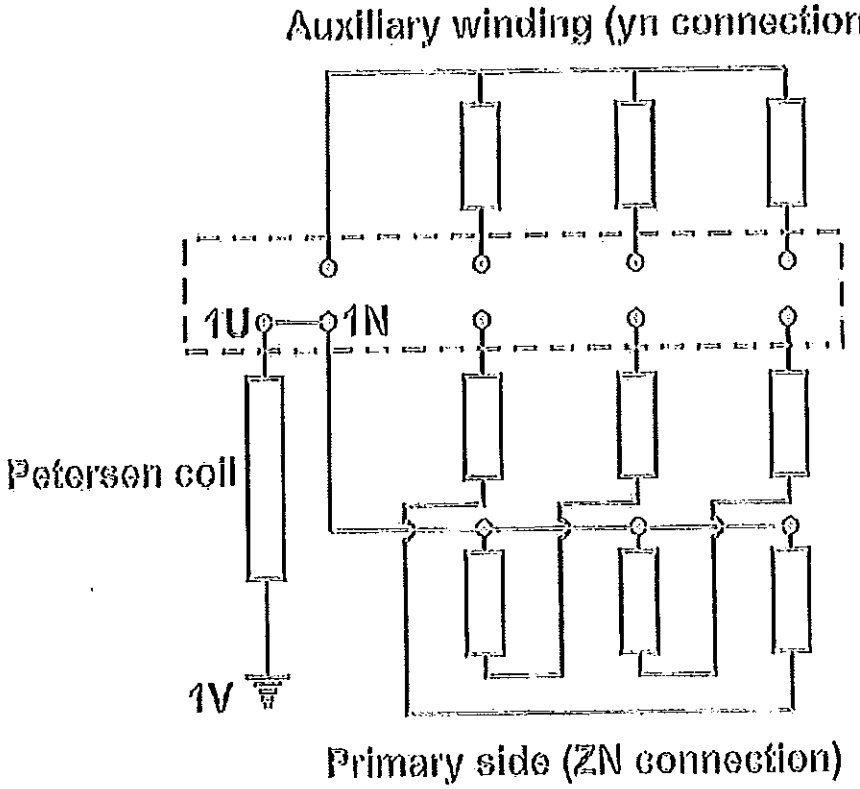
DIMENSIONS (mm)

TYPE	A	B	C	D	E	F
ZTD 400-50/10.5	1480	880	1380	620	265	120
ZTD 500-50/10.5	1540	920	1410	620	265	120
ZTD 630-50/10.5	1700	950	1460	620	265	120
ZTD 800-50/10.5	1780	1050	1590	800	265	120
ZTD 800-100/10.5	1800	1090	1590	800	265	120
ZTD 1000-50/10.5	1860	1120	1660	800	265	120
ZTD 2000-100/15.75	2160	1330	1800	800	265	120

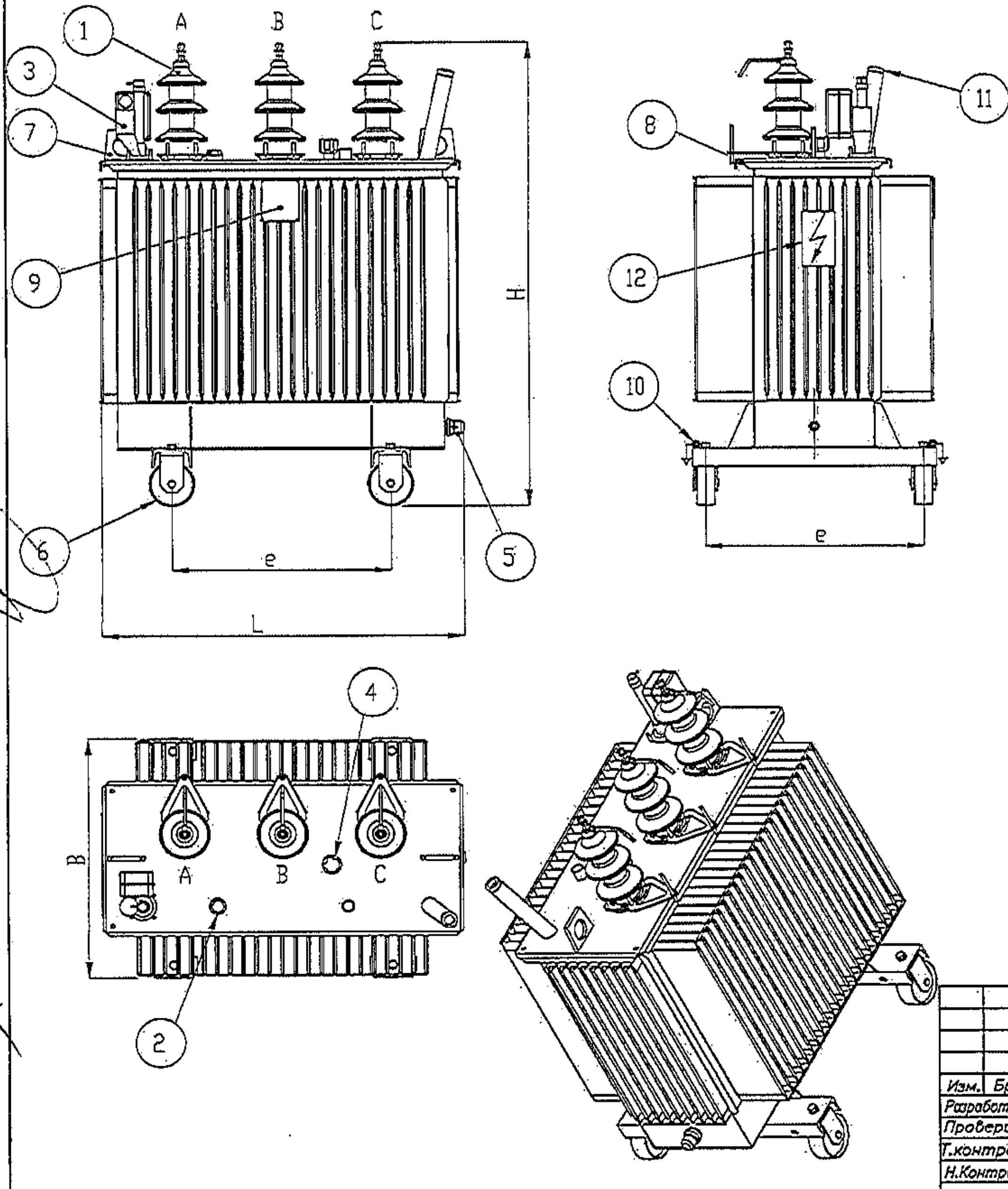
	Date	Name	Signature
Designed by	25.11.2014	G.G.	
Approved by	25.11.2014	R.S.	

Lemi Trafo

Scale	Detail	Drg. No.
	OUTLINE OF EARTHING TRANSFORMERS	2014-07/02



	Date	Name	Signature	
				Lemi Trafo
Designed by	25.11.2014	G.G.		
Approved by	25.11.2014	R.S.		
Scale	Detail: ELECTRICAL SCHEME FOR CONNECTING GROUND FAULT ARC SUPPRESSION COILS AND EARTHING TRANSFORMERS			Drg. No. 2014-07/03



1. Изолатор ВН DIN 20Nf/250A с искрища
2. Джоб за термометър 3/4"
3. Комбиниран защитен уред — RIS
4. Комутатор — 3 позиционен
5. Кран за източване на масло NW22
6. Колела
7. Уши за повдигане
8. Уплътнител — гумикорк
9. Табела технически данни — преместваема
10. Заземителна клема — болт M12x40
11. Клапан защитен 30kPa
12. Табела предупредителна "Мълния"

Забележки:

1. Защитно покритие, RAL7033, min 140µm.
2. Казан оразмерен за работно налягане до 0,3bar и налягане при спукване(разрушаване) не по-малко от 0,6bar.
3. Допуски на маси и размери ±5%.
4. Трансформаторно масло — Приста Ойл "Трафо" А, минерално инхибирано.

Гранични отклонения на размери с непосочени допуски — клас "А" DIN2310 (част3)

Тип	L(mm)	B(mm)	H(mm)	e(mm)	масло(kg)	маса(kg)
400kVAr,20kV	1110	750	1460	670	230	1100
600kVAr,20kV	1180	840	1490	760	300	1400
800kVAr,20kV	1200	840	1610	760	350	1700

LT102859

Изм.	Бр.	N на док.	Подпис	Дата
Разработил		Методиев		03.2017
Проверил		Цветанов		03.2017
Т.контрол				
Н.Контрол				
Утвърдил		Панталеев		03.2017

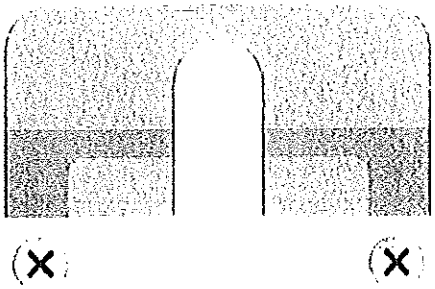
Габаритен чертеж шунтов реактор

РМ—400/20—Cu
РМ—600/20—Cu
РМ—800/20—Cu

Стадий	Маса	Мащаб
	в табл.	%

Лист 1 Вс. листа 1

ЛЕМИ ТРАФО ЕАД – ПЕРНИК
ПРОИЗВОДИТЕЛ НА СИЛОВИ ТРАНСФОРМАТОРИ



Леми Трафо®

EU

ШУНТОВ РЕАКТОР

ТИП PM 600/20-Cu
НОМ. МОЩНОСТ 600 kVAr
СЕР.№
ЧЕСТ. 50 Hz БРОЙ ФАЗИ 3
СТАНДАРТ БДС EN 60076-1

МОЩНОСТ НА К.С. НА СИСТЕМАТА 500 MVA
СВЪРЗВАНЕ Y Po W
ОХЛ. С-МА ONAN Pc75 W
ИЗОЛАЦИОННИ НИВА LI 125 AC 50 kV

РЕГУЛАТОР БЕЗ ТОВАР

ПОЛОЖЕНИЕ НА РЕГУЛАТОРА	СТРАНА 20kV kVAr	A	H
100%	600	17.3	2.12
90%	540	15.6	2.36
80%	480	13.9	2.66

МАТЕР./МАСА НАМОТКИ kg МАСА ИЗВАЖДАЕМА ЧАСТ kg
МАТЕР./МАСА НА МАГН. kg ОБЩА МАСА kg
ИЗОЛ. ТЕЧНОСТ/МАСА ПРИСТА ТРАФО А kg ГОД. 2017

СЪДЪРЖАНИЕ НА PCB В ОХЛАДИТЕЛНАТА ТЕЧНОСТ < 1ppm

ПРОИЗВЕДЕНО В ЛЕМИ ТРАФО ЕАД – ПЕРНИК
Тел.: +359.76670696, Факс: +359.76670871, E-mail: info@lemi-trafo.com

CE

'LEMI TRAFO JSC'

ТАБЕЛА – ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Лемі Трафо
Трансформатори

ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001
BUREAU VERITAS
Certification

ПРИЛОЖЕНИЕ № 8.2

Лемі Трафо
гр. Перник, ул. „Владайско въстание" 1 | Тел.: 076 670 620, 076 670 696 | Факс: 076 670 871 | GSM централа: 0887 764 127
E-mail: info@leml-trafo.com | Website: http://www.leml-trafo.com

Приложение 3 към Техническо предложение

СРОКОВЕ ЗА ДОСТАВКА

№	Наименование	Мярка	Количества за първа доставка в рамките на 1 (един) календарен месец от сключване на договор бр.	Количества за последваща доставка в рамките на 2 (два) календарни месеца, от датата на поръчка бр.
1	2	3	4	5
1	Трифазен реактор 20 kV, 800 kVAr, с КЗР	бр.	3	4
2	Трифазен реактор 20 kV, 600 kVAr, с КЗР	бр.	4	6
3	Трифазен реактор 20 kV, 400 kVAr, с КЗР	бр.	2	3

Забележки:

1/ Количествата от таблицата - колона 4, трябва да бъдат доставени в рамките на 1 месец след сключване на договора.

2/ Количествата от колона 5 трябва да се доставят след поръчка в рамките на 2017 г.

Дата 09.03.2017 г.

ПОДПИС и ПЕЧАТ:

Евгени Славенин
(име и фамилия)

Изпълнителен директор
(длъжност на представляващия участника)

Леми Трафо®

Леми Трафо
гр. Перник
ул. Владайско въстание 1
Тел.: 076/ 670 620
076/ 670 696
Тел./Факс: 076/ 670 871
GSM централа: 0887 764 127
e-mail: info@lemi-trafo.com
www.lemi-trafo.com

Lemi Trafo
Bulgaria, Pernik
1 Vladaisko Vastanie Street
Tel. +359 76/ 670 620
+359 76/ 670 696
Tel./Fax: +359 76/ 670 871
GSM Gateway: +359 887 764 127
e-mail: info@lemi-trafo.com
www.lemi-trafo.com

Леми Трафо®

ПАСПОРТ

НАРЪЧНИК С ИНСТРУКЦИИ

ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЯ, МОНТАЖ И ПОДДЪРЖАНЕ НА МАСЛЕНИ РАЗПРЕДЕЛИТЕЛНИ ТРАНСФОРМАТОРИ

Предприятие с внедрена система за управление на качеството ISO 9001:2000
Сертификат №:221349 Bureau Veritas Certification

ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001
BUREAU VERITAS Certification

3. Въведение

Като Ви благодарим за доверието, което ни гласувате, позволяваме си да Ви предложим някои инструкции за правилното ползване и инсталиране на трансформатора.

Цялата наша продукция е контролирана от система за управление на качеството ISO 9001:2000 и гарантирана със сертификат на Bureau Veritas Certification в съответствие с изискванията на стандарт ISO 9001:2000.

Нашите трансформатори са конструирани и изпитани в съответствие с изискванията на стандарт БДС EN 60076 и изискванията на IEC 60076

Ако нещо не е съобщено в настоящия наръчник или липсва информация за ползването на трансформатора, моля да се свържете с фирмата доставчик.

4. Транспорт, товарене и разтоварване

Трансформаторът се експедира напълнен с трансформаторно масло, следователно трябва да бъде транспортиран във вертикално положение.

Трансформаторът трябва да бъде специално защитен срещу преместване по платформата посредством притегателни колани или блокиране на шасито на трансформатора на дървени трупи или палети. За да се избегнат повреди при укрепването на трансформатора върху превозното средство, трансформаторът не трябва да бъде връзван за радиаторите или ребрата пълни с масло, както и за порцелановите изолатори. Могат да се използват транспортните планки на капака на трансформатора и/или халките по ъглите на основата.

При пристигането своевременно трябва да се провери дали трансформаторът не е претърпял повреди по време на транспорта и дали е комплектован с всички принадлежности. В противен случай да се рекламира незабавно на превозвача.

При операциите товарене и разтоварване е много важно трансформаторът да се окачи със сапан от въжета равни на броя на конзолите, намиращи се на

Лемі Трафо
Трансформатори

капака, както и да не се използват много къси въжета- едно небалансирано окачване би могло да предизвика опасни механични натоварвания на заварките на резервоара.

Много е важно да се вложи максимално внимание в избягването на вредни удари на резервоара, на ребрата пълни с масло и на порцелановите изолатори.

На място трансформаторът може да бъде придвижван посредством подвижни кранове или други повдигателни съоръжения. На плоска, твърда и равна повърхност трансформаторът може да бъде теглен бавно върху неговите колела.

По време на монтажа трансформаторът трябва да е защитен от всякакви тласкания, вибрации, удари и др.

5. Инсталиране

Трансформаторът е проектиран за закрит и открит монтаж. Когато се използва закрит монтаж, трансформаторът трябва да бъде инсталиран в помещение, достатъчно широко, което дава възможност повърхностите за охлаждане на трансформатора да са подложени на достатъчна и непрекъсната циркулация на въздуха. Минималното разстояние между стените на клетката и трансформатора трябва да е не по-малко от 30 см. Между два налични трансформатора в същата клетка разстоянието трябва да бъде не по-малко от 100 см.

Внимание към вентилацията на помещението: ако циркулацията на въздуха е недостатъчна, трансформаторът ще загрее прекомерно!

Подходящо е да се пресметне циркулация 4-5 m^3/min за всеки kW загуби.

Ако помещението не позволява подходящо охлаждане, уместно е да се вземат мерки за инсталирането на аспиратор, разполагайки го на изхода на въздух в горната част на кабината, който е в срещуположния край на входа на въздух в същата кабина, за да се осигури подходяща циркулация на въздуха.

6. Ниво на маслото

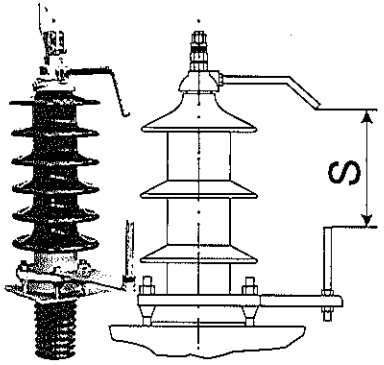
Трансформаторът се доставя напълнен с масло. Оптималното ниво на трансформаторното масло на трансформатор готов за пускане в действие е следното:

- Трансформатор с **разширител** - стрелката на показалеца трябва да бъде в положение, съвпадащо с отметката, съответстваща на температурата на маслото по време на пускане.
- Трансформатор с цялостно напълване **(херметичен)** - маслото трябва да бъде на нивото на предпазния клапан.

В случай, че маслото е недостатъчно, трябва да се възстанови точното ниво, като се долее със същото масло или масло имащо същите характеристики като маслото, съдържащо се в трансформатора.

7. Разрядни електроди

Разстоянието между разрядните електроди (ако са предвидени) трябва да бъде регулирано в зависимост от степента на напрежението на трансформатора, което е означено в таблицата:



N	Степен на напрежение	Разстояние "S" в mm
1	12 kV	85
2	17.5 kV	120
3	24 kV	155
4	36 kV	220

Лемиг Трафо
Трансформатори

8. Капсула със силикагел

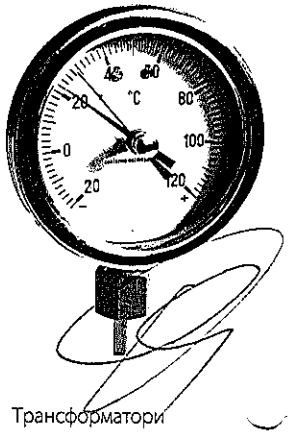
Силикагелова капсула се поставя допълнително, изключително за трансформаторите с разширител на маслото. За монтажа на капсулата е необходимо да се махне тапата от 1/2" от тръбата, заварена в горната част на разширителя и да се завинти силикагеловата капсула.

Силикагелът, когато е сух има жълто кехлибарен цвят. Силикагел с цвят морско синьо-зелено означава, че има овлажняване. За да се регенерира е необходимо да се загрее до температура около 90-100°C – до промяна на цвета в жълто, или е необходимо да се подмени силикагелът с нов.

9. Термометър

Термометърът измерва температурата на маслото. Той е снабден с два контакта: първият (алармен) трябва да бъде нагласен на температура 90°C; вторият (изключващ) трябва да бъде нагласен на температура максимум 110°C (при тази температура се изключва трансформаторът).

В случай на включване на алармата на термометъра, трябва да се проверят причините за претоварване, да се проконтролира вентилацията на клетката и cos φ на товара.

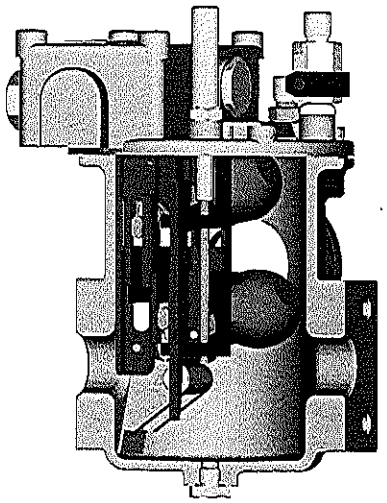


10. Температура на околната среда

В съответствие с нормите на IEC 60076, температурата на околната среда трябва да бъде:

- Минимална температура: -25 °C
- Максимална температура: +40 °C
- Среднодневна температура: +30 °C
- Средногодишна температура: +20 °C

II. Газово реле „BUCHHOLZ"



Релето „BUCHHOLZ" е апаратура, която може да се използва изключително за трансформаторите с разширител на маслото. Предвидени са два типа на релето: тип 1 със закрепване с фланец върху капака или тип 2 със закрепване на тръба - капак/ разширител.

И в двата случая релето винаги е снабдено с два контакта.

Първият контакт сигнализира за образуването на газ във вътрешността на резервоара на трансформатора и служи да покаже, че трансформаторът е преминал в неприемлив режим на работа.

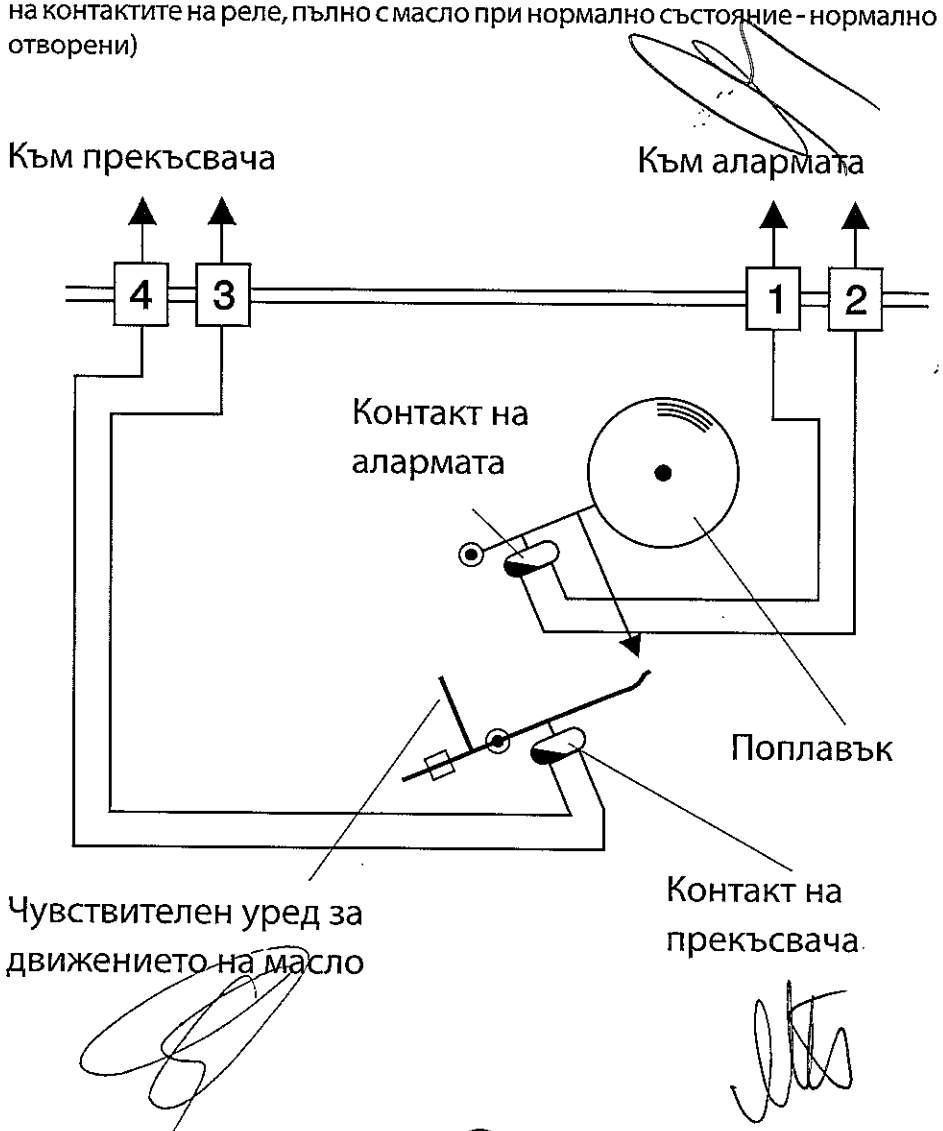
Вторият контакт се затваря само в случай на повреда и трябва да задейства прекъсвача на страна „високо напрежение" за изключване на трансформатора от мрежата.

Преди пускане на трансформатора в действие е необходимо да се извършат следните операции с релето:

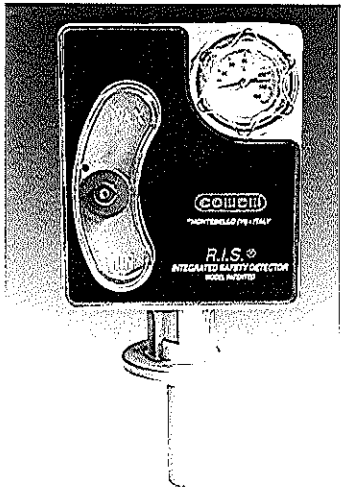
1. Да се отвинти капачката за механичен контрол и да се отстрани временния отдалечител, който натиска бутона и блокира апаратите за сигнализация , за да ги предпази по време на транспорта.
2. Да се премахне евентуалния въздух, съдържащ се в релето, като се отвори кранчето за въздух и се изчака до излизане на масло, след което да се затвори кранчето.

Лемі Трафо
Трансформатори

Схема на електрическите връзки на „BUCHHOLZ" релето: (положение на контактите на реле, пълно с масло при нормално състояние - нормално отворени)



12. Реле тип "DGPT2, DMCR/ RIS"

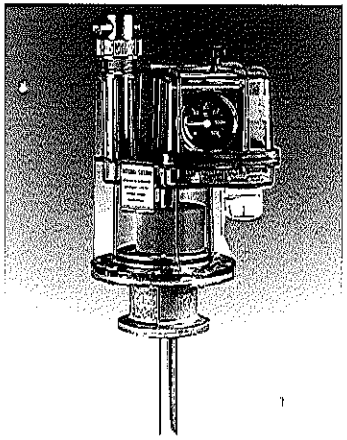


Релето тип DGPT2, DMCR (френско производство) или RIS (италианско производство) е апаратура, която се доставя изключително за трансформатори с цялостно напълване- херметичен тип.

Това е уред за защита на трансформатора, който има функция на контрол на нивото на маслото, индикатор на налягането, контрол на температурата и образуването на газ.

Апарата се доставя със следните стойности на калибровка:

- Налягане 0,2bar
- Температура T1: +100°C
- Температура T2: +110°C



За инструкции относно начина на свързване, моля погледнете приложените илюстровани схеми в документите закрепени към трансформатора.

13. Пускане на трансформатора в действие

Преди пускане на трансформатора в действие да се изпълнят следните действия:

- Да се провери дали комутаторът не е оставен на междинно положение. Ако трансформаторът трябва да работи паралелно с друг, първо трябва да се убедим, че сме осигурили съответствие на стъпалата на превключвателите на трансформаторите и съответствие на фазите (да се проверят данните на табелите);
- Да се провери нивото на маслото в разширителя и функционирането на индикатора за масло (виж. стр. 6);
- Да се провери дали всички гарнитури са добре притиснати и дали няма загуби на масло;
- Да се провери разстоянието между разрядните електроди, ако са предвидени такива, според таблицата (виж стр. 6);
- Да се проверят връзките на различните допълнителни принадлежности: термометър, реле „BUCHHOLZ", силикагелова капсула, реле тип DGPT2, DMCR / RIS и др.
- Да се свърже резервоара на трансформатора към заземителя чрез специалната клема за заземяване съгласно действащите нормативи.

Когато горните проверки са завършени, трансформаторът може да бъде включен в експлоатация. Ако включването е последвано от ненормално бучене, стържене, висок шум и пр. трансформаторът трябва незабавно да бъде изключен и контролните измервания и инспекции да се проведат отново. В случай, че трансформаторът е изключен от съображения за безопасност, той може да бъде включен отново, само след установяване и елиминиране на причините довели до неговото изключване.

14. Периодични проверки и поддръжка

ВНИМАНИЕ: Всяка операция трябва да бъде извършвана при изключен трансформатор от мрежата!

Периодичността на проверките (поддържане и профилактика) варират в зависимост от условията на експлоатация и ползването на трансформатора.

Необходимо е периодично да се проверява:

- Температурата на маслото. Тя трябва да отговаря на EN БДС 60076-2;
- Нивото на маслото. Ако нивото е понижено е необходимо да се долее масло, имащо същите характеристики като това, което се съдържа в трансформатора;
- Промени в цвета на силикагела в силикагеловата капсула (ако са монтирани такива);
- Уплътнението на гарнитурите на капака и на изолаторите, като евентуално се увеличи затягането;
- Затягането на връзките с изолаторите ВН и НН.

След три години от пускането на трансформатора в експлоатация е препоръчително да се извади проба от маслото, за да се проверят характеристиките му. След това тази операция се повтаря на всеки 2 (две) години.

Необходимо е трансформаторът и особено изолаторите да се поддържат чисти.

15. Претоварвания

Специфичните техники на сравнение за допустимите натоварвания като функция от мощността на трансформаторите са нормите **IEC 60354 „Ръководство за натоварване на маслени трансформатори".**

Стойностите на долупосочените претоварвания се разбират неследващи се

и неповтарящи се преди трансформаторът да се е върнал в нормален режим на работа.

Без да се превишават температурите на медния проводник и на трансформаторното масло, допуснати от нормите на IEC (60°C за маслото, 65°C за медта), нашите трансформатори могат да понесат следните претоварвания, считайки температурата на околната среда за 40°C:

Предишно натоварване в режим	Допустимо времетраене на претоварване (при % от номиналната мощност)				
	10%	20%	30%	40%	50%
50% от номиналната мощност	3 часа	1½ часа	1 час	30 мин.	15 мин.
70% от номиналната мощност	2 часа	1 час	30 мин.	15 мин.	8 мин.
90% от номиналната мощност	1 час	30 мин.	15 мин.	8 мин.	

Без да превишават максималната температура на медта (105°C) и на маслото (100°C), допустими от нормите на IEC, нашите трансформатори могат да понесат означените претоварвания или да доведат до една редуцирана мощност, според това дали температурата на околната среда е респективно по-ниска или по-висока от 40°C.

Предишно натоварване в режим	Температура на околната среда	Постоянно допустимо претоварване (% от ном. мощност)	Редукция на мощността (% от ном. мощност)
100% от номиналната мощност	0°C	40	
100% от номиналната мощност	10°C	30	
100% от номиналната мощност	20°C	20	
100% от номиналната мощност	30°C	10	
100% от номиналната мощност	35°C	5	
100% от номиналната мощност	40°C	0	0
100% от номиналната мощност	45°C		6
100% от номиналната мощност	50°C		15

СЪДЪРЖАНИЕ

Забележка: Всички текстове и илюстрации са подготвени за избрания от Вас продукт, но производителят си запазва правото да прави промени и подобрения на своите продукти, които могат да повлияят на съдържащата се тук информация.