Laboratório de Ensaio Acreditado pela CGCRE de acordo com ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0659.

Empresa Interessada: **ISOLET INDUSTRIA E COMERCIO LTDA**
Rodovia Waldomiro Corrêa Camargo KM 63 MOD 1,2 e 3 S/N – Vila Martins – Itu/SP.

Contato : Fábio Ferreira – fabio.ferreira@isolet.com.br

Pedido de Ensaio: 13.740

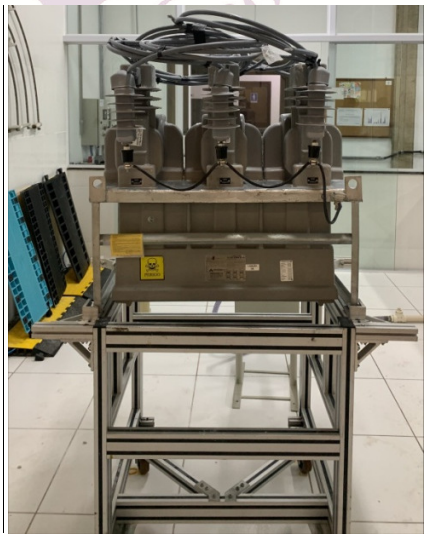
Natureza do Trabalho : **ENSAIO DE GRAU DE PROTEÇÃO - IP 55**

Indicações fornecidas e de responsabilidade do interessado sobre o material ensaiado:

MARCA.....: Isolet.
MATERIAL.....: Sistema encapsulado de medição e transformação a seco.
DATA / INSPEÇÃO.....: 27/07/2022 – Entregue no Laboratório.
QUANTIDADE DE AMOSTRAS.....: 01 Amostra.
MODELO.....: ESYS15009 8050V - 5A .
NUMERO DE SÉRIE.....: 2051795.
DATA DE FABRICAÇÃO.....: 02/2022.
LOTE.....: 404159.
METODOLOGIA APLICADA.....: Conforme Norma Técnica **ABNT NBR IEC 60529/2017.**

RESULTADOS ENCONTRADOS

I. ASPECTO DA AMOSTRA



Fotografia 01 – Aspecto da amostra

Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente ao objeto ensaiado ou calibrado. A sua reprodução, só poderá ser feita integralmente, reproduções parciais só poderão ser feita mediante a prévia autorização do laboratório emitente.

LENCO CENTRO DE CONTROLE TECNOLÓGICO LTDA.
Unidade 1: Rua Brigadeiro Xavier de Brito, 126 - CEP: 02551-000 - São Paulo - SP – Tel. / Fax: (11) 3857-2053
Unidade 2: Rua Arão Sahm, 1060- CEP-07664-000- Mairiporã / SP – Tel.: (11) 4818- 8832
E-mail: lenco@laboratorioslenco.com.br - Site: www.laboratorioslenco.com.br

Laboratório de Ensaio Acreditado pela CGCRE de acordo com ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0659.

II. ENSAIO DE PROTEÇÃO CONTRA OBJETOS SÓLIDOS ESTRANHOS INDICADO PELO PRIMEIRO NUMERAL 5 (ENSAIO DE POEIRA)

Procedimento: A amostra foi submetida ao ensaio de poeira, sendo fixada no suporte interno da câmara de poeira, onde a circulação do pó é feita através da ação de uma bomba de circulação em ambiente fechado.

Parâmetros	Valores Medidos
Tipo de Pó	Talco
Período de exposição, horas	08

Resultado: A amostra após o ensaio não apresentou penetração de pó em seu interior.



Fotografia n°02 – Aspecto da amostra após o ensaio de pó.

Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente ao objeto ensaiado ou calibrado. A sua reprodução, só poderá ser feita integralmente, reproduções parciais só poderão ser feita mediante a prévia autorização do laboratório emitente.

LENCO CENTRO DE CONTROLE TECNOLÓGICO LTDA.
Unidade 1: Rua Brigadeiro Xavier de Brito, 126 - CEP: 02551-000 - São Paulo - SP – Tel. / Fax: (11) 3857-2053
Unidade 2: Rua Arão Sahm, 1060- CEP-07664-000- Mairiporã / SP – Tel.: (11) 4818- 8832
E-mail: lenco@laboratorioslenco.com.br - Site: www.laboratorioslenco.com.br

Laboratório de Ensaio Acreditado pela CGCRE de acordo com ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0659.



Fotografia n°03 – Aspecto da amostra após o ensaio de pó.



Fotografia n°04 – Aspecto da amostra após o ensaio de pó.

Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente ao objeto ensaiado ou calibrado. A sua reprodução, só poderá ser feita integralmente, reproduções parciais só poderão ser feita mediante a prévia autorização do laboratório emitente.

LENCO CENTRO DE CONTROLE TECNOLÓGICO LTDA.
Unidade 1: Rua Brigadeiro Xavier de Brito, 126 - CEP: 02551-000 - São Paulo - SP – Tel. / Fax: (11) 3857-2053
Unidade 2: Rua Arão Sahm, 1060- CEP-07664-000- Mairiporã / SP – Tel.: (11) 4818- 8832
E-mail: lenco@laboratorioslenco.com.br - Site: www.laboratorioslenco.com.br

Laboratório de Ensaio Acreditado pela CGCRE de acordo com ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0659.

III. ENSAIOS DE PROTEÇÃO CONTRA ÁGUA INDICADO PELO SEGUNDO NUMERAL 5

Procedimento: A amostra foi submetida ao ensaio de jato de água, sendo realizado com auxílio de um bico de ensaio normalizado, proporcionando um jato de água em todas as direções praticáveis. Após o ensaio a amostra foi inspecionada para verificação de penetração de água.

A amostra foi ensaiada em sua posição de instalação.

Parâmetros	Valores Medidos
Período de exposição, minutos	03
Distância do Bico até amostra, mm	2500
Diâmetro interno do Bico, mm	6,3
Vazão Total, l/min	12,5

Resultado: A amostra após o ensaio não apresentou penetração de água em seu interior.



Fotografia n°05 – Aspecto da amostra após o ensaio de água.

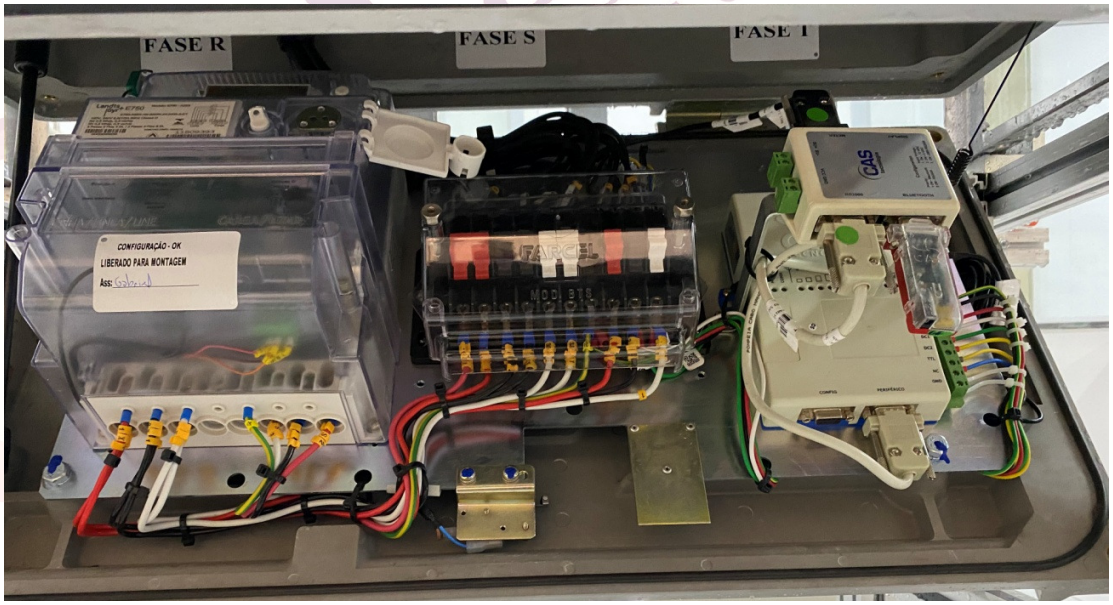
Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente ao objeto ensaiado ou calibrado. A sua reprodução, só poderá ser feita integralmente, reproduções parciais só poderão ser feita mediante a prévia autorização do laboratório emitente.

LENCO CENTRO DE CONTROLE TECNOLÓGICO LTDA.
Unidade 1: Rua Brigadeiro Xavier de Brito, 126 - CEP: 02551-000 - São Paulo - SP – Tel. / Fax: (11) 3857-2053
Unidade 2: Rua Arão Sahm, 1060- CEP-07664-000- Mairiporã / SP – Tel.: (11) 4818- 8832
E-mail: lenco@laboratorioslenco.com.br - Site: www.laboratorioslenco.com.br

Laboratório de Ensaio Acreditado pela CGCRE de acordo com ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0659.



Fotografia n°06 – Aspecto da amostra após o ensaio de água.

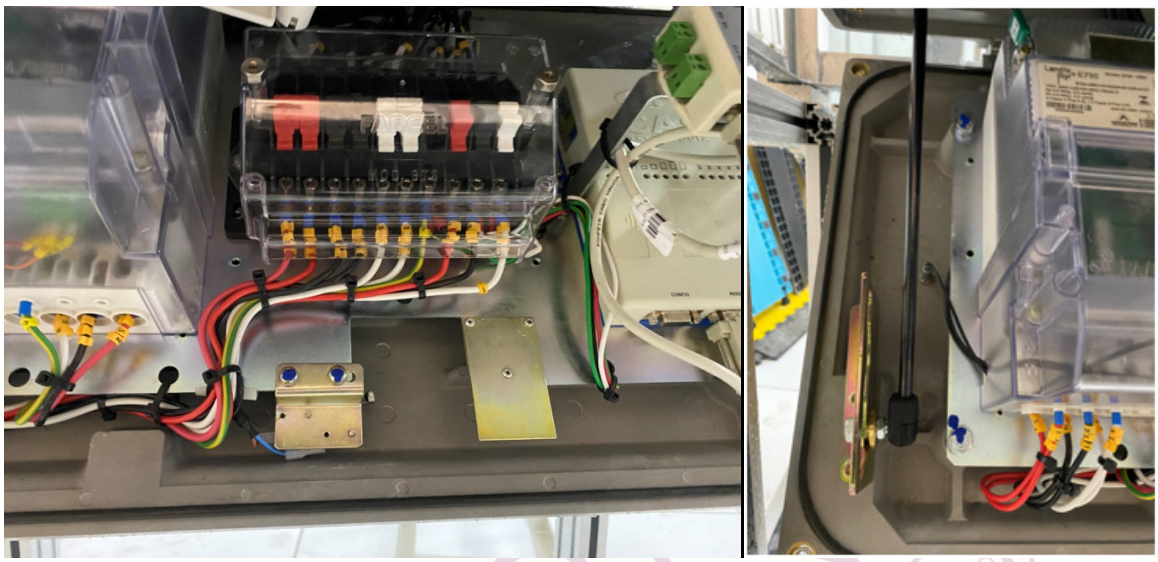


Fotografia n°07 – Aspecto da amostra após o ensaio.

Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente ao objeto ensaiado ou calibrado. A sua reprodução, só poderá ser feita integralmente, reproduções parciais só poderão ser feita mediante a prévia autorização do laboratório emitente.

LENCO CENTRO DE CONTROLE TECNOLÓGICO LTDA.
Unidade 1: Rua Brigadeiro Xavier de Brito, 126 - CEP: 02551-000 - São Paulo - SP – Tel. / Fax: (11) 3857-2053
Unidade 2: Rua Arão Sahm, 1060- CEP-07664-000- Mairiporã / SP – Tel.: (11) 4818- 8832
E-mail: lenco@laboratorioslenco.com.br - Site: www.laboratorioslenco.com.br

Laboratório de Ensaio Acreditado pela CGCRE de acordo com ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0659.



Fotografia n°08 – Aspecto da amostra após o ensaio.

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditarão deste laboratório

LAUDO
A amostra ensaiada <u>atende</u> a Norma Técnica ABNT NBR IEC 60529/2017, quanto ao grau de proteção IP55.

A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada por um fator de abrangência K=2, para que uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95 %. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

1 - O ensaio foi realizado conforme Instrução de Trabalho – IT-004 – Rev.00
2 - Equipamentos Utilizados:
Câmara de Poeira, identificação Lenco L - 733
Medidor de vazão BLI-700, identificação Lenco – 562 certificado de calibração RBC/ Blaster Controles BLC095-21-1 validade 03/2023.
Cronometro digital, identificação Lenco L-438 certificado de calibração RBC/Balitek R1246/2020 validade 09/2022.

Local e Data dos Ensaios: Mairiporã, 09 a 10 de Agosto de 2022.
Emissão do Relatório: Mairiporã, 10 de Agosto de 2022.

Assinado de forma digital por FABIO GOMES DE OLIVEIRA:42619333814
Versão do Adobe Acrobat: 2018.009.20050

Signatário Autorizado

Os resultados apresentados no presente documento têm significação restrita e se aplicam somente ao objeto ensaiado ou calibrado. A sua reprodução, só poderá ser feita integralmente, reproduções parciais só poderão ser feita mediante a prévia autorização do laboratório emitente.

LENCO CENTRO DE CONTROLE TECNOLÓGICO LTDA.
Unidade 1: Rua Brigadeiro Xavier de Brito, 126 - CEP: 02551-000 - São Paulo - SP – Tel. / Fax: (11) 3857-2053
Unidade 2: Rua Arão Sahm, 1060- CEP-07664-000- Mairiporã / SP – Tel.: (11) 4818- 8832
E-mail: lenco@laboratorioslenco.com.br - Site: www.laboratorioslenco.com.br

Type Test Report

Document No.	C1015826	Copy No.	1	Number of pages	31

Apparatus	Polymeric housing surge arresters
Designation	PBP-V 12 kV 10 kA
Serial Number	--
Manufacturer	Indústria Eletromecânica Balestro LTDA Rua: Santa Cruz, 1550 13800-911 Mogi-Mirim- Santa Cruz Brazil
Client	Indústria Eletromecânica Balestro LTDA Rua: Santa Cruz, 1550 13800-911 Mogi-Mirim- Santa Cruz Brazil
Tested for	--
Date(s) of tests	September 21, 2021
Tested by	CESI S.p.A. Via Rubattino 54 20134 Milano, Italy
Test performed	Short circuit tests

The apparatus, constructed in accordance with the description, drawings and photographs incorporated in this document has been subjected to the series of proving tests in accordance with:

IEC 60099-6 (2019-05)

The results are shown in the record of proving tests and the oscillograms attached hereto. The values obtained and the general performance are considered to comply with the above Standard(s). The ratings assigned by the Manufacturer are listed on the ratings page.
The document applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designations with that tested rests with the Manufacturer.

September 21, 2021		
	Amato Marco C1015826 3076 AUT	The Manager - Subramany Shankar C1015826 3482425 APP
Date	Test Engineer in charge	Approved by

Partial reproduction of this document is permitted only with the written permissions from CESI Group.
The authenticity of this document is guaranteed by the integrity of hologram.

The laboratory meets the requirements of the Standard ISO/IEC 17025: 2017 "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories". The in force status of the accreditation and the list of accredited tests may be checked in the WEB site: www.cesi.it

LAB N° 0030 L

PAD C1015826 (2902689) - CONFIDENTIAL USE

Shaping a Better Energy Future

Notes

STL-Member

CESI Group members are founder members of the SHORT-CIRCUIT TESTING LIAISON (STL) which has been established in 1969. STL is a forum for voluntary international cooperation of testing organizations.

CESI Group Test Documents description

STL Type Test Certificate of .....

Issued for type tests of high voltage products (> 1 kV_{ac}; > 1,5 kV_{dc}), which have successfully been carried out in full compliance with the relevant specifications or standards and STL Guides valid at the time of the test. The STL Type Test Certificate consists of documents unequivocally identifying the test object and describes all conditions under which the tests were conducted. It gives evidence of the unobjectionable behavior of the test object during the tests in line with the normative documents applied as well as of the results of successful testing.

Type Test Certificate of .....

Issued for type tests of high voltage products (> 1 kV_{ac}; > 1,5 kV_{dc}), which have successfully been carried out in full compliance with the relevant specifications or standards valid at the time of the test. The Type Test Certificate consists of documents unequivocally identifying the test object and describes all conditions under which the tests were conducted. It gives evidence of the unobjectionable behavior of the test object during the tests in line with the normative documents applied as well as of the results of successful testing.

Test Certificate of (complete / selected) Type Tests

Issued if type tests of low voltage products (< 1 kV_{ac}; < 1,5 kV_{dc}) requested by the relevant product standard were passed. For these tests the equipment under test must be clearly identified by technical description, drawings, and additional specifications.

Certificate of Design Verification

Issued for passed design verification tests according to IEC 61439. For these tests the equipment under test must be clearly identified by technical description, drawings, and additional specifications.

Type Test Report

Issued for high and low voltage products if parts of selected type tests have been passed; those shall be carried out in full compliance with the relevant standards but (for high voltage products) do not fulfill all STL requirements for issuing a Type Test Certificate. For these tests the equipment under test must be clearly identified by technical description, drawings, and additional specifications.

Test Report

Issued for all other tests on high and low voltage products which have been carried out according to specifications, standards and/or client instructions

On-Site Test Record

Issued as a record of results acquired during the on-site tests / measurements

Test Award

Can be additionally issued for all named types of test documents above if the tests to be referenced were passed

Tests on-line witnessed by

Daniel Bessa	Indústria Eletromecânica Balestro LTDA
Cainã Setin	Indústria Eletromecânica Balestro LTDA

Identification of the object Effected

The Manufacturer guarantees that the tested object is manufactured according to the submitted drawings.
CESI checked that these drawings adequately represent in shape and dimensions the essential details and the parts of the tested object.
These drawing identified by CESI and numbered C 1016897 No.1 is inserted a pag. no.7 to this document.

Test evaluation

IEC / Sub-clause	Test	Test result
IEC 60099-4 (2014-06)	Short circuit tests	Passed

The decision rule in conformity assessment is based on the simple acceptance method according to ILAC-G8: 09/2019.

Only for laboratory requirement, in order to reproduce the test conditions, all the laboratory data are contained in the document marked ----- and in the following revisions:

The selection of the equipment to be tested has been carried out by CESI according to the instructions provided by the Customer without reference to a sampling plan.
The reported expanded uncertainties are determined in accordance with the Publication ENV 13005: 1999 “Guide to the expression of uncertainty in measurement” and are based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor k = 2, which for a normal distribution provides a level of confidence of approximately 95 %.

- Voltage a.c. ≤ ± 3,0 %
- Current a.c. ≤ ± 3,0 %
- Resistance d.c. ≤ ± 1,5 %
- Inductance ≤ ± 1,0 %
- Time ≤ ± 1,5 %

Laboratory information

Receipt date of the sample September 20, 2021

CESI testing team
M. Amato,
S. Neri, L. Brambila
S. Carazzato, G.Brambilla

Test laboratory P140
PO 7000000830

ilac-MRA
ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0030 L

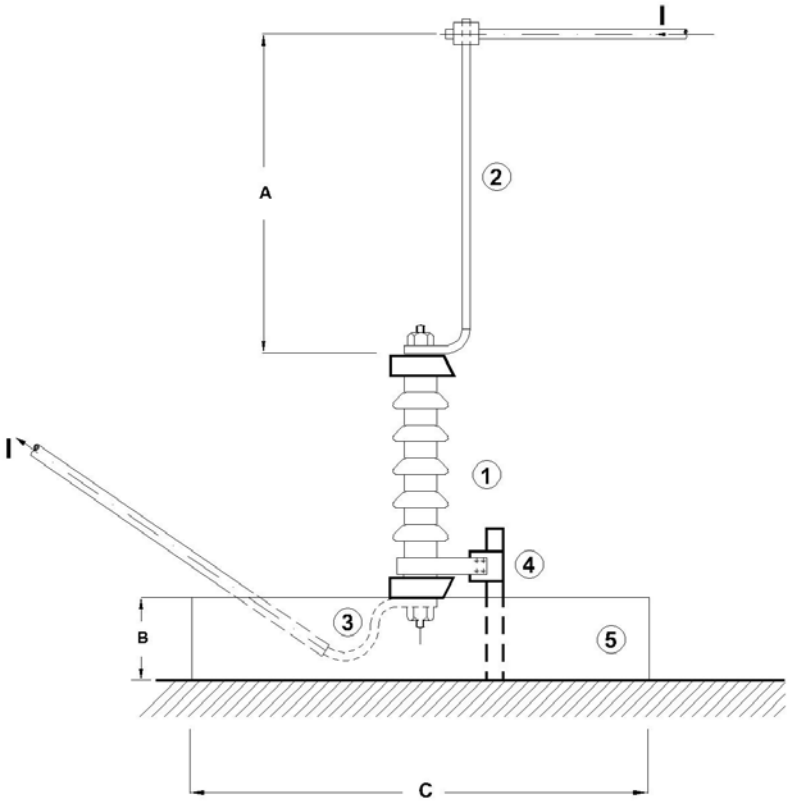
Contents	Page	Test date
Rated characteristics of the tested object assigned by the Client	5	
Test arrangement	6	
Test object	7	
Tests carried out		
- High-current short-circuit tests with 20 kA for 0,20 s	8	September 21, 2021
- High-current short-circuit tests with 12,00 kA for 0,20 s	9	September 21, 2021
- High-current short-circuit tests with 6,0 kA for 0,20 s	10	September 21, 2021
- Low-current short-circuit tests with 600 A for 1,01 s	11	September 21, 2021
Test circuits	12	
Photos	From 13 to 18	
Measuring system characteristics	19-22	
Pages annexed		
Oscillograms No.8 pages		

Rated characteristics of the tested object assigned by the Client

Metal-oxide surge arrester	
Manufacturer	Indùstria Eletromecanica Balestro
Type	PBP-V 12 kV 10 kA
Design	B
Rated voltage (Ur)	12 kV
Maximum continuous operating voltage (Uc)	10,2 kV
Rated frequency	50/60 Hz
Nominal discharge current (8/20 µs impulse shape)	10 kA
Arrester classification	DH
Rated short circuit current	
High current	for 0,20 s ; 20,0 kA
Low current	for 1,00 s ; 0,60 kA

ilac-MRA ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO LAB N° 0030 L

D8058 - Test arrangement

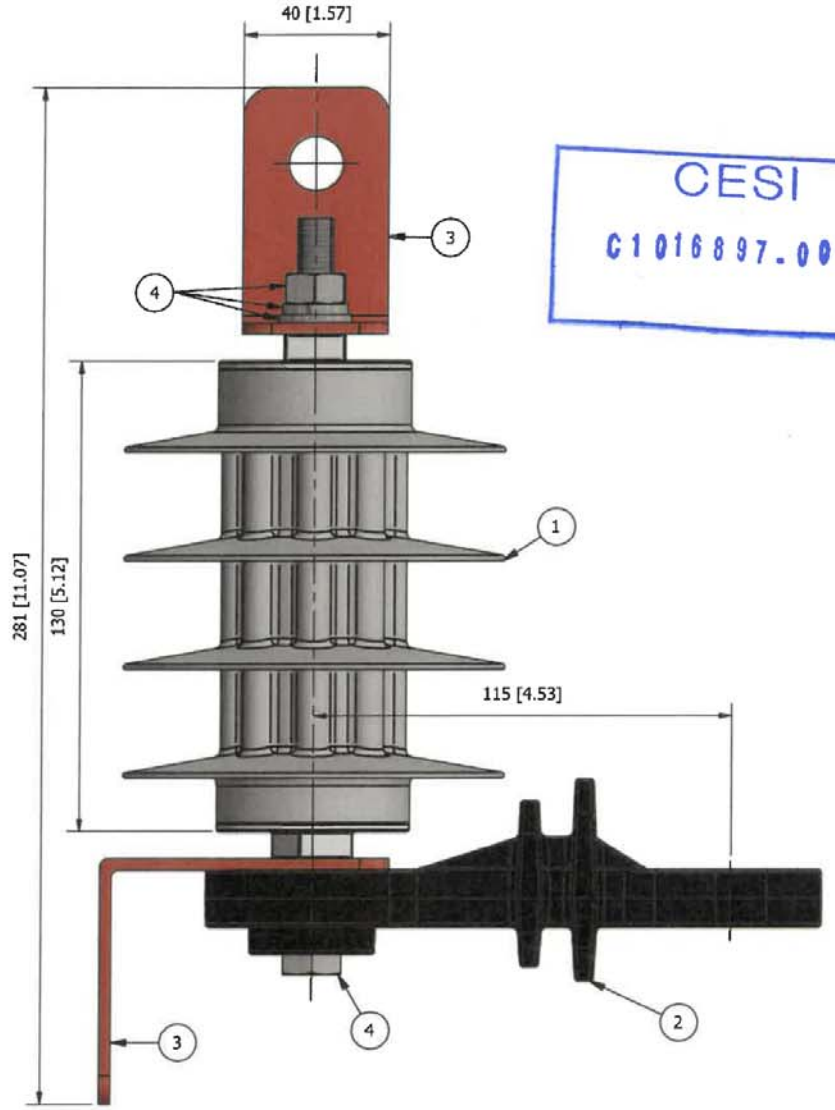


1 : Surge arrester
2 : Flexible conductor
3 : Flexible conductor
4 : Not metallic pole
5 : Enclosure

A : 1,00 m
B : 0,4 m
C : 1,80 m

The arrester to be tested was installed by means of a crossarm on a not metallic pole at 0,4 m to ground in the middle o
square enclosure of 1,80 m in side.
The live side of the supply was connected to the upper end of the arrester while the return circuit, earthed, was connect
the lower end.
The live conductor was directed to the opposite direction as the earth conductor

Composition of the tested object



CESI
C1016897.001

CÓPIA NÃO CONTROLADA / NOT CONTROLLED COPY

NOTA:
- MEDIDAS EM MILÍMETROS E [POLEGADAS].
- GRAVAÇÃO NO CORPO.
- DISTANCIA DE ARCO: 219mm.

NOTE:
- *MEASURES IN MILLIMETERS AND [INCHES];*
- *ENGRAVING IN THE BODY:*
- *ARC DISTANCE: [8.62]in;*

POS.	DESCRIÇÃO / *DESCRIPTION*	MATERIAL / *MATERIAL*
4	TERMINAL / *FITTING*	AÇO INOX / *STAINLESS STEEL*
3	CHAPA "L" / *"L" PLATE*	COBRE / *COPPER*
2	SUPORTE ISOLANTE / *INSULATING BRACKET*	POLÍMERO / *POLYMER*
1	INVÓLUCRO / *HOUSING*	SILICONE / *SILICONE RUBBER*

BALESTRO

CONJUNTO DE MONTAGEM
PARA-RAIOS POLIMÉRICO
PBP-v PROTEGE +

MOUNTING KIT POLYMERIC SURGE ARRESTER PBP-v PROTEGE +

FOLHA / *SHEET* : 1 / 1

REV.	MODIFICAÇÃO / *MODIFICATION*	DES.	APR.	DATA / *DATE*

CLIENTE / *CUSTOMER*			DES. NÚMERO / *DWG. NUMBER*	EDIÇÃO / *EDITION*	ESCALA / *SCALE*	TOL. GERAL / *TOLERANCE*
	DES.: MARCELO	23/09/21	5f506230/4	01	S / E W / S	3%
	VER.:	23/09/21				
	APR.:	23/09/21	FORMATO FOLHA / *SHEET SIZE* : A4			

Direitos autorais reservados. Esse desenho, propriedade exclusiva da BALESTRO, é cedido em caráter confidencial. É proibida a reprodução total ou parcial, assim como a comunicação ou cessão a terceiros de qualquer dados nele contidos.

ilac-MRA
ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0030 L

High-current short-circuit tests with 20 kA for 0,20 s

Test circuit : See D8058 Power factor : <0,15 Frequency : 50 Hz

Prospective test current			
Oscillogram		rms value	Peak value
No.	Sheets	kA	kA
17	1	20,2	51,3

Test arrangement : See D8058
A photo detector was used to determine the venting time
In order to o achieve the internal discharge the surge arrester has been electrically pre-failed by means of a power frequency over-voltage application using an auxiliary low power source.

The short-circuit current of the auxiliary low power source has been set at about 20 A.
The voltage applied to the arrester was increased in order to get a current equal to 100 mA (0-peak) for 2 minutes, 200 mA (0-peak) for 1 minute and increase current for remaining time (i.e.15 kVrms) and kept at this value or slightly adjusted till arrester failure.
The pre-failure process duration was 3 minutes and 20 seconds
The short-circuit test was performed 4 minutes and 10 sec after the completion of the pre-failure process.

Condition of the apparatus before the tests: new

Date: September 21, 2021

Test	Oscillogram		Arrester under test	Duration	Test voltage	Test current		Time to flame extinction after the test	Venting time	Notes
						Peak value	rms value			
No.	No.	Sheets	No.	s	kV	kA	kA	s	ms	No.
1	20	1	1	0,203	12,2	45,9	20,0	-	1,8	-

Condition of the apparatus after the tests:

- there was not violent shattering
- the arrester structure remained intact
- the arrester remained connected to the supply and return circuit
- one little polymer fragment were found inside the enclosure and none outside
- no flame was noted

Acceptance criteria according to clause 8.10.6: Satisfied
Test result: Positive

High-current short-circuit tests with 12 kA for 0,20 s

Test circuit : See D8058 Power factor : <0,15 Frequency : 50 Hz

Prospective test current			
Oscillogram		rms value	Peak value
No.	Sheets	kA	kA
21	1	12,1	31,0

Test arrangement : See D8058
A photo detector was used to determine the venting time
In order to o achieve the internal discharge the surge arrester has been electrically pre-failed by means of a power frequency over-voltage application using an auxiliary low power source.

The short-circuit current of the auxiliary low power source has been set at about 20 A.
The voltage applied to the arrester was increased in order to get a current equal to 100 mA (0-peak) for 2 minutes, 200 mA (0-peak) for 1 minute and increase current for remaining time (i.e.15 kVrms) and kept at this value or slightly adjusted till arrester failure.
The pre-failure process duration was 3 minutes and 20 seconds
The short-circuit test was performed 4 minutes and 0 sec after the completion of the pre-failure process.

Condition of the apparatus before the tests: new

Date: September 21, 2021

Test	Oscillogram		Arrester under test	Duration	Test voltage	Test current		Time to flame extinction after the test	Venting time	Notes
						Peak value	rms value			
No.	No.	Sheets	No.	s	kV	kA	kA	s	ms	No.
2	22	1	2	0,20	11,9	27,7	12	-	1,5	-

Condition of the apparatus after the tests:

- there was not violent shattering
- the arrester structure remained intact
- the arrester remained connected to the supply and return circuit
- no fragment were found inside the enclosure and none outside
- no flame was noted

Acceptance criteria according to clause 8.10.6: Satisfied
Test result: Positive

High-current short-circuit tests with 6 kA for 0,20 s

Test circuit : See D8058 Power factor : <0,15 Frequency : 50 Hz

Prospective test current			
Oscillogram		rms value	Peak value
No.	Sheets	kA	kA
23	1	6,09	16,2

Test arrangement : See D8058
A photo detector was used to determine the venting time
In order to o achieve the internal discharge the surge arrester has been electrically pre-failed by means of a power frequency over-voltage application using an auxiliary low power source.

The short-circuit current of the auxiliary low power source has been set at about 20 A.
The voltage applied to the arrester was increased in order to get a current equal to 100 mA (0-peak) for 2 minutes, 200 mA (0-peak) for 1 minute and increase current for remaining time (i.e.15 kVrms) and kept at this value or slightly adjusted till arrester failure.
The pre-failure process duration was 3 minutes and 15 seconds
The short-circuit test was performed 4 minutes and 20 sec after the completion of the pre-failure process.

Condition of the apparatus before the tests: new

Date: September 21, 2021

Test	Oscillogram		Arrester under test	Duration	Test voltage	Test current		Time to flame extinction after the test	Venting time	Notes
						Peak value	rms value			
No.	No.	Sheets	No.	s	kV	kA	kA	s	ms	No.
3	24	1	3	0,20	12,1	13,9	6,01	-	1,5	-

Condition of the apparatus after the tests:

- there was not violent shattering
- the arrester structure remained intact
- the arrester remained connected to the supply and return circuit
- no fragment were found inside the enclosure and none outside
- no flame was noted

Acceptance criteria according to clause 8.10.6: Satisfied
Test result: Positive

High-current short-circuit tests with 600 A for 1,0 s

Test circuit : See D8058 Power factor : <0,15 Frequency : 50 Hz

Prospective test current			
Oscillogram		rms value	Peak value
No.	Sheets	kA	kA
28	1	0,600	1,61

Test arrangement : See D8058
A photo detector was used to determine the venting time
In order to o achieve the internal discharge the surge arrester has been electrically pre-failed by means of a power frequency over-voltage application using an auxiliary low power source.

The short-circuit current of the auxiliary low power source has been set at about 20 A.
The voltage applied to the arrester was increased in order to get a current equal to 100 mA (0-peak) for 2 minutes, 200 mA (0-peak) for 1 minute and increase current for remaining time (i.e.15 kVrms) and kept at this value or slightly adjusted till arrester failure.
The pre-failure process duration was 3 minutes and 30 seconds
The short-circuit test was performed 4 minutes and 10 sec after the completion of the pre-failure process.

Condition of the apparatus before the tests: new

Date: September 21, 2021

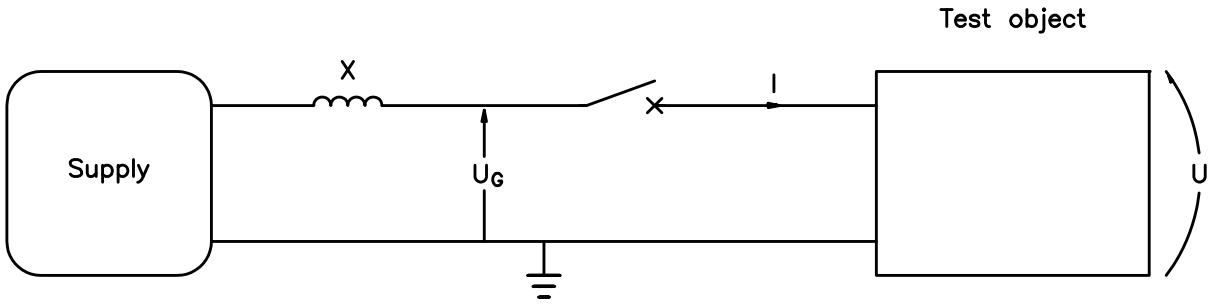
Test	Oscillogram		Arrester under test	Duration	Test voltage	Test current		Time to flame extinction after the test	Venting time	Notes
						Peak value	rms value			
No.	No.	Sheets	No.	s	kV	kA	kA	s	ms	No.
4	29	1	4	1	12,1	1,31	0,601	-	8,40	-

Condition of the apparatus after the tests:

- there was not violent shattering
- the arrester structure remained intact
- the arrester remained connected to the supply and return circuit
- no fragment were found inside the enclosure and none outside
- no flame was noted

Acceptance criteria according to clause 8.10.6: Satisfied
Test result: Positive

Test circuit D0046



Symbols used in this diagram are the same as those on the oscillograms.

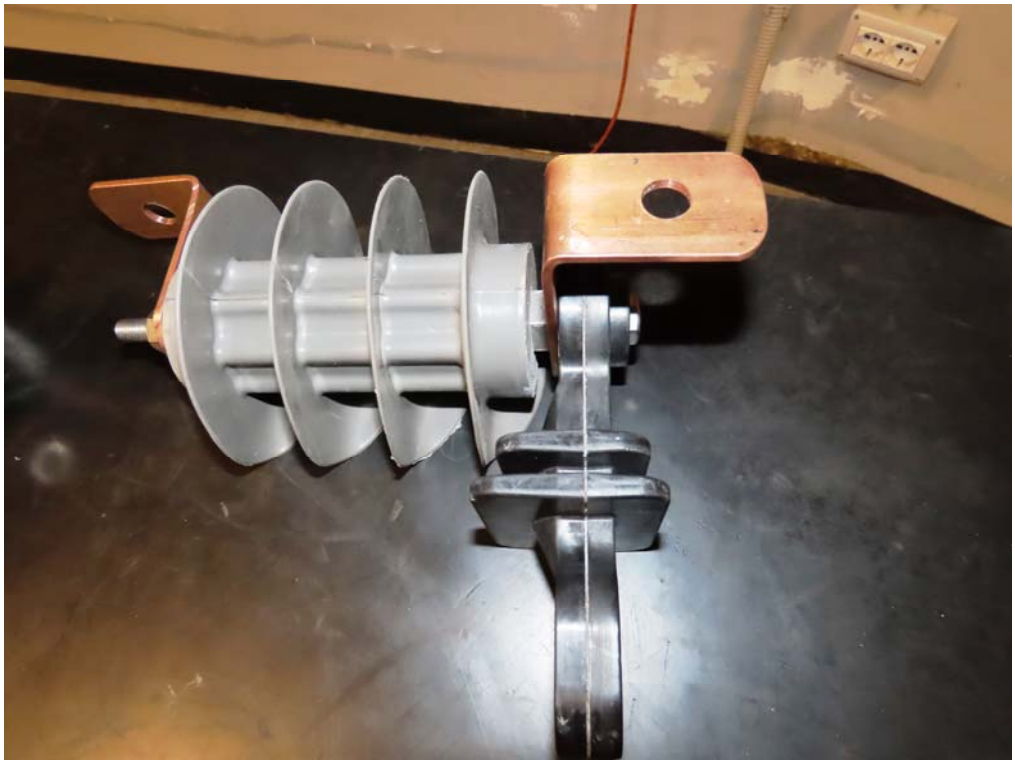


Photo no. 1
Test objects
Before the test



Photo no. 2
Test objects
Before the test



Photo no. 3
Test arrangement
Before the tests



Photo no. 4
Test arrangement
Before the tests



Photo no. 5

After test No. 1



Photo no. 6

After test No. 1



Photo no. 7

After test No. 2

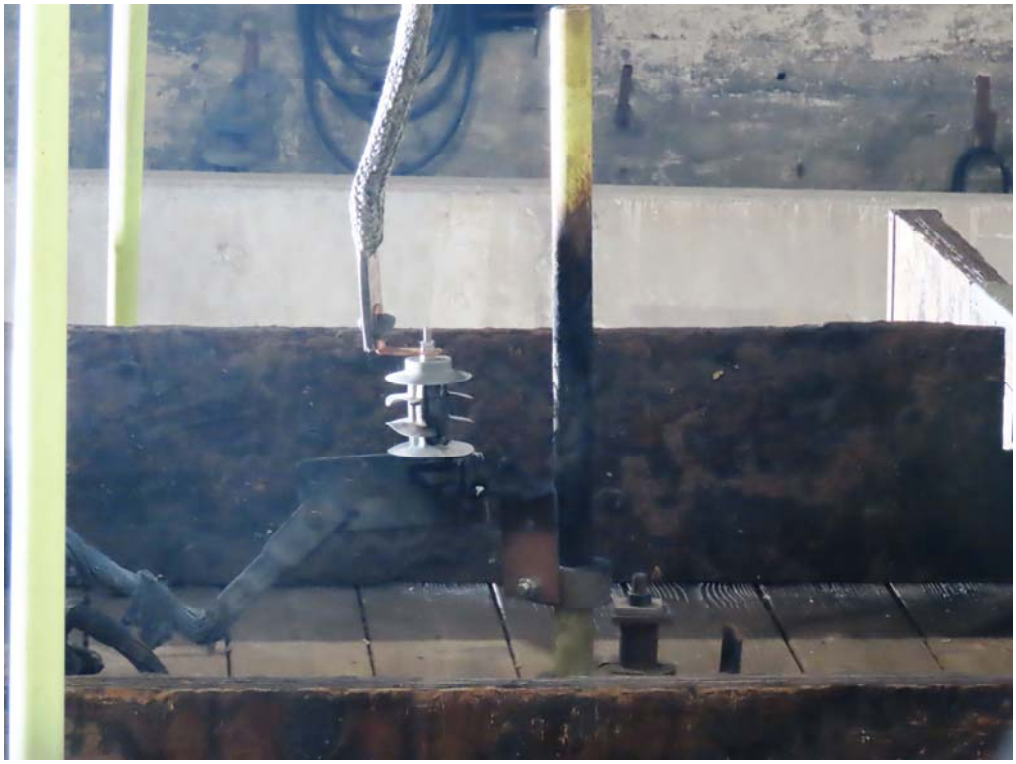


Photo no. 8

After test No. 2



Photo no. 9

After test No. 3



Photo no. 10

After test No. 3

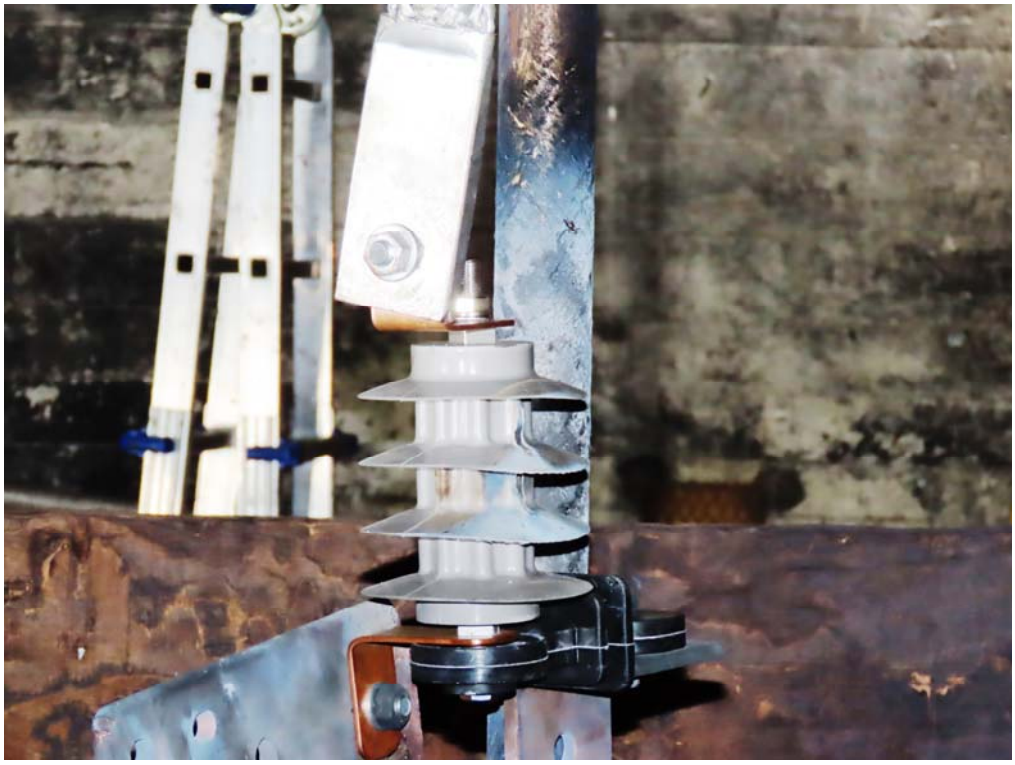


Photo no. 11



Photo no. 12

Test circuit parameters

From test ..... to test			No.	1	2	3	4
Test circuit			No	D0046	D0046	D0046	D0046
Test laboratory			Ref.	P140	P140	P140	P140
Supply	Generator	Voltage	kV				
		Over excitation current	kA				
		Frequency	Hz				
		X-14-1	mΩ				
		X-14-2	Ω				
		TA 14-1 ratio	K				
	Transformers	Ref.	No.	4-6	4-6	4-6	4-6
		Ratio	K	3x130/20	3x130/20	3x130/20	3x130/20
		Connection	Type	MONO	MONO	MONO	MONO
		Neutral condition	T - I				
		Ref.	No.				
		Ratio	K				
		Connection	Type				
		Neutral condition	T – I				
Circuit	Supply	X-supply network (prospective)	Ω	22+22	22+22	22+22	22+22
		X-supply network (actual)	Ω	22+22	22+22	22+22	22+22
		X-AT	Ω	22+22	22+22	22+22	22+22
		X-MT (X-30) for calibration	Ω	0,134+0,082	0,134+0,497	0,134+1,463	10,30+9,45
		C-MT (C-30)	nF				
		R-MT (R-30)	Ω				
		CM (capacity)	µF				
		Connection / Neutral	S-D / T-I				
		spire	mΩ	41+41	41+41	41+41	41+41
	Load	Tap changer position	No.				
		Transformers	K				
		Neutral condition	T – I				
		R (resistance)	Ω				
		Connection / Neutral	S-D / T-I				
		X (reactance)	Ω				
		Connection / Neutral	S-D / T-I				
		CV1 (capacity)	µF				
		Connection / Neutral	S-D / T-I				
		CV2 (capacity)	µF				
		Connection / Neutral	S-D / T-I				

Legend : S = Star - D = Delta - T = Earthed - I = Insulated

Warning **:** Reactance values are referred to 50 Hz.

ilac-MRA
ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0030 L

Measuring system characteristics

Date: September 21, 2021

Symbol	Transducer			Optical link	National Instrument
	Ref. (1st)	Pos.	Ref. (2nd)	Ref.	Channel
-	-	K	-	-	No.
I	A8			AS10	4
U	D8			S1	1
V	TV2	300		J4	7

Symbols assigned in “Ref.” columns refer to measuring equipment listed in page:
Laboratory P140 - Measuring system characteristics

Additional instrumentation:

ilac-MRA
ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0030 L

Laboratory P140
Measuring system characteristics (1st)

Ref.	Type	Pos. or K	CESI No.
D1	Capacitive divider DC(220)1-Ur	4146	4924
D2	Capacitive divider DC(220)1-Us 55/150kV	4120	4923
D3	Capacitive divider DC(220)1-Ut	4155	4922
D4	Capacitive div. DC(220)1 Vrs	4133	4924-3
D5	Capacitive div. DC(220)1 Vst	4137	4923-2
D6	Capacitive div. DC(220)1 Vtr	4150	4922-4
A1	Shunt AT1 80 kA – Ir	50,26μΩ	22020
A2	Shunt AT1 80 kA – Is	50,12μΩ	22021
A3	Shunt AT1 80 kA – It	50,17μΩ	22022
A4	Shunt AT2 4 kA – Ir	4,003mΩ	22018
A5	Shunt AT2 4 kA – Is	4,010mΩ	22024
A6	Shunt AT2 4 kA – It	4,003mΩ	22028
A7	Shunt MT 250 kA – Ir (MV)	40,0 μΩ	5507
A8	Shunt MT 250 kA – Is (MV)	40,0 μΩ	5508
A9	Shunt MT 250 kA – It (MV)	40,0 μΩ	5509
D7	Capacitive divider DC(30)1-Ur	432	4931
D8	Capacitive divider DC(30)1-Us	417	4930
D9	Capacitive divider DC(30)1-Ut	418	4929
D10	Capacitive divider DC(30)1-Vrs	424.5	4931-0
D11	Capacitive divider DC(30)1-Vst	417,5	4930-29
D12	Capacitive divider DC(30)1-Vtr	425	4929-31
B1	Current transformer TA(30)1-R	0,5÷20K	9302
B2	Current transformer TA(30)1-S	0,5÷20K	9303
B3	Current transformer TA(30)1-T	0,5÷20K	9304
B4	Shunt x TA 200mΩ – Ir	210,7 mΩ	56797
B5	Shunt x TA 200mΩ - Is	212,5 mΩ	56796
B6	Shunt x TA 200mΩ - It	214,3 mΩ	56795
E1	Shunt 200μΩ – 60kA – 0,5s	202 μΩ	5796
E2	Shunt 200μΩ – 60kA – 0,5s Sint	201,9 μΩ	5797
E3	Shunt 10 kA x 1s	271 μΩ	1005
E4	Shunt 50 kA x 1s	19,90 μΩ	5557
E5	Shunt 50 kA x 1s	19,98 μΩ	5558
E6	Shunt 100A 60mV cl. 0,1 (mis resistenza)	0,595 mΩ	11028
E7	Shunt 20 kA x 1s R	159 μΩ	5560
E8	Shunt 20 kA x 1s S	159 μΩ	5561
E9	Shunt 20 kA x 1s T	159 μΩ	5559
D13	RCR divider 100kV	4752	4905
D14	RCR divider 100kV	4730	4909
D15	RCR divider 250 kV (U)	4249	31155-8
D16	RCR divider 250 kV (V)	4222	31154-7
D17	RCR divider 250 kV (W)	4202	31153-6
D18	RCR divider 250 kV (T)	4200	55857
D19	RCR divider P&V 100 kV	4835	13454+13447

Prepared by: M. Levati (Latest upgrade: September 10, 2019)

ilac-MRA
ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0030 L

Laboratory P140
Measuring system characteristics (2nd)

Ref.	Type	Pos. or K	CESI No.
R1	Shunt x TA 160mΩ 2A – Ir	0,1615 Ω	9886
R2	Shunt x TA 160mΩ 2A – Is	0,1612 Ω	
R3	Shunt x TA 160mΩ 2A – It	0,1622 Ω	
Q1	Shunt x TA 160mΩ 2A – Ir	0,1630 Ω	9782
Q2	Shunt x TA 160mΩ 2A – Is	0,1617 Ω	
Q3	Shunt x TA 160mΩ 2A – It	0,1622 Ω	
R4	Shunt x TA 60mΩ 5A – Ir	0,0580 Ω	9885
R5	Shunt x TA 60mΩ 5A – Is	0,0620 Ω	
R6	Shunt x TA 60mΩ 5A – It	0,0618 Ω	
Q4	Shunt x TA 60mΩ 5A – Ir	0,06293 Ω	9783
Q5	Shunt x TA 60mΩ 5A – Is	0,0629 Ω	
Q6	Shunt x TA 60mΩ 5A – It	0,0619 Ω	
R7	Shunt x TA 0,5 Ω 5A – Ir	0,506 Ω	17676
R8	Shunt x TA 0,5 Ω 5A – Is	0,507 Ω	
R9	Shunt x TA 0,5 Ω 5A – It	0,506 Ω	
R10	Shunt x TA 1 Ω 5A – Ir	1,066 Ω	17681
R11	Shunt x TA 1 Ω 5A – Is	1,065 Ω	
R12	Shunt x TA 1 Ω 5A – It	1,059 Ω	
G1	Shunt 2mΩ – 20A x 1s	1,824 Ω	28964
G2	Shunt 1mΩ – 40A x 1s	991,3 mΩ	5794
G3	Shunt 1mΩ – 40A x 1s	986,3 mΩ	11038
C1	Current transformer	1000/5	11291
C2	Current transformer	1000/5	11293
C3	Current transformer	1200/5	6812
C4	Current transformer	10	14191
C5	Current transformer	10	17056
C6	Current transformer	10	17057
C7	Current transformer	10	17058
C8	Current transformer	800	14383
C9	Current transformer	20-40/5	14822
C10	Current transformer	20-40/5	14823
C11	Current transformer	20-40/5	14824
C12	Current transformer	600	13403
F1	Schering bridge	Maxwell C2	8449
F2	Decade resistance box	$0 \div 10^5$ Ω	3446
F3	ISA STS5000	Inductance	57999
F4	ISA SFRA 5000	-	58287
TV1	Voltage transformer 30 kV – Vrs	300	9306
TV2	Voltage transformer 30 kV – Vtr	300	9305
M1	Multimeter Fluke 77		4523
M2	Multimeter ESCORT EDM-3150 (V mis res)		14471
M3	Multimeter ESCORT EDM-3150 (I mis res)		14470
M4	Insulation multimeter Fluke 1587		56772
P0	Scope Corder DL850 Yokogawa 6 + 16 canali		56855
P1	PXI 6368 16 channels (HF)		56679
P2	PXI 6368 16 channels (MF)		56678
P3	Clock PXIe 8431/e		56673

Prepared by: M. Levati (Latest upgrade: September 10, 2019)

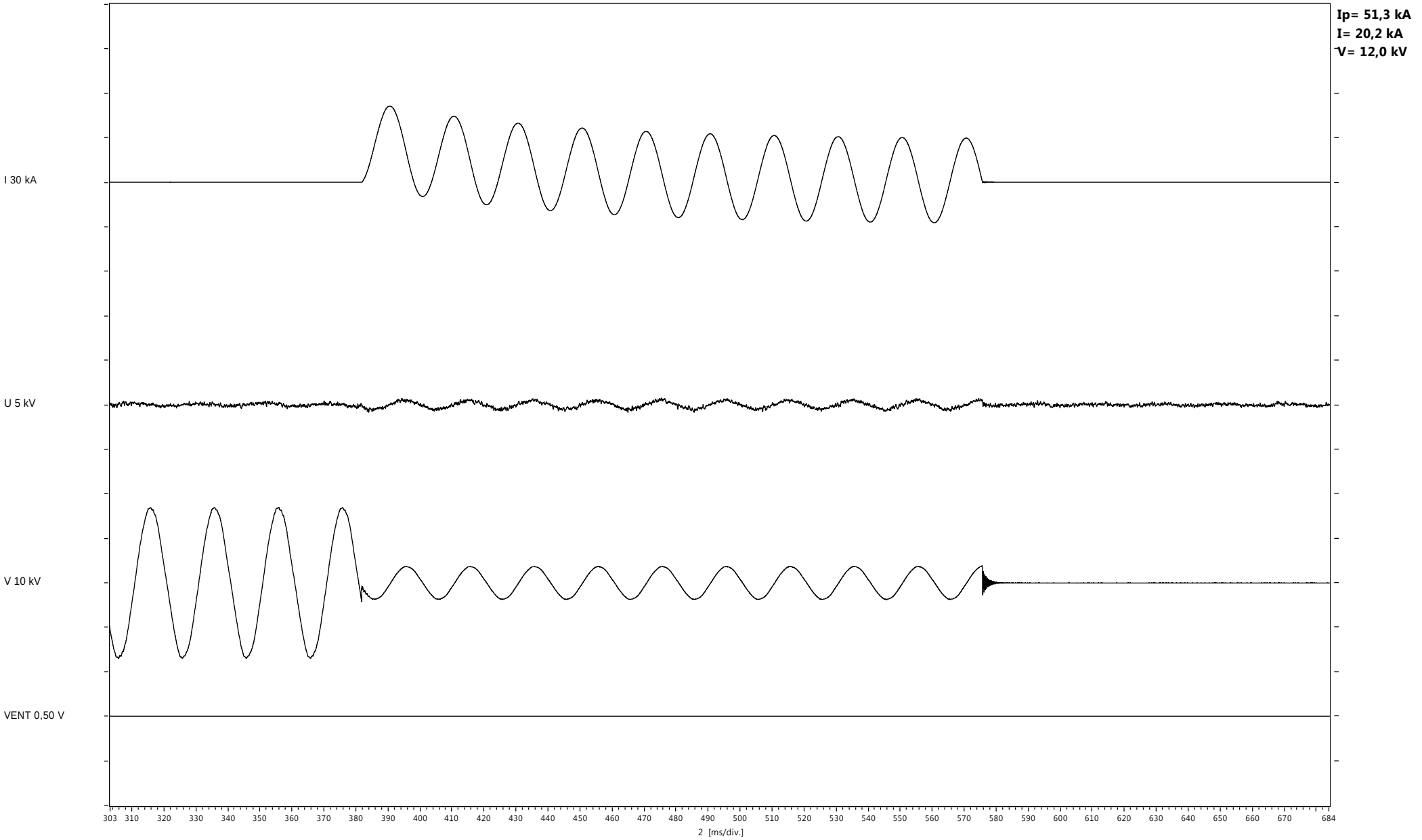
ilac-MRA
ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0030 L

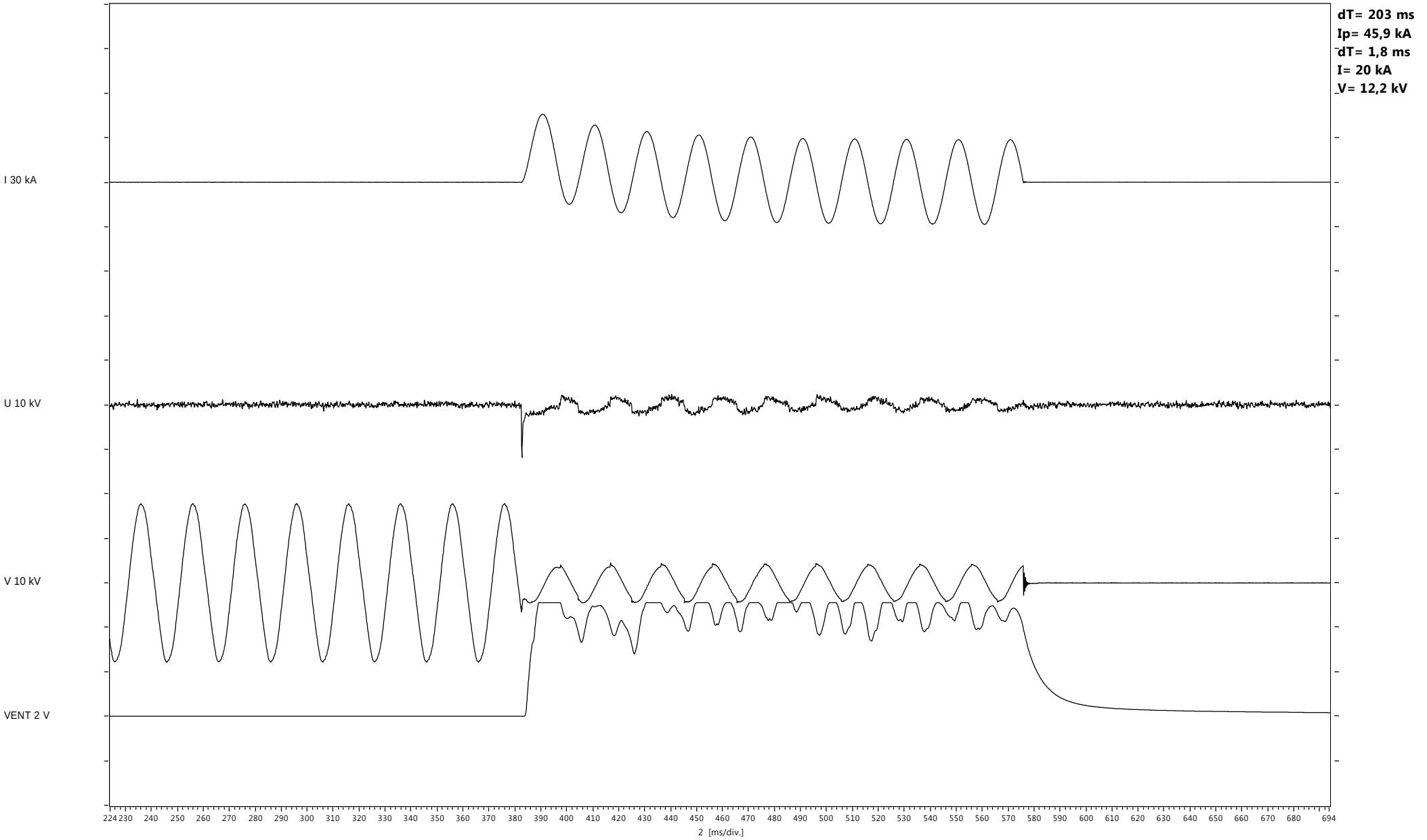
Laboratory P140
Measuring system characteristics (3rd)

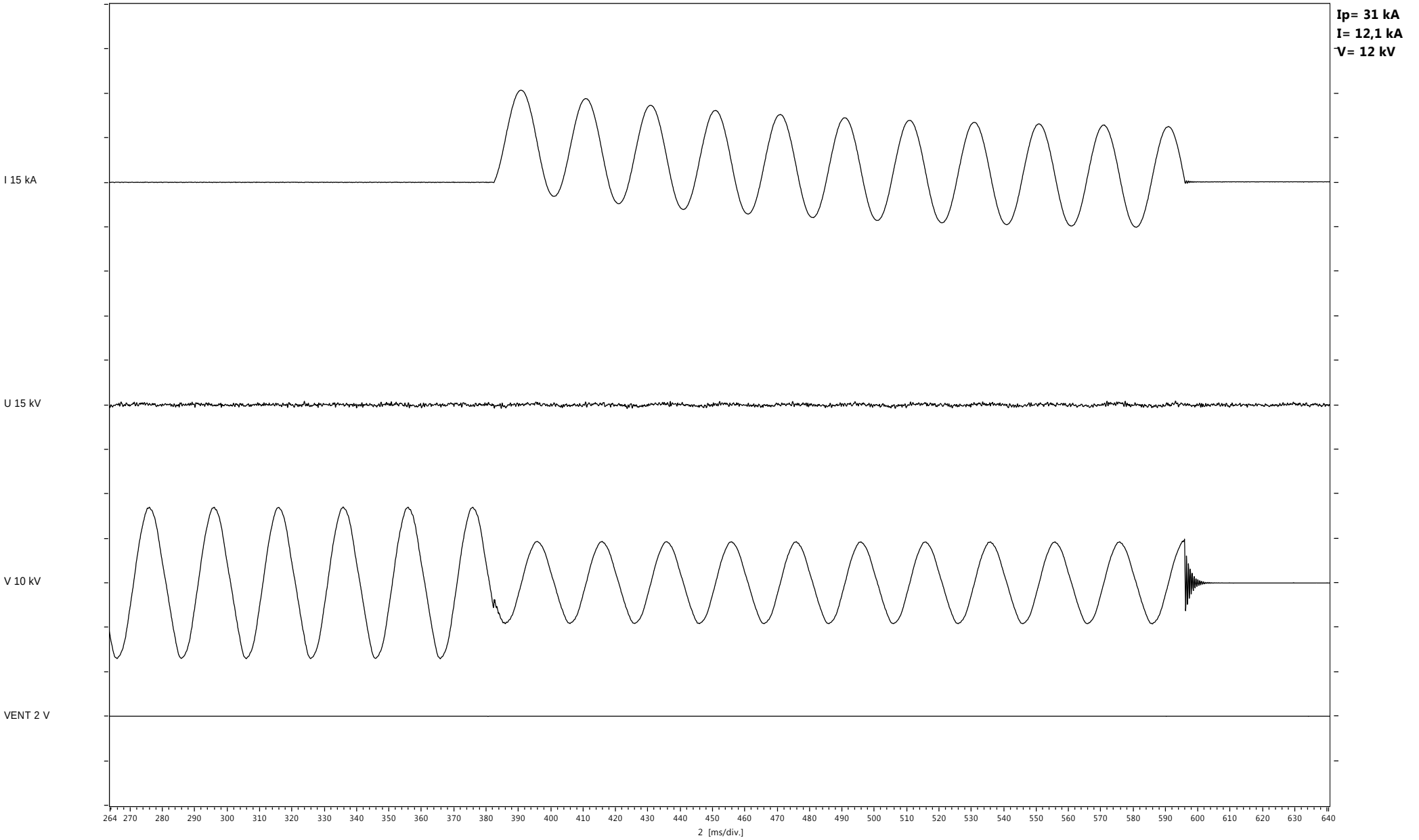
Ref.	Type	Pos. or K	CESI No.
H1	Isolation amplifier n.1	0,1÷1000	56891
H2	Isolation amplifier n.2	0,1÷1000	56893
H3	Isolation amplifier n.3	0,1÷1000	56892
H4	Isolation amplifier n.4	0,1÷1000	56896
H5	Isolation amplifier n.5	0,1÷1000	56894
H6	Isolation amplifier n.6	0,1÷1000	56895
H7	Isolation amplifier n.7	0,1÷1000	57544
H8	Isolation amplifier n.8	0,1÷1000	57545
H9	Isolation amplifier n.9	0,1÷1000	57546
H10	Isolation amplifier n.10	0,1÷1000	57547
H11	Isolation amplifier n.11	0,1÷1000	57548
H12	Isolation amplifier n.12	0,1÷1000	57549
S1	Optical link (30) Ur	1÷250/5	56381-2
S2	Optical link (30) Us	1÷250/5	56375-6
S3	Optical link (30) Ut	1÷250/5	56377-8
S4	Optical link (30) Ir	0,1÷25/5	56365-6
S5	Optical link (30) Is	1÷250/5	56379-80
S6	Optical link (30) It	0,1÷25/5	56367-8
J1	Optical Link (office) n.1	1÷300/10	4805
J2	Optical Link (office) n.2	1÷300/10	4815
J3	Optical Link (office) n.3	1÷300/10	4821
J4	Optical Link (office) n.4	1÷300/10	4817
J5	Optical link n.8 - 300 kHz	1÷300/10	5967-70
J6	Optical link n.15 - 1 MHz	1÷300/10	5981-17338
J7	Optical link n.18 - 1 MHz	1÷300/10	5987-8
AS1	Optical Link (shunt 50μΩ) Ir(HV1)	0,1÷100/5	57506
AS2	Optical Link (shunt 50μΩ) Is(HV1)	0,1÷100/5	57505
AS3	Optical Link (shunt 50μΩ) It(HV1)	0,1÷100/5	57504
AS4	Optical Link (shunt 4mΩ) Ir (HV2)	0,1÷100/5	57810-11
AS5	Optical Link (shunt 4mΩ) Is (HV2)	0,1÷100/5	57808-9
AS6	Optical Link (shunt 4mΩ) It (HV2)	0,1÷100/5	57806-7
AS7	Optical Link PR1	0,1÷100/5	57769-70
AS8	Optical Link PR2	0,1÷100/5	57635
AS9	Optical Link (shunt 40μΩ) Ir (MV)	0,1÷100/5	57503
AS10	Optical Link (shunt 40μΩ) Is (MV)	0,1÷100/5	57645
AS11	Optical Link (shunt 40μΩ) It (MV)	0,1÷100/5	57641
AS12	Optical Link (float)	0,1÷100/5	57634-7
K1	Optical Link (spare)	0,1÷10/10	38225-6
K2	Optical Link (spare)	0,1÷10/10	22330-1
K3	Optical Link (spare)	0,1÷10/10	22329-34
K4	Optical Link (spare)	0,1÷10/10	38223-4
V1	Optical link (float) n.3 - 300 kHz	1÷300/10	5973-4
V2	Optical link (float) n.11 - 300 kHz	1÷300/10	5985-6
I1	Rogowsky current waveform trasducer	20080	56794
I2	Rogowsky current waveform trasducer	20080	57492
I3	Rogowsky current waveform trasducer	20150	57493

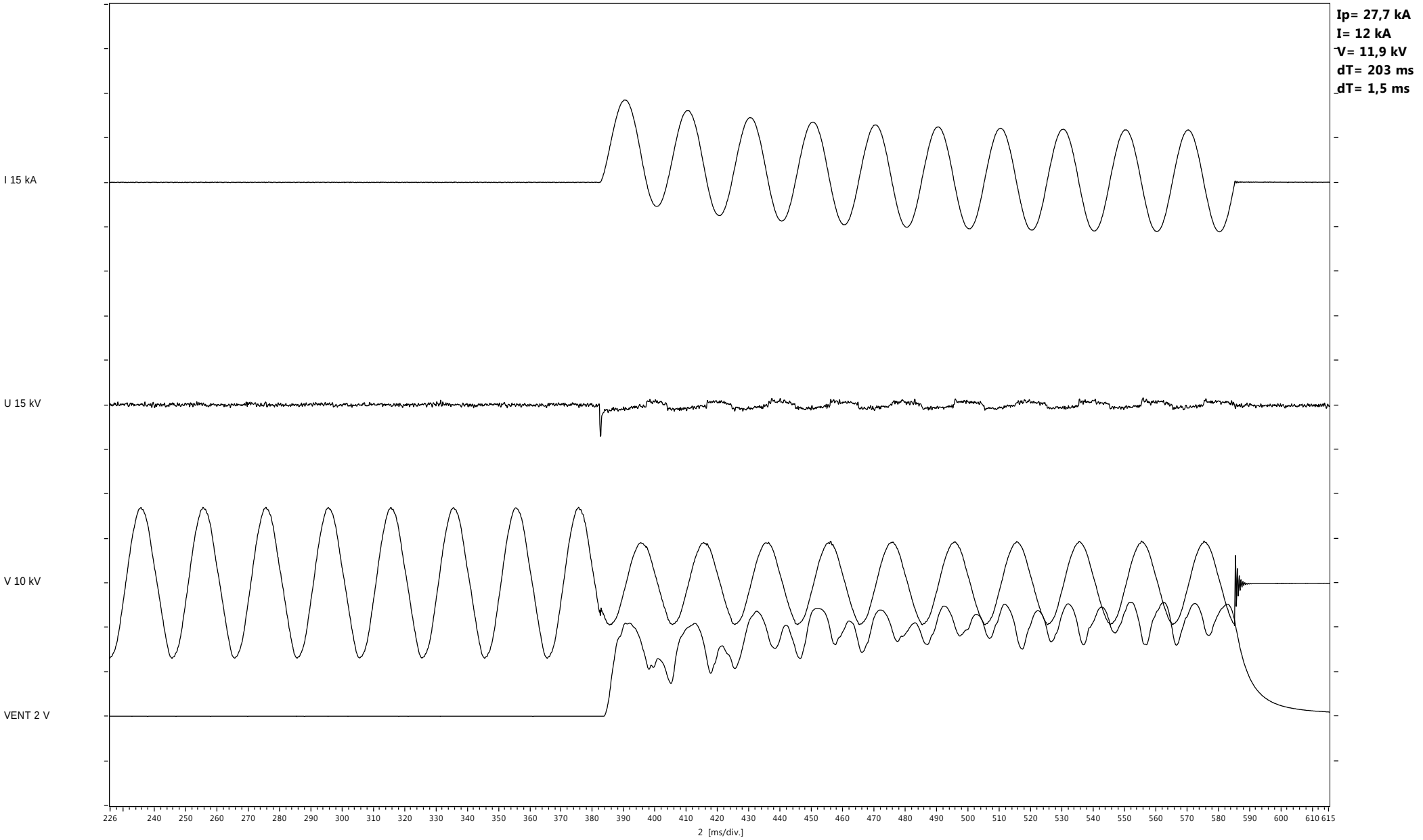
Prepared by: M. Levati (Latest upgrade: September 10, 2019)

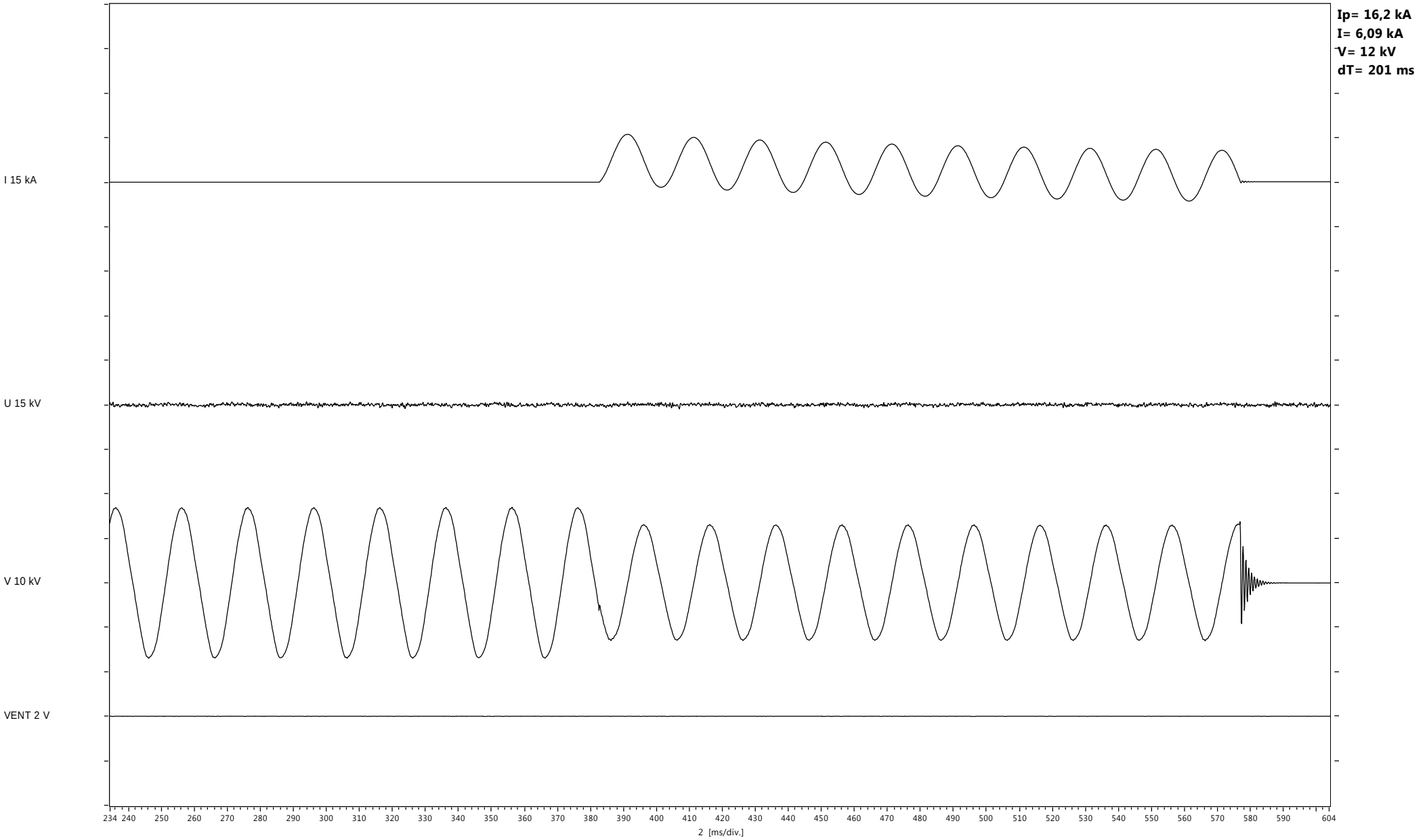
ilac-MRA
ACCREDIA L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAB N° 0030 L

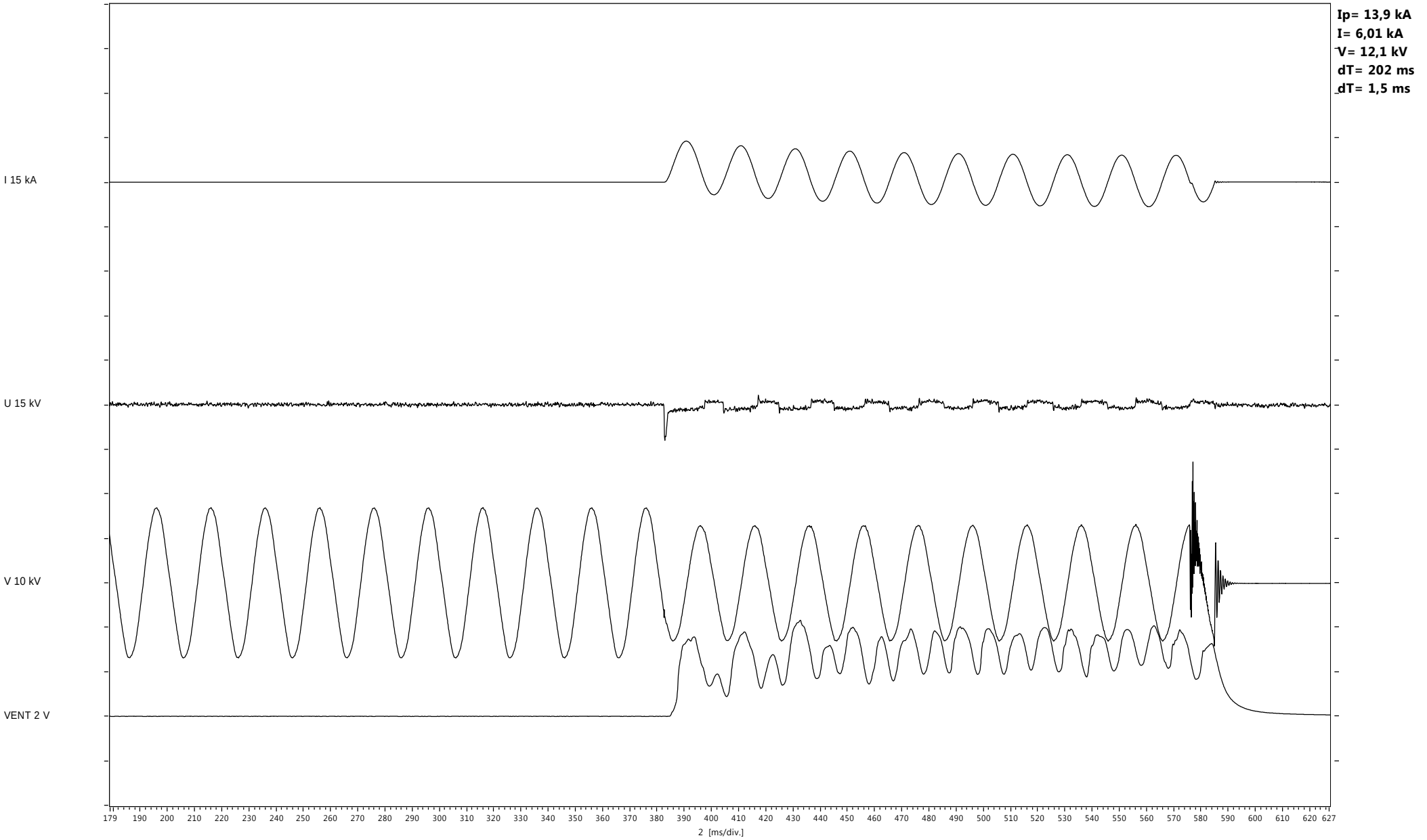

Ip= 51,3 kA
I= 20,2 kA
V= 12,0 kV
I 30 kA
U 5 kV
V 10 kV
VENT 0,50 V
303 310 320 330 340 350 360 370 380 390 400 410 420 430 440 450 460 470 480 490 500 510 520 530 540 550 560 570 580 590 600 610 620 630 640 650 660 670 684
2 [ms/div.]

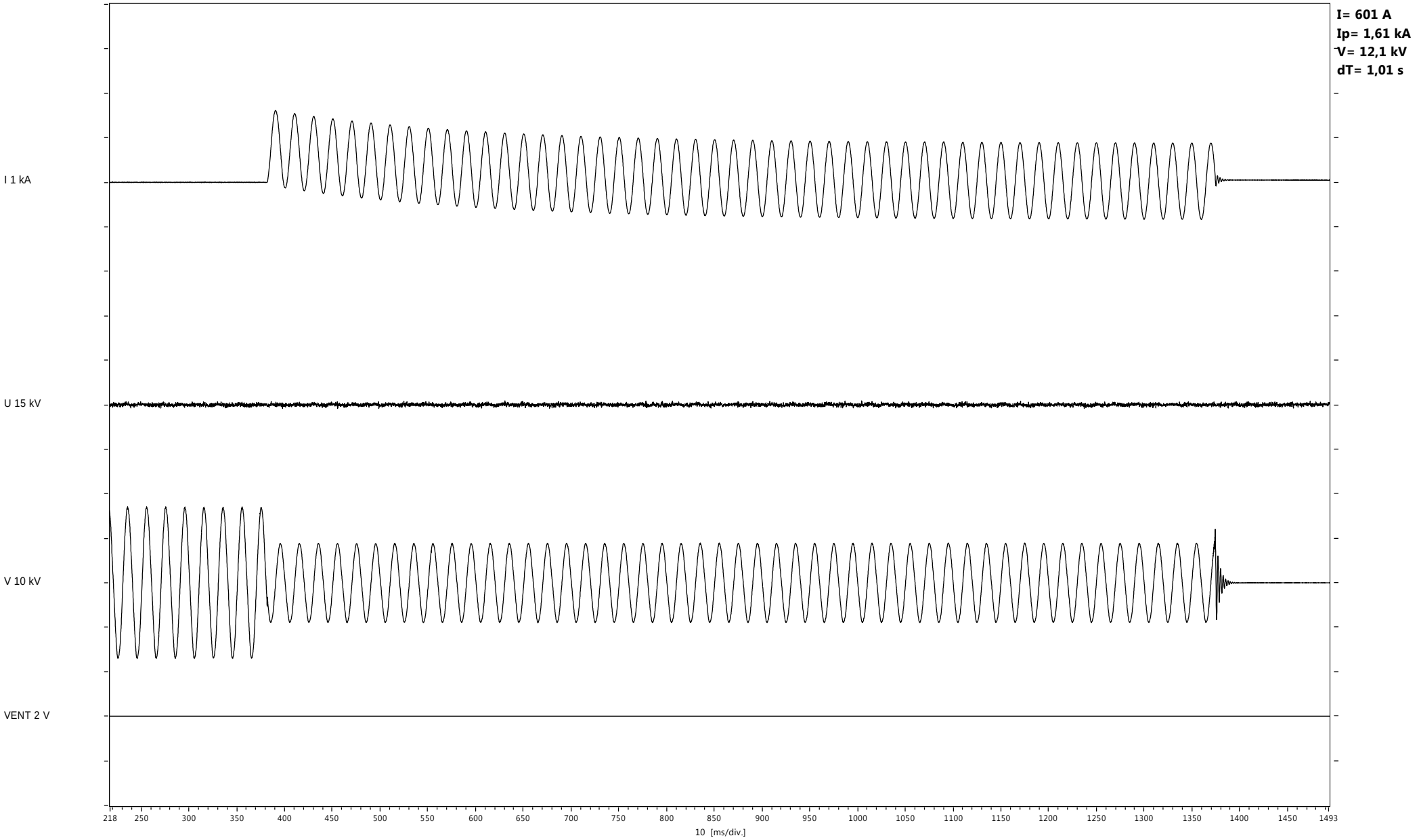

dT= 203 ms
Ip= 45,9 kA
dT= 1,8 ms
I= 20 kA
V= 12,2 kV
I 30 kA
U 10 kV
V 10 kV
VENT 2 V
224 230 240 250 260 270 280 290 300 310 320 330 340 350 360 370 380 390 400 410 420 430 440 450 460 470 480 490 500 510 520 530 540 550 560 570 580 590 600 610 620 630 640 650 660 670 680 694
2 [ms/div.]

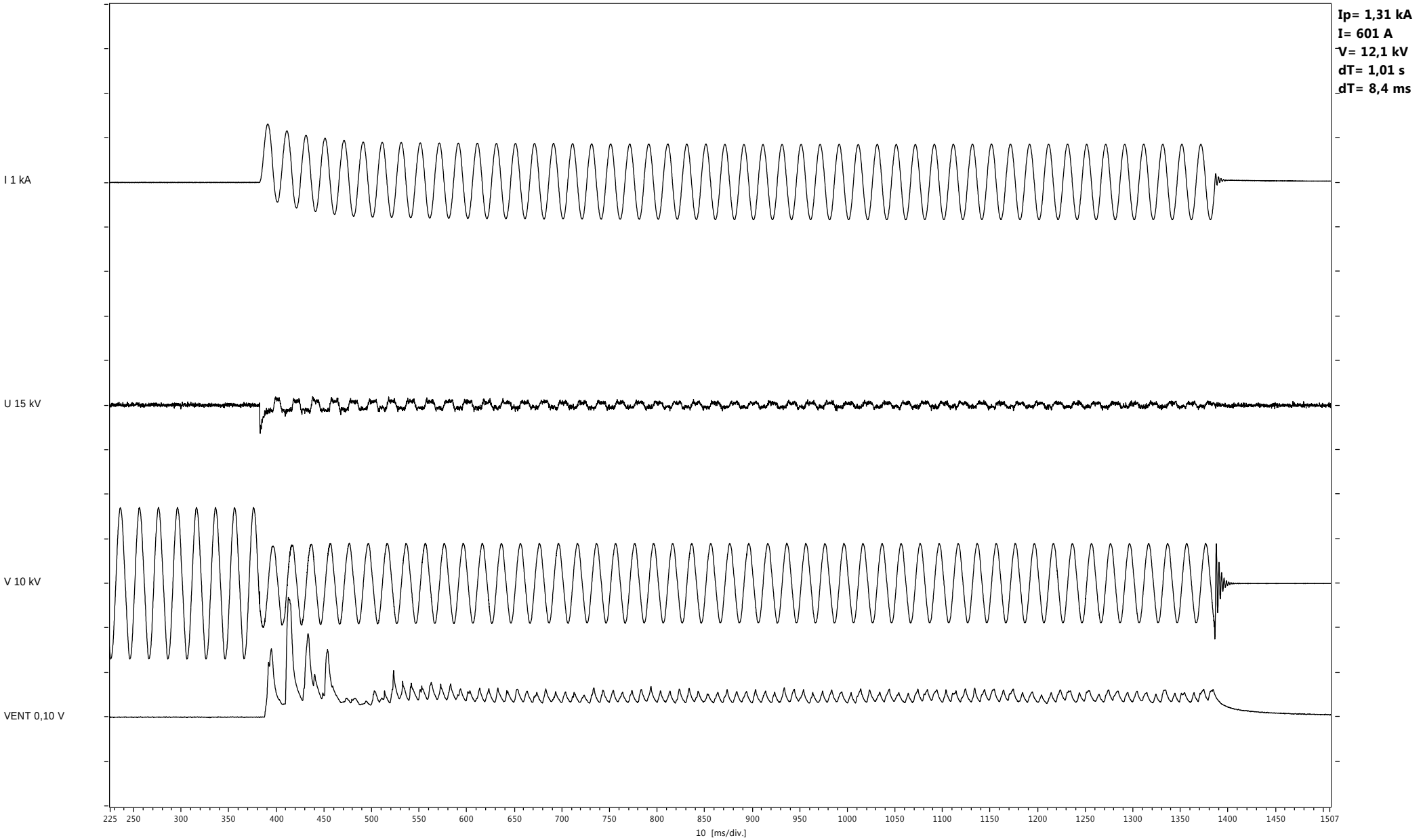

Ip= 31 kA
I= 12,1 kA
V= 12 kV
I 15 kA
U 15 kV
V 10 kV
VENT 2 V
264 270 280 290 300 310 320 330 340 350 360 370 380 390 400 410 420 430 440 450 460 470 480 490 500 510 520 530 540 550 560 570 580 590 600 610 620 630 640
2 [ms/div.]


Ip= 27,7 kA
I= 12 kA
V= 11,9 kV
dT= 203 ms
dT= 1,5 ms
I 15 kA
U 15 kV
V 10 kV
VENT 2 V
226 240 250 260 270 280 290 300 310 320 330 340 350 360 370 380 390 400 410 420 430 440 450 460 470 480 490 500 510 520 530 540 550 560 570 580 590 600 610 615
2 [ms/div.]


Ip= 16,2 kA
I= 6,09 kA
V= 12 kV
dT= 201 ms
I 15 kA
U 15 kV
V 10 kV
VENT 2 V
234 240 250 260 270 280 290 300 310 320 330 340 350 360 370 380 390 400 410 420 430 440 450 460 470 480 490 500 510 520 530 540 550 560 570 580 590 604
2 [ms/div.]


Ip= 13,9 kA
I= 6,01 kA
V= 12,1 kV
dT= 202 ms
dT= 1,5 ms
I 15 kA
U 15 kV
V 10 kV
VENT 2 V
179 190 200 210 220 230 240 250 260 270 280 290 300 310 320 330 340 350 360 370 380 390 400 410 420 430 440 450 460 470 480 490 500 510 520 530 540 550 560 570 580 590 600 610 620 627
2 [ms/div.]


I= 601 A
Ip= 1,61 kA
V= 12,1 kV
dT= 1,01 s
I 1 kA
U 15 kV
V 10 kV
VENT 2 V
218 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 1000 1050 1100 1150 1200 1250 1300 1350 1400 1450 1493
10 [ms/div.]


Ip= 1,31 kA
I= 601 A
V= 12,1 kV
dT= 1,01 s
dT= 8,4 ms
I 1 kA
U 15 kV
V 10 kV
VENT 0,10 V
225 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 1000 1050 1100 1150 1200 1250 1300 1350 1400 1450 1507
10 [ms/div.]

TÍTULO: ENSAIOS DE TIPO EM PARA RAIOS DE DISTRIBUIÇÃO

OBJETO SOB ENSAIO:

- Para-raios classe de distribuição, tensão nominal (Ur) 12 kV, MCOV (Uc) 10,2 kV, 10 kA, 60Hz, corpo polimérico, resistores não lineares de óxido metálico (ZnO) fabricados pela Balestro, sem centelhador, para uso externo, modelo Para-Raios Polimérico P+ 12 kV 10 kA, desenho 5K506342/4 Ed. 01.

CLIENTE: CEMIG DISTRIBUIÇAO S/A

CONTATO: Heder Renan Martins

OBSERVAÇÕES: Ensaios foram realizados conforme Especificações Técnicas da CEMIG (ET) 02.111-DT/ED-420h, complementadas pelas Normas ABNT NBR 16050.

Participantes:

André Rodrigo Cardoso – **Balestro**
Heder Renan Martins – **Balestro**
Luis Henrique Gomes – **Balestro**
Alvaro Torriani Colepicolo – **INTERTEK/CEMIG**

Relatório Elaborado:	**Inspetor:**
Heder Renan Martins - BALESTRO	Alvaro Torriani Colepicolo – INTERTEK/CEMIG

Índice:

1. Introdução .....
2. Objetivo .....
3. Ensaios .....
4. Ensaio especial de verificação da estabilidade térmica.....
4.1 Impulso de corrente elevada (à quente) e monitoramento.....
4.2 Verificação da Estabilidade Térmica.....
5. Ensaio de corrente suportável de impulso de longa duração – LDC.....
5.1 Ensaio de residual de manobra – 125 A.....
5.2 Avaliação final.....
6.0 Tensão residual a impulso de corrente de manobra.....
7.0 Conclusão.....
8.0 Certificados de equipamentos utilizados.....
9.0 Referências.....

1.0– Introdução

Os ensaios foram realizados para avaliação do para-raios protege + classe distribuição DH (classe 1), até a tensão nominal de até 30 kV fabricados pela Balestro, aplicável a sistemas de classe de tensão até 36,2 kV, bem como dos blocos resistores utilizados nos mesmos, também fabricados pela Balestro. Os ensaios realizados foram executados no laboratório da Balestro (Laboratório Engº Gino Balestro).

2.0– Objetivo

Verificar se os para-raios atendem as exigências técnicas mínimas de projeto nos ensaios aos quais foram submetidas, em conformidade com as normas técnicas e características garantidas citadas. Neste trabalho se adequaram aos ensaios de recebimento de acordo com a especificações técnicas da CEMIG (ET) 02.111-DT/ED-420h – item 6.4.

3.0– Ensaios

Os ensaios foram realizados no período de 09/05/2022 a 13/05/2022
Lote: B4987
Fabricação: 05/2022

Foram selecionadas e apresentada 20 amostras do final de sua linha de produção do P+ 12kV 10kA para a realização do ensaio de estabilidade térmica e longa duração, ensaios considerados de tipo.

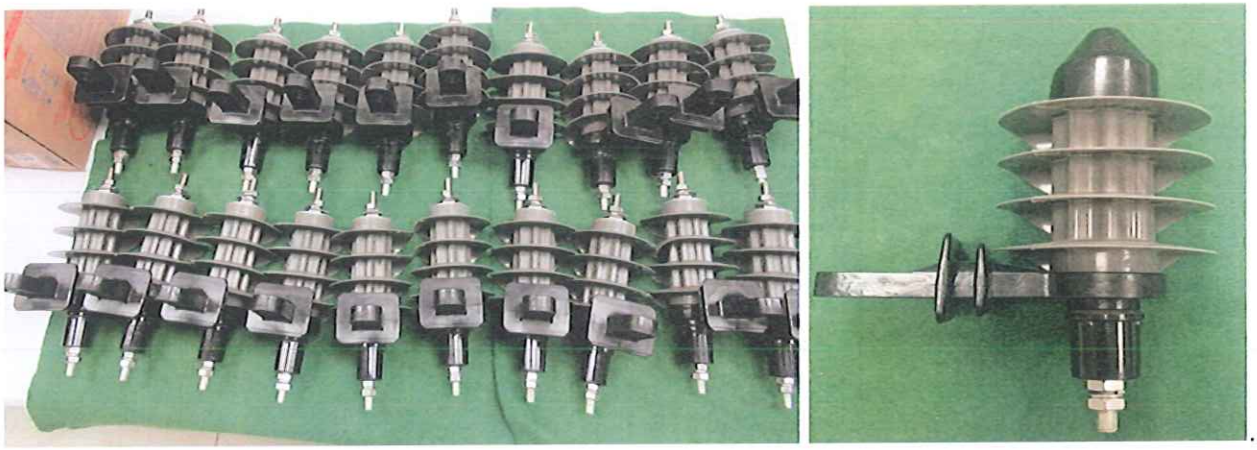


Foto 01 – Amostras P+ 12kV 10kA

As amostras foram submetidas aos ensaios de visual, dimensional, verificação do torque nos terminais, tensão de referência, ensaio de tensão residual, verificação de descargas parciais e os ensaios de estabilidade térmica, ensaio de corrente suportável de longa duração e ensaio de tensão residual de corrente de manobra. Os para-raios deverão sofrer correções das tensões aplicadas em frequência industrial nos ensaios, já que a tensão de referência mínima garantida não foi encontrada entre as amostras disponíveis, assim as amostras terão correção de Ur e Uc por um fator calculado por Uref encontrada/Uref mínima, assim Ur' = Ur * fator, e Uc' = Uc * fator. Cada amostra terá seu próprio fator calculado em razão de sua tensão de referência, assim obtendo-se o fator de correção, que foi utilizado nos ensaios que envolvem aplicação de energia aos blocos resistores e

verificação de estabilidade térmica. Portanto, as amostras foram ordenadas em ordem crescente de tensão de referência, a fim de minimizar as correções necessárias a cada ensaio, ou seja, foram utilizadas nos testes de estabilidade térmica e longa duração as de menores valores.

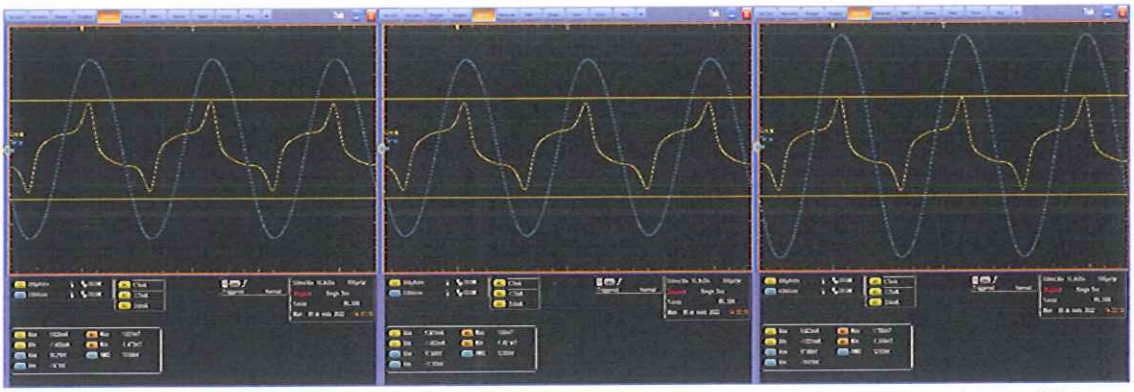
A Uref mínima garantida, medida à corrente de referência (Iref = 1,7 mApk para os varistores da classe DH) para os para-raios de 12,0 kVef é de 12,5 kVef.

Para o ensaio de tensão residual o tempo virtual de frente foi mantido entre 7 a 9 µs enquanto ao tempo de cauda (por não ser crítico) não foi fixada qualquer tolerância, tendo sido próximo a 20 µs, em conformidade às normas adotadas.

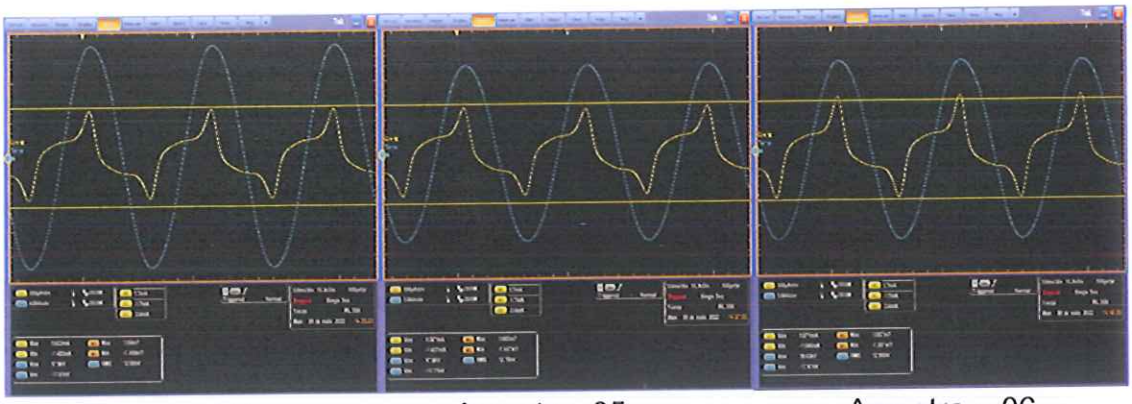
Tempatura ambiente	
Bulbo Seco	29 °C
Bulbo Húmido	26 °C
Pressão Atm.	708

AMOSTRA	TENSÃO REFERÊNCIA (kVef)	Fator de correção para ensaios	TENSÃO RESIDUAL (kVp)	CORRENTE (kAp)	FORMA DE ONDA (us x us)	DESCARGAS PARCIAIS
1	12,82	1,03	36,16	10,46	7,80 x 18,08	< 10pC
2	13,05	1,04	35,16	10,02	7,75 x 18,12	< 10pC
3	12,95	1,04	34,9	9,96	7,75 x 18,16	< 10pC
4	12,89	1,03	35,06	10,08	7,80 x 18,12	< 10pC
5	12,77	1,02	35,09	10,1	7,80 x 18,12	< 10pC
6	12,96	1,04	34,8	10,2	7,80 x 18,00	< 10pC
7	13,00	1,04	34,73	10,1	7,80 x 17,92	< 10pC
8	12,86	1,03	34,91	10,14	7,80 x 18,04	< 10pC
9	12,97	1,04	34,76	10,07	7,80 x 18,00	< 10pC
10	12,83	1,03	35,00	9,91	7,75 x 18,04	< 10pC
11	12,89	1,03	35,06	10,11	7,80 x 18,00	< 10pC
12	12,86	1,03	34,84	10,04	7,75 x 18,04	< 10pC
13	12,96	1,04	34,84	10	7,80 x 18,08	< 10pC
14	12,88	1,03	35,39	10,01	7,80 x 18,12	< 10pC
15	13,08	1,05	35,05	9,94	7,80 x 18,04	< 10pC
16	12,87	1,03	35,1	9,95	7,85 x 18,16	< 10pC
17	12,96	1,04	35,08	10,08	7,85 x 18,04	< 10pC
18	12,9	1,03	35,72	9,91	7,80 x 18,04	< 10pC
19	12,81	1,02	34,88	10,16	7,80 x 18,04	< 10pC
20	12,91	1,03	34,94	10,11	7,80 x 18,16	< 10pC
VALOR GARANTIDO	12,5 ≥		≤ 39,6	10 +/- 5%		< 10pC

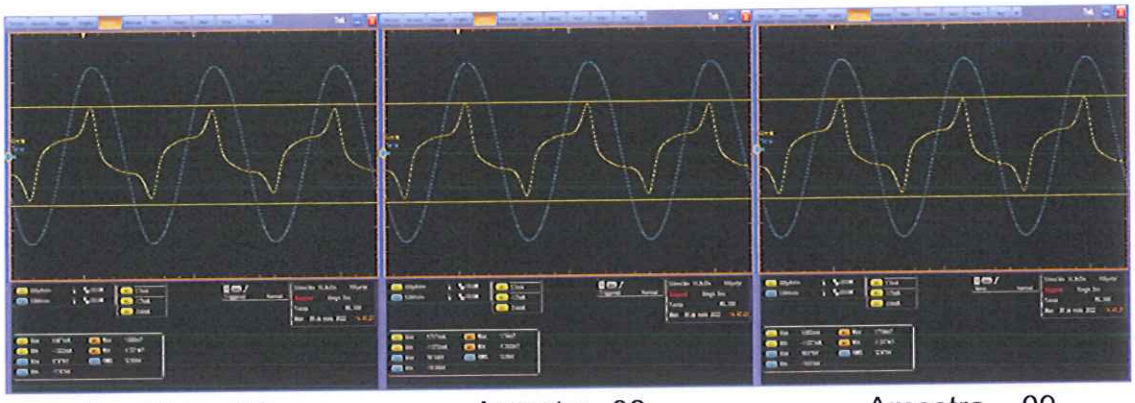
Oscilogramas ensaio de tensão de referência



Amostra – 01 Amostra -02 Amostra – 03



Amostra – 04 Amostra -05 Amostra – 06



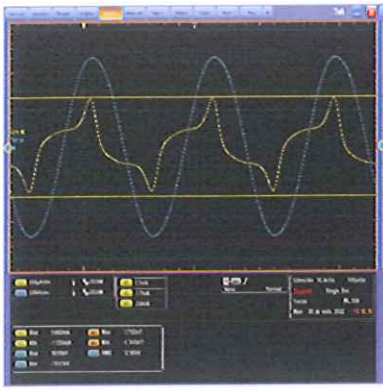
Amostra – 07 Amostra -08 Amostra – 09



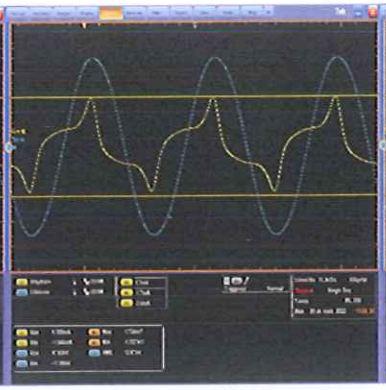
Amostra – 10 Amostra -11 Amostra – 12



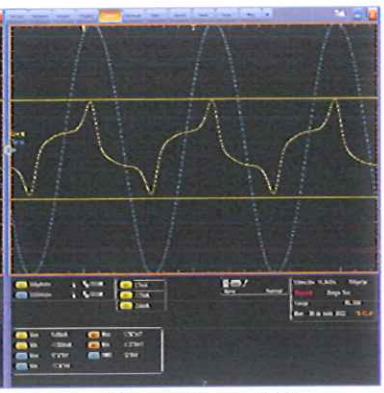
Amostra – 13 Amostra -14 Amostra – 15



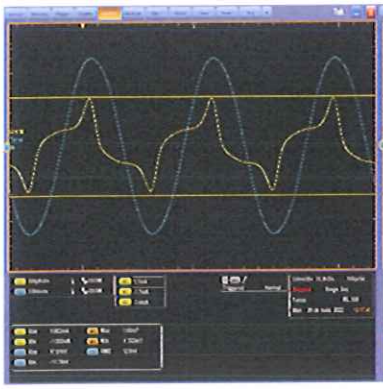
Amostra – 16



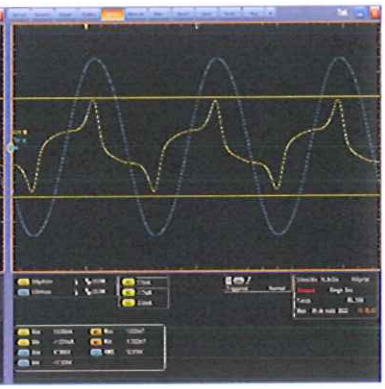
Amostra -17



Amostra – 18

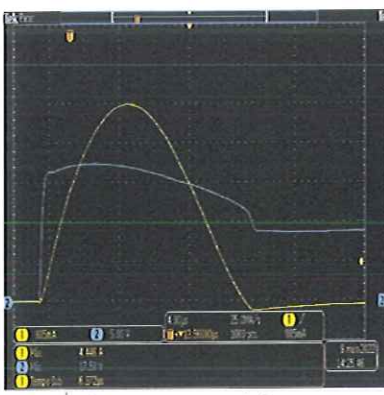


Amostra – 19

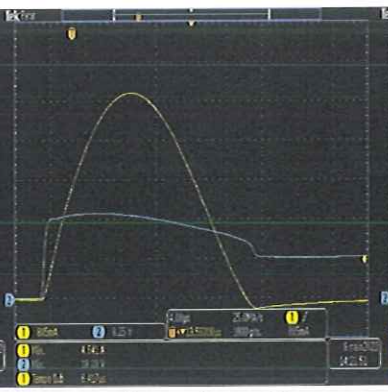


Amostra -20

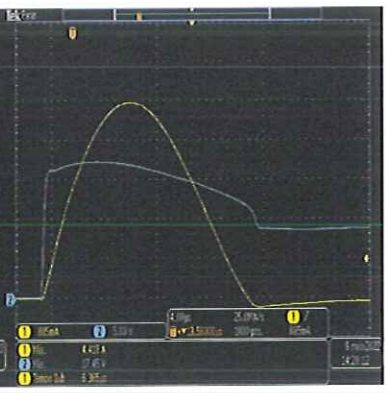
Oscilogramas ensaio de tensão residual na corrente de descarga nominal



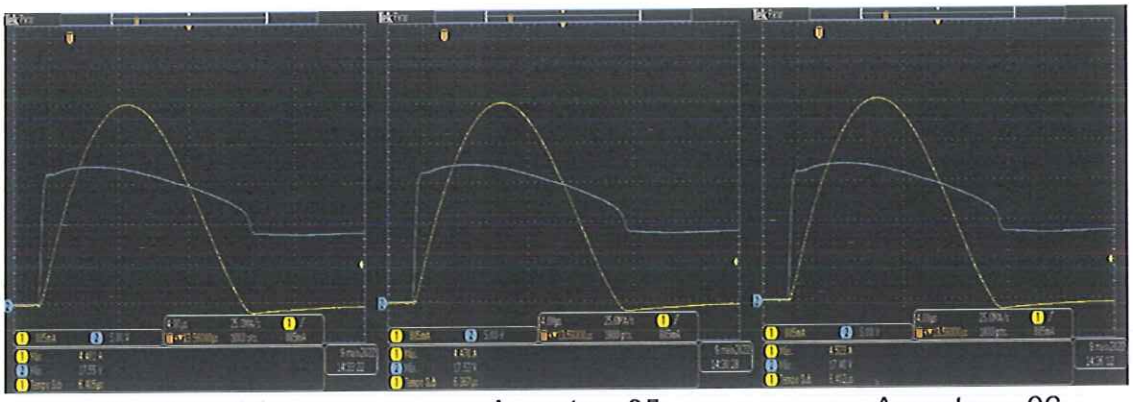
Amostra – 01



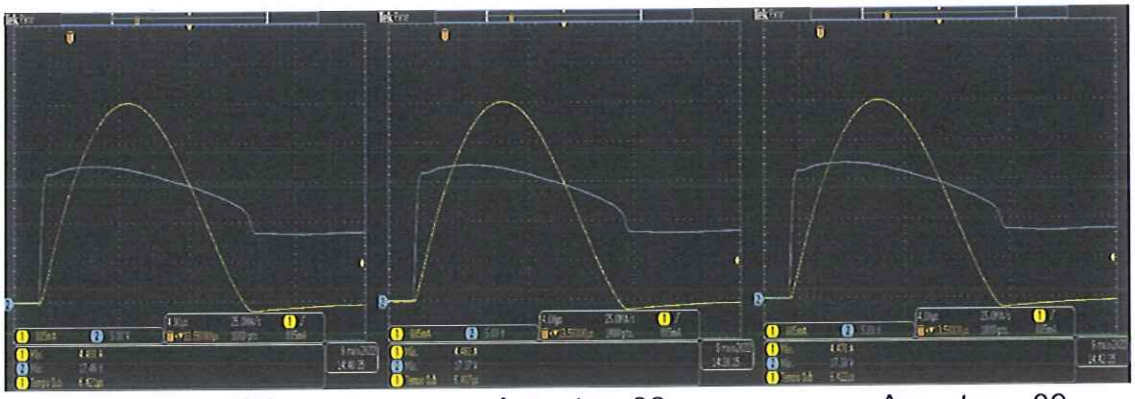
Amostra -02



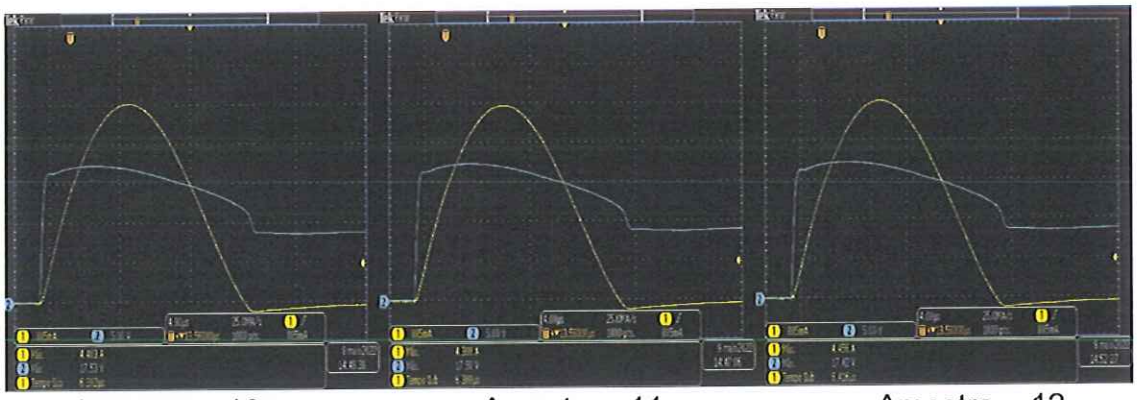
Amostra – 03



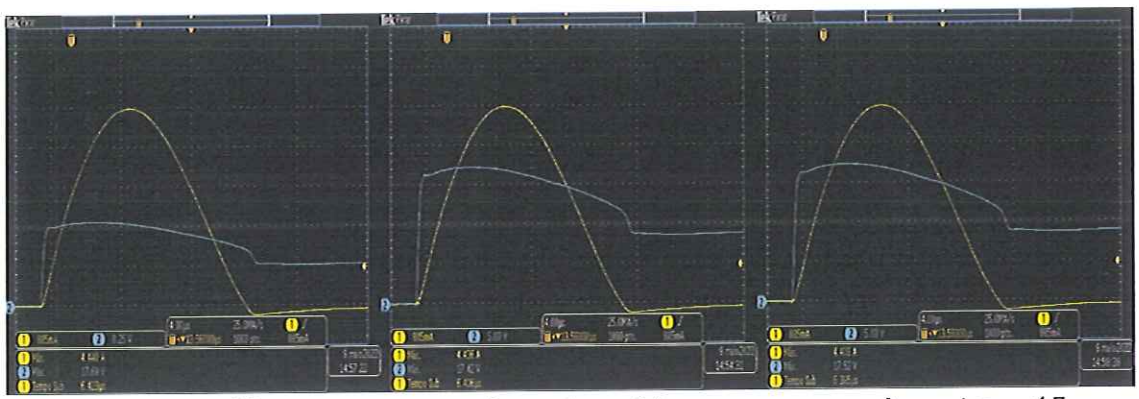
Amostra – 04 Amostra -05 Amostra – 06



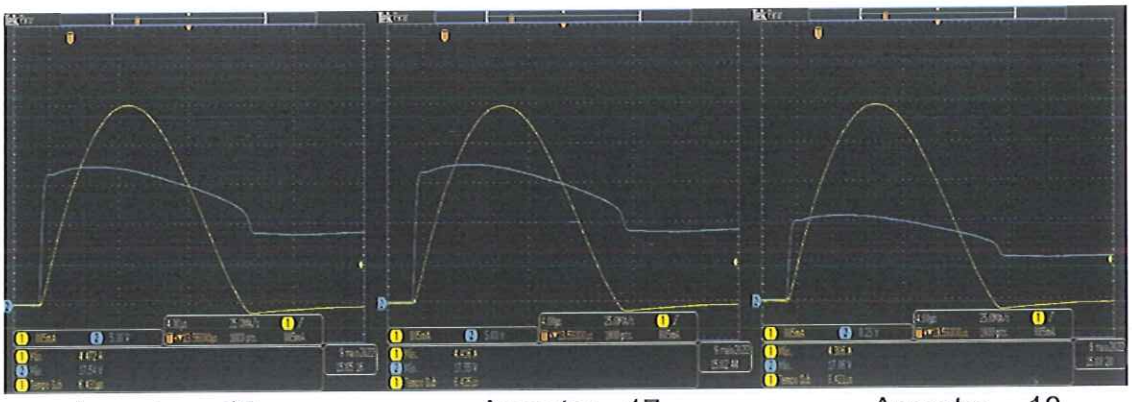
Amostra – 07 Amostra -08 Amostra – 09



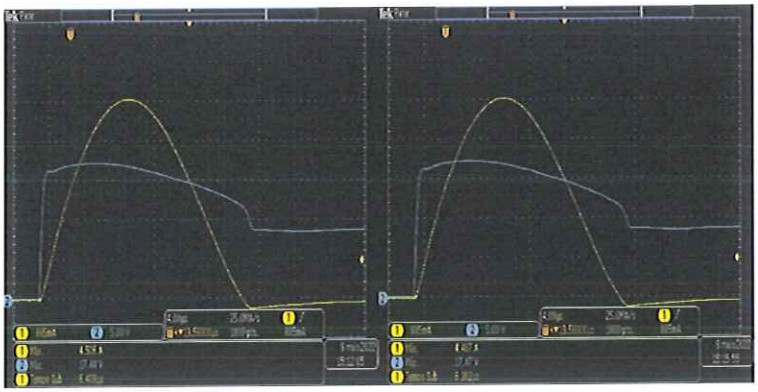
Amostra – 10 Amostra - 11 Amostra – 12



Amostra – 13 Amostra - 14 Amostra – 15



Amostra – 16 Amostra - 17 Amostra – 18



Amostra - 19 Amostra – 20

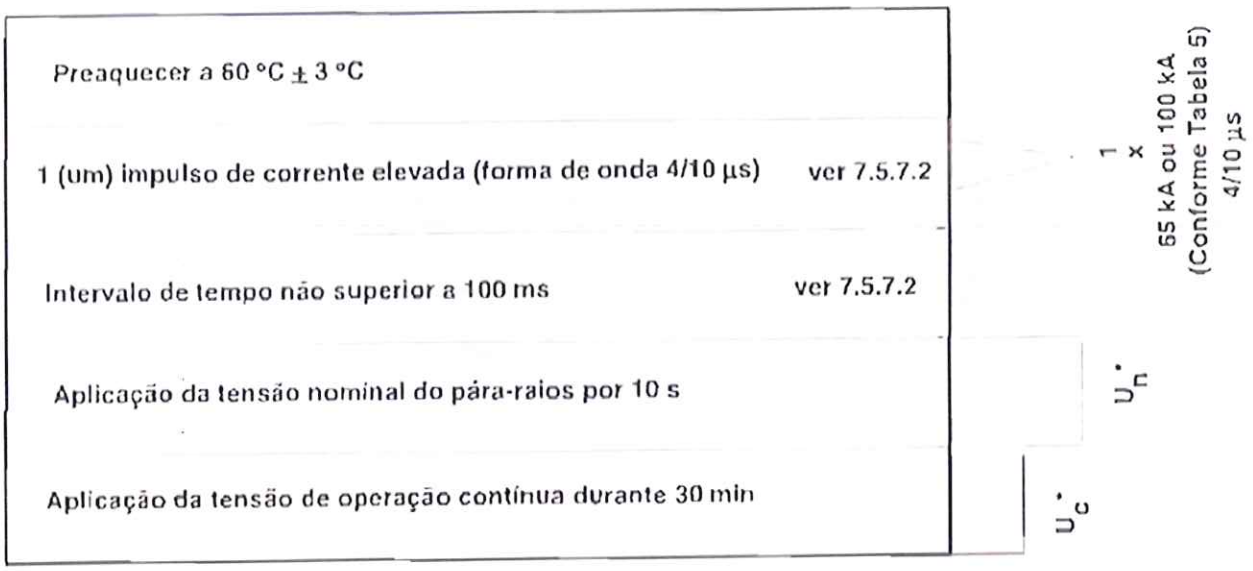
4.0 Ensaio especial de verificação da estabilidade térmica

O principal objetivo deste ensaio é demonstrar que o para-raios é capaz de suportar as solicitações provenientes do sistema, além de ser estável térmicamente sem a ocorrência de avalanche térmica, este ensaio foi realizado conforme ABNT NBR 16050 – item 9.2.

A sequência de testes compreende:

- Medições iniciais;
- Preaquecer a 60 °C ± 3 °C;
- 1 (um) impulso de corrente elevada;
- Verificação da estabilidade térmica;

A figura abaixo ilustra a sequência de teste (figura 15 da ABNT NBR 16050:2012):



Tensão de referência e valores das tensões corrigidas como explicado na seção 3 deste relatório:

Amostra	Tensão de referência [kV rms]			Tensões U_R e U_C corrigidas [kV rms]	
	T_{REF}. Mínima	T_{REF} Medida	Relação T_{REF} Medida/mínima	U_R'	U_C'
1	12,5	12,82	1,03	12,31	10,5
5		12,77	1,02	12,26	10,4
19		12,81	1,02	12,30	10,5

4.1 Impulso de corrente elevada (à quente) e monitoramento

A amostras permaneceram na estufa por aproximadamente 5 Horas, mantidas a 60° ± 3° C até a aplicação do impulso de corrente elevada.

Imediatamente após a aplicação, um interruptor conecta a amostra à fonte de tensão CA para o monitoramento, devendo esta chave fechar em menos de 100 ms do instante da aplicação do impulso de corrente.

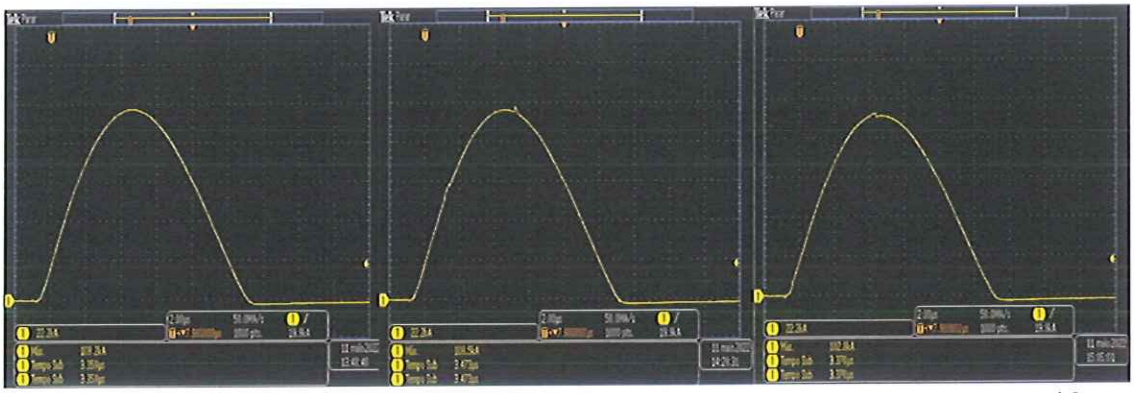
A tensão nominal corrigida (UR') foi aplicada durante 10 s e a tensão continua de operação corrigida (UC'), foi aplicada durante 30 minutos respectivamente, com o objetivo de verificar a estabilidade térmica e a não ocorrência de avalanche térmica.

Durante os 30 minutos de aplicação de UC', a corrente e a dissipação de potência das amostras serão monitoradas, para demonstrar o estabelecido acima.

O procedimento acima está de acordo com a seção 9.2 da ABNT NBR 16050.

Amostra	Forma de Onda [µs]	Tensão de carga [kV]	Corrente [kA]	Temperatura da amostra [°C]	Tempo de fechamento da chave [ms]
1	4,2 x 10,1	125	108,17	62	92,6
5		125	108,45	62	94,70
19		125	102,75	62	96,14

Oscilogramas impulso de alta corrente



Amostra – 01 Amostra - 05 Amostra – 19

4.2 - Verificação da Estabilidade Térmica

Amostra 1 - k = 1,03, Ur' = 12,31 kVef, Uc' = 10,5 kVef

Estabilidade Térmica		
Tempo [s]	Voltage [kV]	Corrente [mA]
0'05"	12,55	255,06
1'00"	10,50	17,51
3'00"	10,55	8,99
5'00"	10,55	6,85
10'00"	10,55	4,91
15'00"	10,51	3,69
20'00"	10,59	2,52
25'00"	10,52	2,03
30'00"	10,54	1,86

Oscilogramas estabilidade térmica

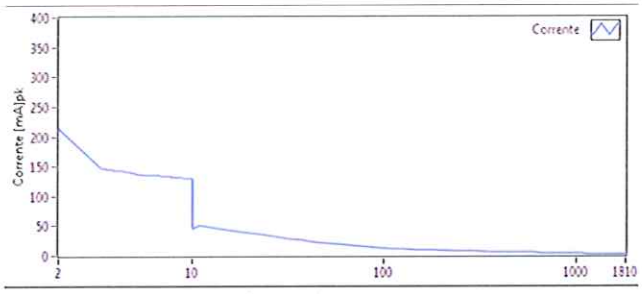


Gráfico de corrente

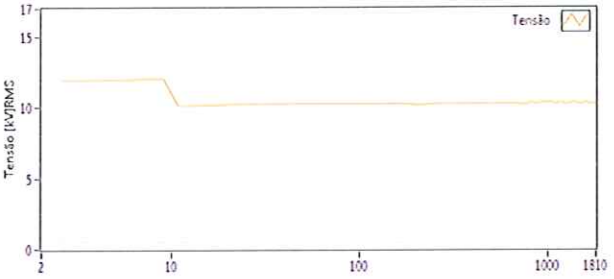


Gráfico de tensão

Amostra 05 – k = 1,02, Ur' = 12,26 kVef, Uc' = 10,4 kVef

Estabilidade Térmica		
Tempo [s]	Voltage [kV]	Corrente [mA]
0'05"	12,80	255,06
1'00"	10,46	16,41
3'00"	10,46	8,58
5'00"	10,48	6,87
10'00"	10,87	4,84
15'00"	10,43	3,46
20'00"	10,43	2,48
25'00"	10,44	1,97
30'00"	10,45	1,55

Oscilogramas estabilidade térmica

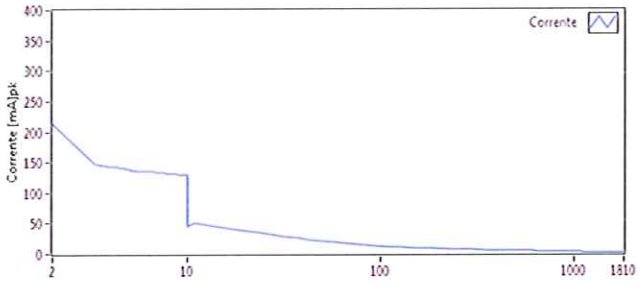


Gráfico de corrente

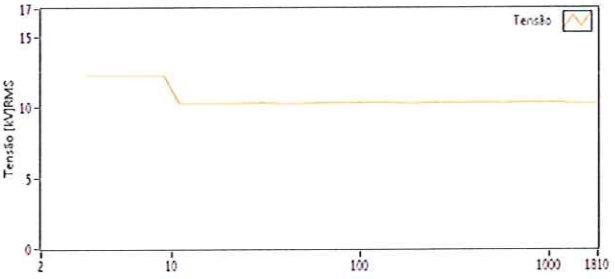


Gráfico de tensão

Amostra 19 – k = 1,02, Ur' = 12,30 kVef, Uc' = 10,5 kVef

Estabilidade Térmica		
Tempo [s]	Voltage [kV]	Corrente [mA]
0'05"	12,80	247,78
1'00"	10,60	19,59
3'00"	10,53	10,82
5'00"	10,54	9,26
10'00"	10,52	6,58
15'00"	10,54	5,16
20'00"	10,54	3,72
25'00"	10,53	2,87
30'00"	10,55	2,24

Oscilogramas estabilidade térmica

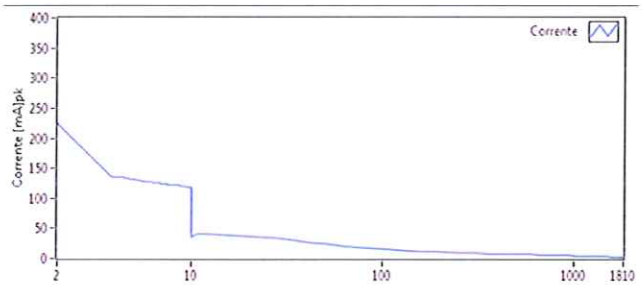


Gráfico de corrente

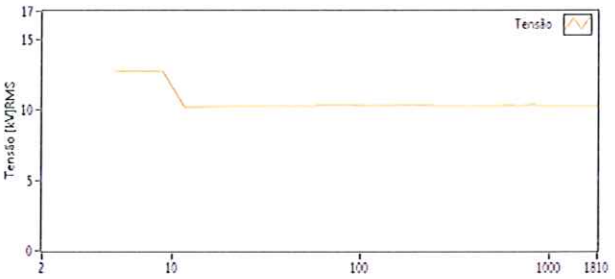


Gráfico de tensão

Após o impulso de alta corrente e da aplicação da tensão nominal Ur por 10s, todas as amostras demonstraram a estabilidade térmica durante o intervalo de aplicação de Uc, comprovada pela redução de corrente ao longo de 30 minutos. Além disso, não há danos evidentes, o que se comprova por inspeção visual das amostras.

5.0 - Ensaio de corrente suportável de impulso de longa duração – LDC

O ensaio de impulso de longa duração (LDC) foi realizado nas amostras com menores valores de tensão de referência, posteriores às amostras selecionadas para o ensaio de ciclo de operação, conforme orientação técnicas das normas vigentes, objetivando amostras que se comportem próximas aos valores de UR e UC declarados, 12 kV e 10,2 kV respectivamente, conforme descrito na seção 3 deste relatório.

As amostras são submetidas ao ensaio de tensão residual de manobra para o cálculo de energia mínima para o ensaio de LDC. Para determinação da energia, utiliza-se a seguinte tabela de parâmetros:

Tabela 2 – Parâmetros para o ensaio de descarga de linhas de transmissão em para-raios de 10 kA e 20 kA

Classe do para-raios kA	Classe de descarga de linhas de transmissão	Impedância de surto do gerador Z W	Duração virtual de crista T ms	Tensão de carga UL kV c.c.
10	1	4,9 Un	2 000	3,2 Un
10	2	2,4 Un	2 000	3,2 Un
10	3	1,3 Un	2 400	2,8 Un
20	4	0,8 Un	2 800	2,6 Un
20	5	0,5 Un	3 200	2,4 Un

NOTA 1 U_n é igual a tensão nominal do corpo de prova, em quilovolts (kV - valor eficaz).

NOTA 2 As classes 1 a 5 correspondem ao aumento da capacidade de descarga de linhas de transmissão. Convém que a seleção da classe de descarga apropriada seja baseada nos requisitos do sistema, conforme descrito no Anexo C.

Sendo que:

$$W = \frac{U_{res}(U_L - U_{res})}{Z} \text{ T}$$

NBR 16050 – 7.4 Ensaio de corrente suportável de impulse de longa duração

Onde,

W = Energia absorvida pelo corpo de prova (em kJ)

Ures = Tensão residual a impulso de corrente de manobra (em kV)

U_L = Tensão de carga do gerador (em kV)

Z = Impedância de surto do gerador (em Ohms)

T = Duração virtual de crista (em ms)

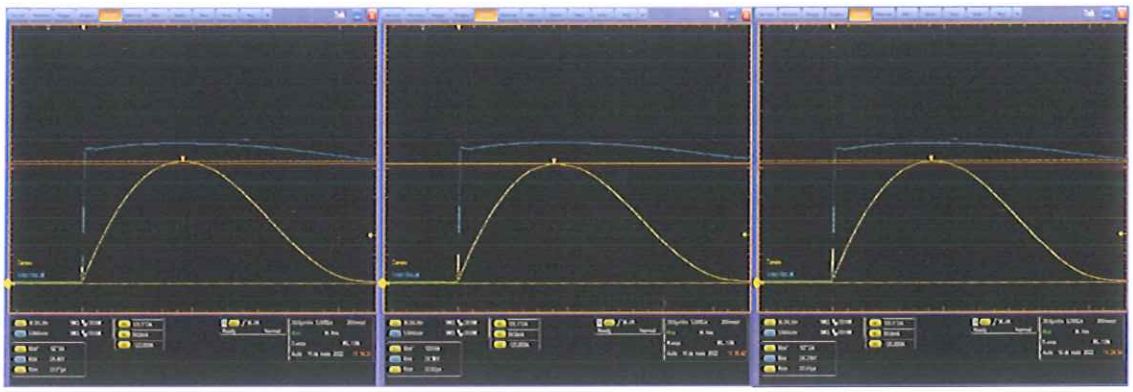
O ensaio de LDC consiste em 18 aplicações, divididas em 6 grupos de 3 impulsos. Os intervalos entre impulsos devem ser de 50 a 60 segundos e entre grupos deverá ser o tempo suficiente para as amostras retornarem próximo à temperatura ambiente.

5.1 Ensaio de residual de manobra – 125 A

Medição inicial da tensão residual de manobra

Corrente [A]	Amostra	Forma de Onda [µs]	Tensão Residual	
			Corrente [A]	Tensão [kV]
125	8	41,96us x 102,3us	127,50	24,40
	10	41,02us x 101,0us	124,60	24,50
	12	41,76us x 101,1us	127,20	24,31

Oscilogramas impulso de manobra



Amostra – 08 Amostra -10 Amostra – 12

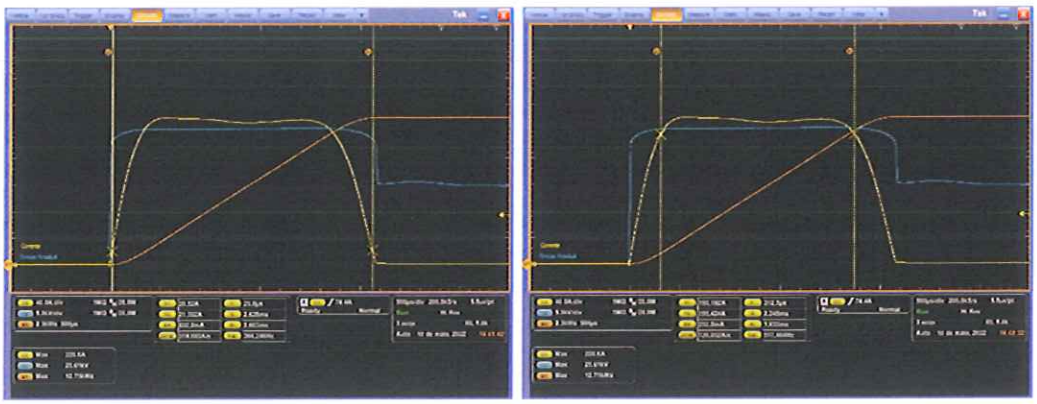
Tensão de referência e valores das tensões corrigidas como explicado na seção 3 deste relatório:

Amostra	Tensão de referência [kV rms]			Tensões U_R e U_C corrigidas '[kV rms]	
	T_{REF}. Mínima	T_{REF} Medida	Relação T_{REF} Medida/mínima	$U_{R'}$	$U_{C'}$
8	12,5	12,81	1,02	12,30	10,45
10		12,82	1,03	12,31	10,46
12		12,81	1,02	12,30	10,45

Cálculo de Energia Mínima					
UN	Classe	Duração	Z	UL	Energia
[kV]		[us]	Ω	[kV]	[kJ]
12,30	1	2000	60,26	39,35	12,11
12,31	1	2000	60,31	39,38	12,09
12,30	1	2000	60,26	39,35	12,14

Forma de Onda	
T10	2603
T90	1933
T10/T90	1,35

Oscilogramas

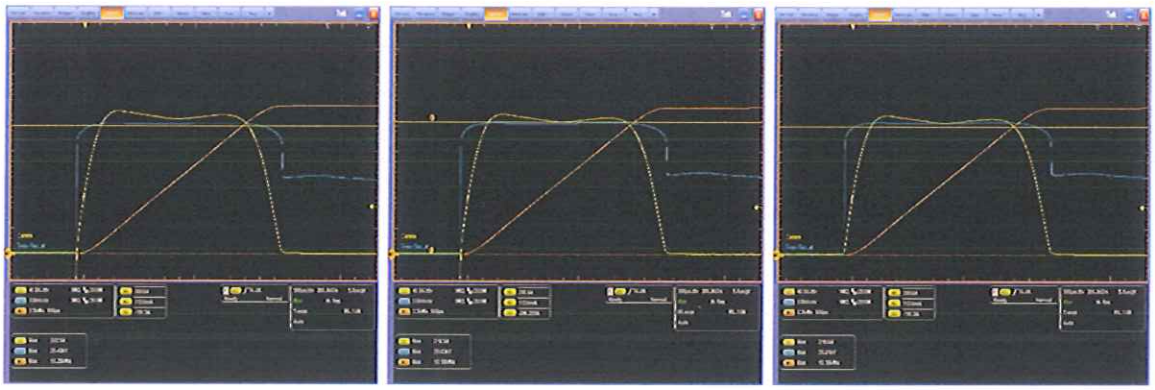


Medição T10 Medição T90

	Amostra		8	Amostra		10	Amostra		12
Série	I (A)	Ures. OR (kV)	Energia (kJ)	I (A)	Ures. OR (kV)	Energia (kJ)	I (A)	Ures.OR (kV)	Energia (kJ)
G1	220,8	25,43	12,63	218,1	25,58	12,56	221,1	25,41	12,65
	217,9	25,50	12,55	215,7	25,71	12,53	214,6	25,52	12,37
	213,1	25,65	12,33	210,4	25,77	12,23	213,8	25,59	12,35
G2	216,8	25,70	12,65	215,8	25,63	12,48	217,8	25,44	12,49
	215,6	25,52	12,40	212,9	25,74	12,40	214,8	25,54	12,40
	215,4	25,65	12,49	209,0	25,76	12,17	212,5	25,62	12,31
G3	218,7	25,47	12,56	213,9	25,60	12,36	215,9	25,42	12,38
	214,2	25,58	12,39	212,4	25,75	12,37	213,6	25,50	12,33
	213,0	25,68	12,36	210,0	25,80	12,26	213,9	25,59	12,39
G4	218,9	25,43	12,56	218,1	25,62	12,61	217,2	25,43	12,60
	216,3	25,56	12,51	210,5	25,68	12,24	216,5	25,56	12,50
	215,1	25,65	12,48	211,1	25,85	12,35	215,9	25,63	12,52
G5	215,3	25,45	12,38	214,8	25,65	12,45	218,9	25,45	12,57
	214,6	25,59	12,42	211,3	25,63	12,22	218,9	25,45	12,57
	215,0	25,61	12,48	210,8	25,82	12,33	210,7	25,52	12,16
G6	221,2	25,60	12,81	215,7	25,64	12,49	218,7	25,45	12,56
	220,0	25,44	12,75	213,9	25,79	12,49	215,4	25,57	12,46
	217,5	25,67	12,64	209,7	25,82	12,25	216,0	25,65	12,53

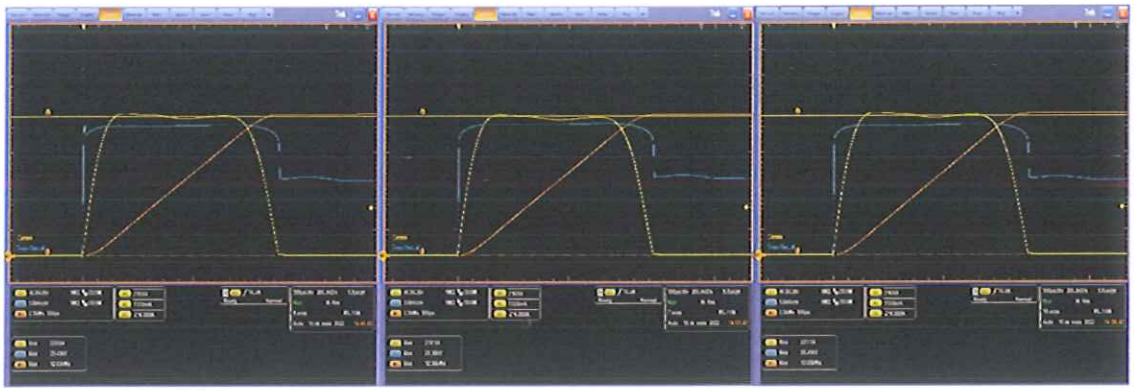
	Série extra para validação								
	Amostra		8	Amostra		10	Amostra		12
19°	I (A)	Ures. OR (kV)	Energia (kJ)	I (A)	Ures. OR (kV)	Energia (kJ)	I (A)	Ures. OR (kV)	Energia (kJ)
	215,30	25,63	12,49	209,10	25,80	12,19	212,30	25,70	12,34

Oscilogramas do primeiro impulso da primeira série



Amostra 08 Amostra 10 Amostra 12

Oscilogramas da série extra para validação

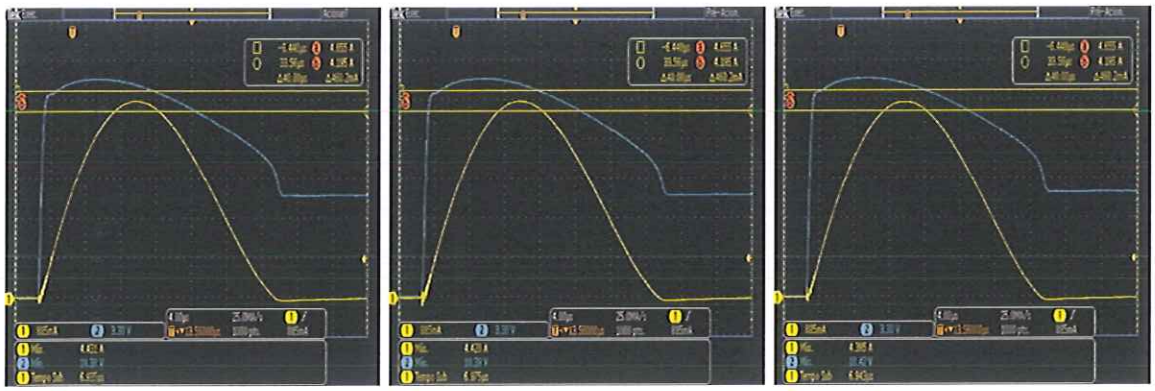


Amostra 08 Amostra 10 Amostra 12

5.2 Avaliação final

Amostra	Medições iniciais Tensão residual à In		Medições finais Tensão residual à In		Variação percentual da Tensão Residual %
	[kV]	[kA]	[kV]	[kA]	
8	34,91	10,14	34,93	10,01	-0,06%
10	35,00	9,91	35,14	10,05	-0,40%
12	34,84	10,04	35,00	10,24	-0,46%

Oscilogramas do impulso avaliação final



Amostra 05 Amostra 06 Amostra 10

A variação dos valores da tensão residual, medidos antes e após o ensaio, não foi superior a 5%. Os componentes dos corpos de prova, em uma inspeção visual, não apresentaram indícios de descarga disruptiva externa, trincas ou perfurações.

6.0 Tensão residual a impulso de corrente de manobra

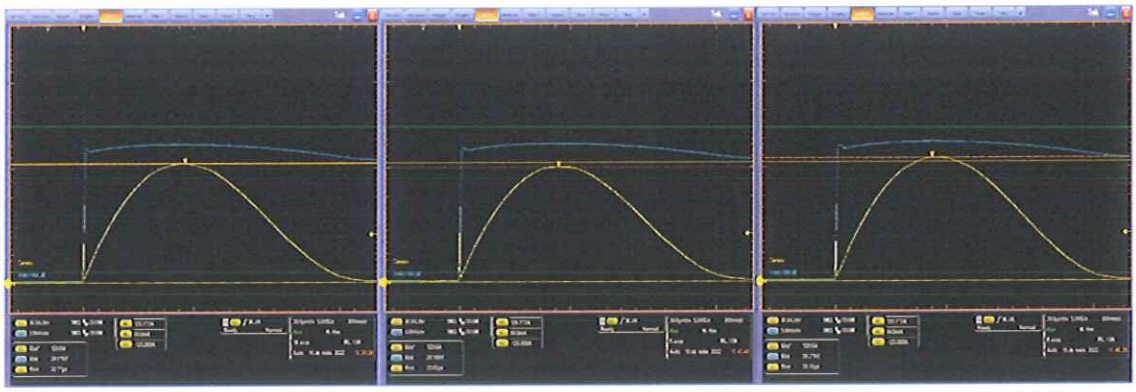
Um impulso de corrente de manobra foi aplicado a cada uma das três amostras para cada um dos seguintes valores de crista de corrente 125 A, 250 A e 500 A. O valor de crista da corrente teve uma duração virtual de frente entre 30μs a 100μs e o tempo de cauda foi de aproximadamente duas vezes o tempo virtual de frente.

As tensões residuais foram determinadas de acordo com a seção 7.3.4.3 da NBR 16050 e os valores máximos das tensões medidas foram plotadas no gráfico conforme mostrado abaixo.

Além disso, o menor valor de tensão residual para 125 foi utilizado no cálculo da energia que deverá ser aplicada no ensaio de descargas de linhas de transmissão.

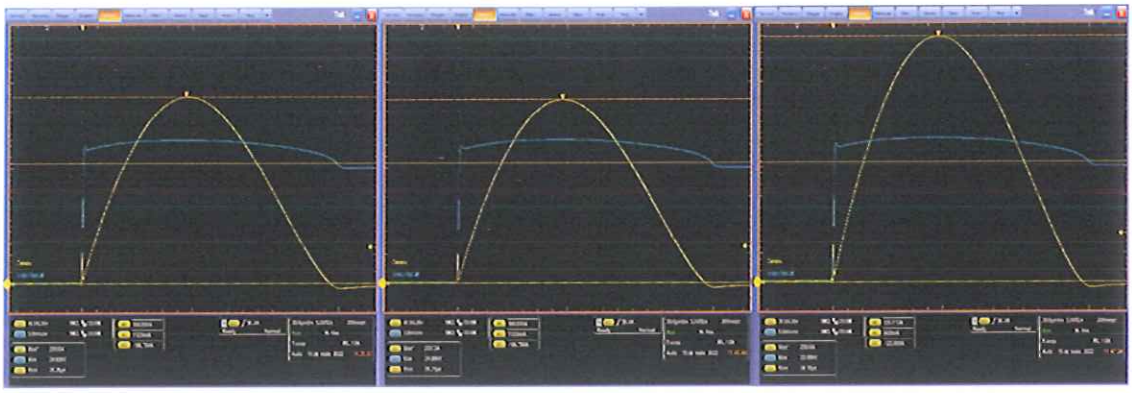
Amostra	Tensão (kV)	Corrente (kA)	Forma de Onda (us) x (us)
3	124,8	24,17	32,77us x 102,01us
	259,8	24,92	36,28us x 100,01us
	502,9	25,77	37,84us x 99,98us
6	120,6	24,16	33,02us x 101,11us
	255,3	24,89	36,21us x 105,02us
	506,6	25,72	37,70us x 107,12us
13	129,6	24,37	33,15us x 109,01us
	256,6	25,08	36,18us x 101,01us
	496,3	25,87	37,80us x 101,02us

Oscilogramas tensão residual a impulso de corrente de manobra 125 A



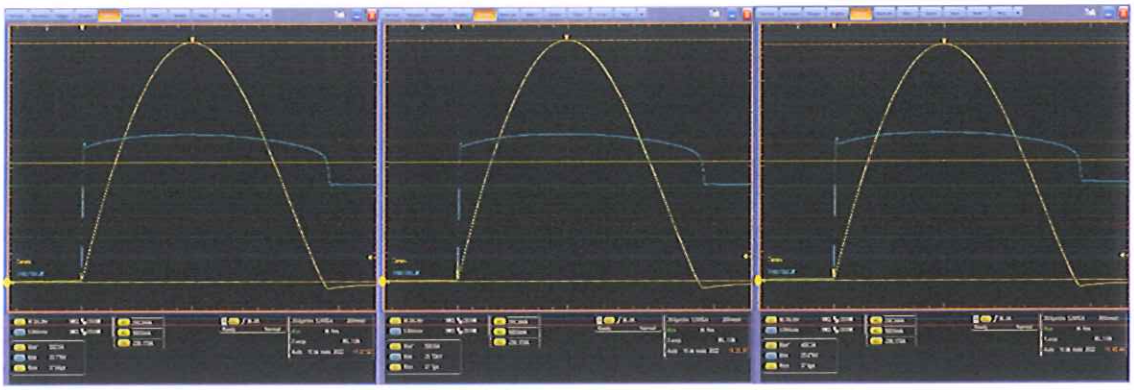
Amostra 03 Amostra 06 Amostra 13

Oscilogramas tensão residual a impulso de corrente de manobra 250 A

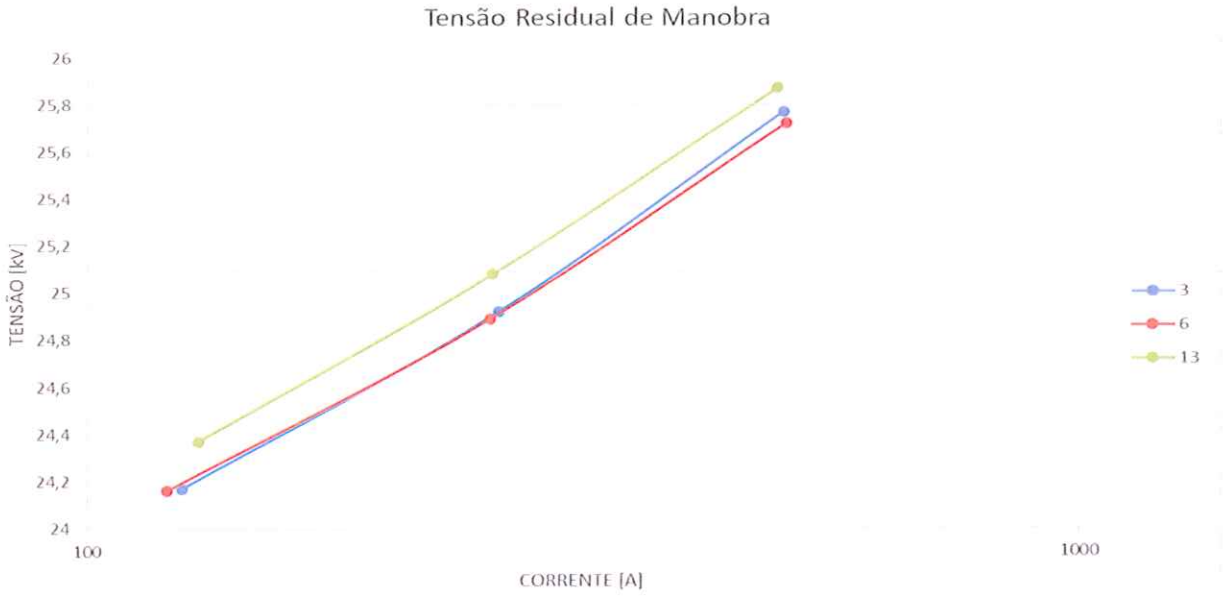


Amostra 03 Amostra 06 Amostra 13

Oscilogramas tensão residual a impulso de corrente de manobra 500



Amostra 03 Amostra 06 Amostra 13



7.0 Conclusão

O para-raios modelo protege + classe distribuição DH (classe 1), fabricados pela Indústria Eletromecânica Balestro, foram submetidos ao ensaio de tipo, rotina e recebimento conforme descrito na especificação técnica CEMIG 02.111-DT/ED-420h em conformidade com as normas ABNT. Os resultados dos ensaios foram satisfatórios, atendendo todos critérios estabelecidos.

NOTA: Todos ensaios foram realizados com os desligadores automáticos.

8.0 Certificados de equipamentos utilizados:

Lat-012 – N0311-22
Lat-013 – N2899/2021
Lat-060 – 450/582
Lat-068 – IEE/USP – 86047
Lat-106 - 2362/1171
Lat-063 – 2022-100037
Lat-139 – 100321
Lat-140 - 100323

9.0 Referências

CEMIG 02.118-DT/ED-420h – Para-raios com resistor não linear de óxido metálico para sistema de distribuição – Especificação Técnica
ABNT/NBR 16050:2012 – Para-raios de resistor não linear de óxido metálico sem centelhadores, para circuitos de potência de corrente alternada
ABNT/NBR 6937 - Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão – Dispositivos de medição – Procedimento
ABNT/NBR 6938 - Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão – Guias de aplicação para dispositivos de medição-Procedimento

TÍTULO: **ENSAIOS DE TIPO EM PARA RAIOS DE DISTRIBUIÇÃO**

OBJETO SOB ENSAIO:

- Para-raios classe de distribuição, tensão nominal (Ur) 12 kV, MCOV (Uc) 10,2 kV, 10 kA, 60Hz e (Ur) 21 kV, MCOV (Uc) 17 kV, 10 kA, 60Hz, corpo polimérico, resistores não lineares de óxido metálico (ZnO) fabricados pela Balestro, sem centelhador, para uso externo, modelo Para-Raios Polimérico P+ 12 kV 10 kA, desenho 5K506470/4 Ed. 01 e P+ 21 kV 10 kA, desenho 5K506468/4 Ed. 01.

CLIENTE: CPFL Energia

CONTATO: Heder Renan Martins

OBSERVAÇÕES: Ensaios foram realizados conforme as especificações técnicas GED-32.24 e GED-32.25 Normas ABNT NBR 16050.

Participantes:

André Rodrigo Cardoso – **Balestro**
Heder Renan Martins – **Balestro**
Luis Henrique Gomes – **Balestro**
Anderson Luis de Oliveira - **CPFL**

Relatório Elaborado:	**Inspetor:**
Heder Renan Martins - BALESTRO	Anderson Luis de Oliveira - CPFL

Índice:

1. Introdução .....
2. Objetivo .....
3. Ensaios .....
4. Ensaio de tensão suportável dos invólucros sob impulso atmosférico.....
5. Ensaio de tensão suportável em frequência industrial dos invólucros e suporte sob chuva.
6.0 Tensão residual a impulso de corrente íngreme.....
7. Ensaio de trilhamento elétrico de curto prazo no composto de silicone.....
8. Ensaio de verificação de estanqueidade.....
9. Ensaio de contaminação.....
10. Conclusão.....
11. Certificados de equipamentos utilizados.....
12. Referências.....

1.0 – Introdução

Os ensaios foram realizados para avaliação do para-raios protege + classe distribuição DH (classe 1), até a tensão nominal de até 30 kV fabricados pela Balestro, aplicável a sistemas de classe de tensão até 36,2 kV, bem como dos blocos resistores utilizados nos mesmos, também fabricados pela Balestro. Os ensaios realizados foram executados no laboratório da Balestro (Laboratório Engº Gino Balestro).

2.0 – Objetivo

Verificar se os para-raios atendem as exigências técnicas mínimas de projeto nos ensaios aos quais foram submetidas, em conformidade com as normas técnicas e características garantidas citadas. Neste trabalho se adequaram aos ensaios considerados de tipo de acordo com a especificações técnicas da GED-3225.

3.0 – Ensaios

Os ensaios foram realizados no período de 17/04/2023 a 28/04/2023
Fabricação: 04/2023

Foram selecionadas e apresentada 12 amostras do final de sua linha de produção do P+ 12kV 10kA para a realização dos ensaios de tensão residual de frente íngreme, ensaio de estanqueidade conforme NBR 16050 e ensaio de contaminação ensaios considerados de tipo.



Foto 01 – Amostras P+ 12kV 10kA

4.0 Ensaio de tensão suportável dos invólucros sob impulso atmosférico

O ensaio foi realizado conforme procedimento descrito na NBR-6936 e IEC 60060-1, que consiste da aplicação de 15 impulsos de tensão para cada polaridade, positiva e negativa, com forma de onda normalizada 1,2µs x 50µs, observando-se os limites de tolerância estabelecidos nesta mesma norma para esta forma de onda.

O valor de crista da tensão de impulso foi registrado em cada uma das aplicações.

Utiliza-se para esta finalidade um gerador de impulsos de tensão atmosféricos com circuito de Marx, conforme as Normas de técnicas de Alta Tensão NBR 6936 e IEC 60060-1. As tensões de ensaio são medidas através de um divisor de tensão misto Haefely conectado ao terminal de alta tensão do objeto sob ensaio, acoplado a um sistema de medição composto por um osciloscópio digital Tektronix DPO 5034.

a) Invólucro do primeiro tamanho (para-raios P+ de Un = 12 kV)

Valores Garantidos	**Impulso Suportável**		95 kV
Material	**P+ 12 kV 10kA**		
Temperatura Ambiente	21,5 ºC	**Bulbo seco**	21,5 ºC
Pressão atmosférica	712 mm Hg	**Bulbo úmido**	18 ºC

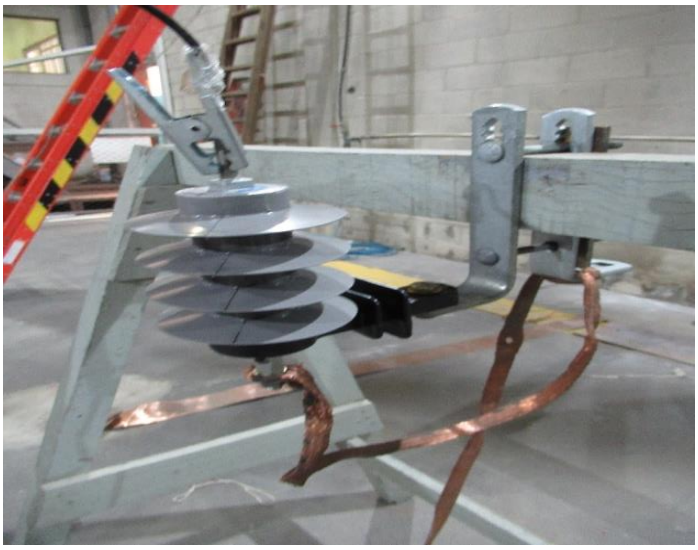
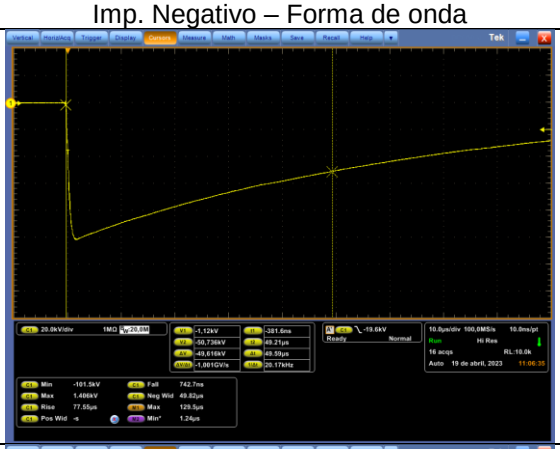
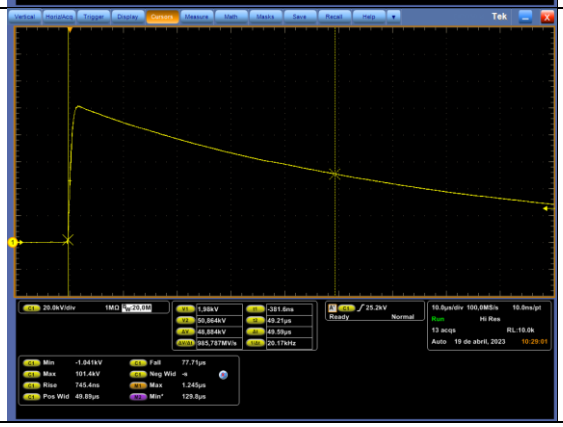
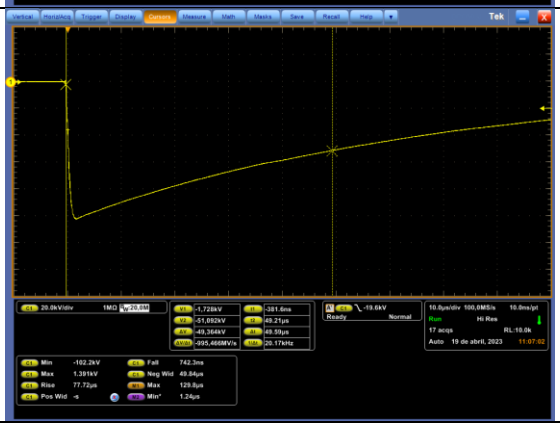
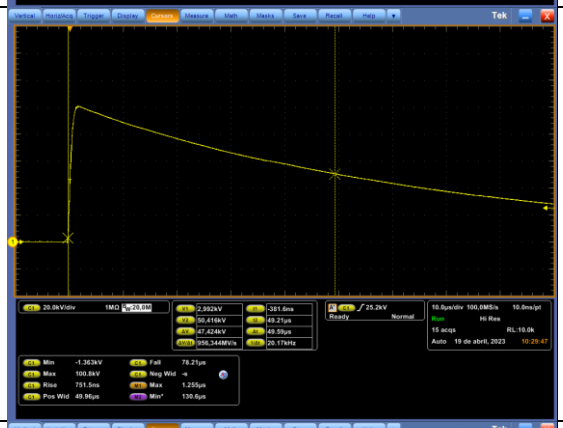
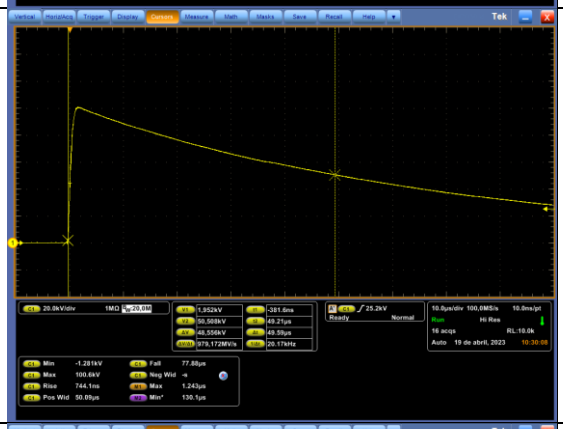
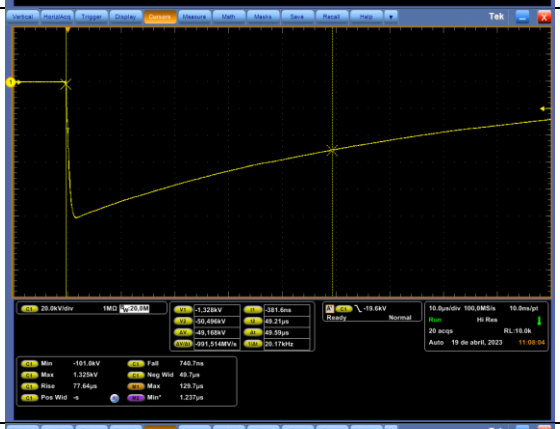
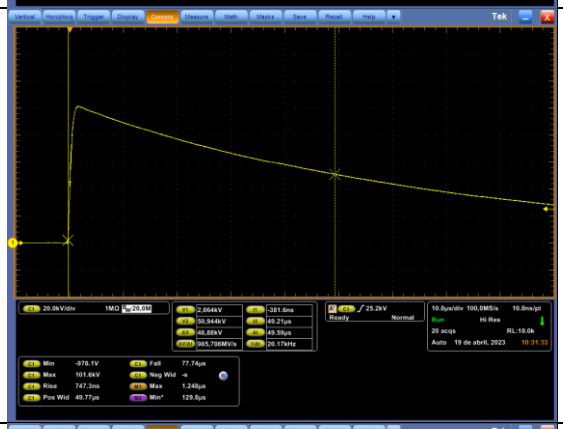
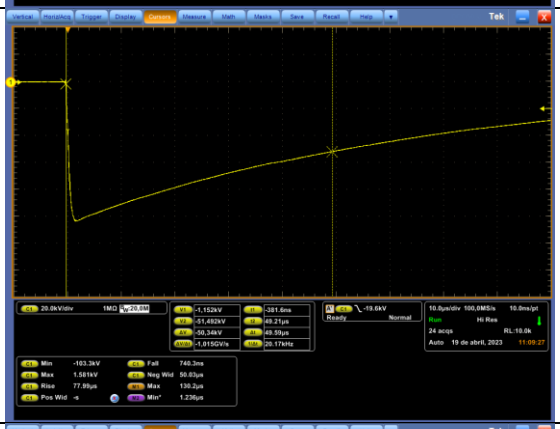


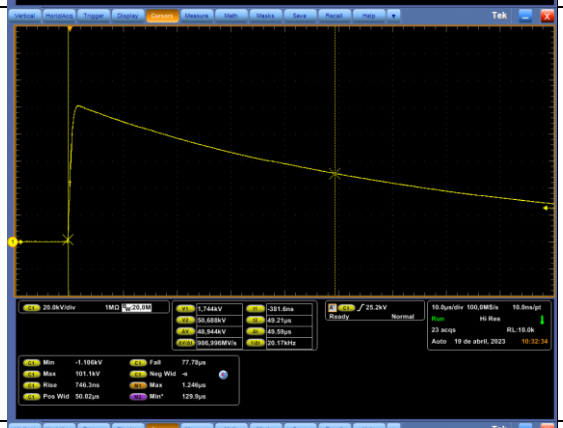
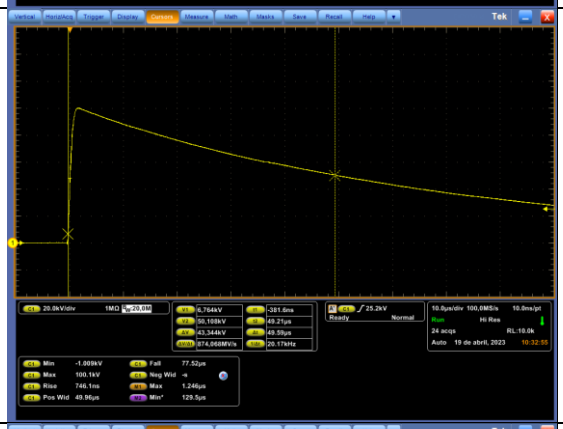
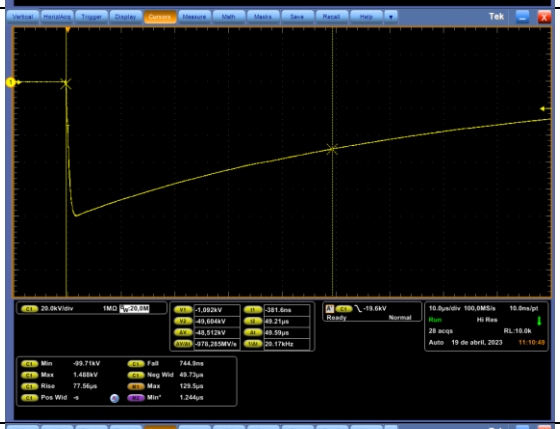
FOTO 02 - Amostra de ensaio

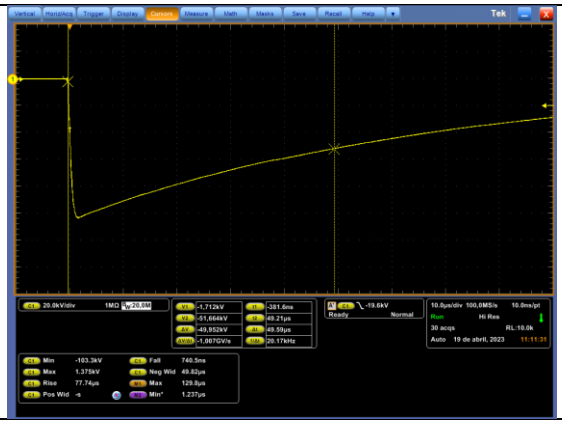
Aplicação	Impulso Atmosférico Normalizado - 1,2µs x 50µs			
	Impulso + Positiva [kV]	Disrupção	Impulso - Negativa [kV]	Disrupção
1	101,4	Não	-101,5	Não
2	101,0	Não	-102,2	Não
3	95,2	Não	-103,3	Não
4	100,8	Não	-104,1	Não
5	100,6	Não	-101,0	Não
6	101,7	Não	-102,8	Não
7	100,4	Não	102,5	Não
8	103,3	Não	-102,3	Não
9	101,6	Não	-103,3	Não
10	101,8	Não	-103,2	Não
11	102,2	Não	-103,4	Não
12	101,1	Não	-104,0	Não
13	100,1	Não	-99,71	Não
14	101,9	Não	-102,5	Não
15	101,5	Não	-103,3	Não

Aplicação	Imp. Positivo – Forma de onda	Imp. Negativo – Forma de onda
1		
2		

3		
4		
5		
6		

7		
8		
9		
10		

11		
12		
13		
14		

15	 

b) Invólucro do segundo tamanho (para-raios P+ de Un = 21 kV)

Valores Garantidos	Impulso Suportável		125 kV
Material	P+ 21 kV 10kA		
Temperatura Ambiente	21,5 ºC	Bulbo seco	21,5 ºC
Pressão atmosférica	712 mm Hg	Bulbo úmido	18 ºC

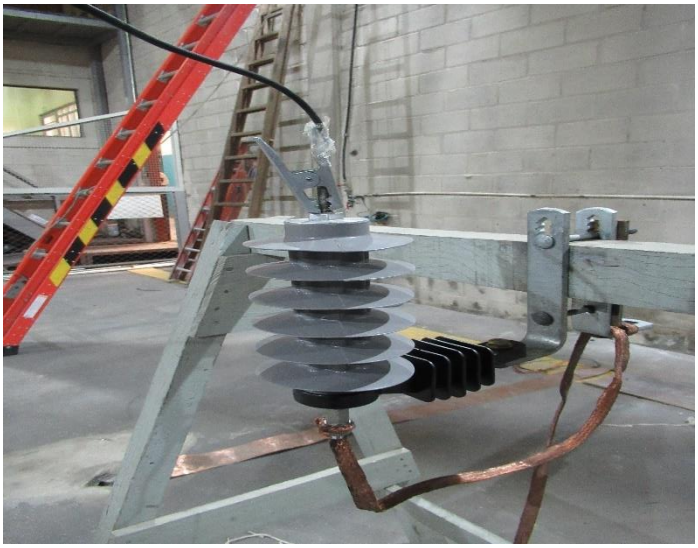
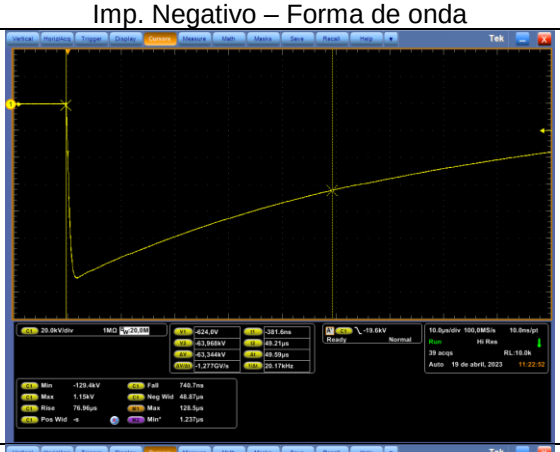
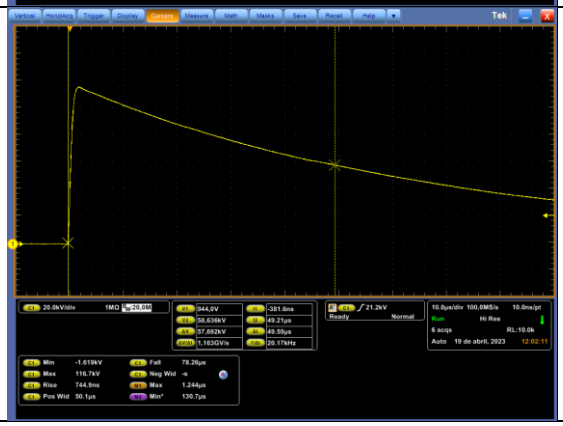
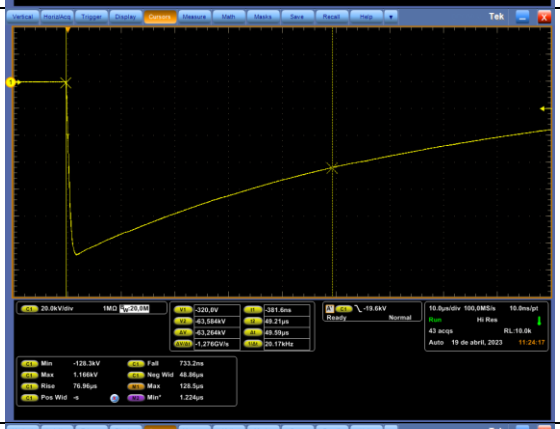
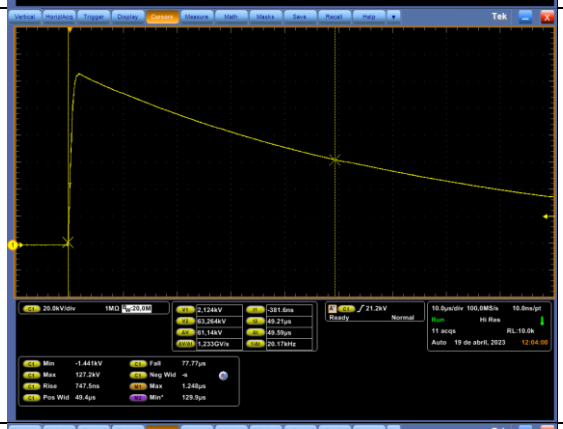
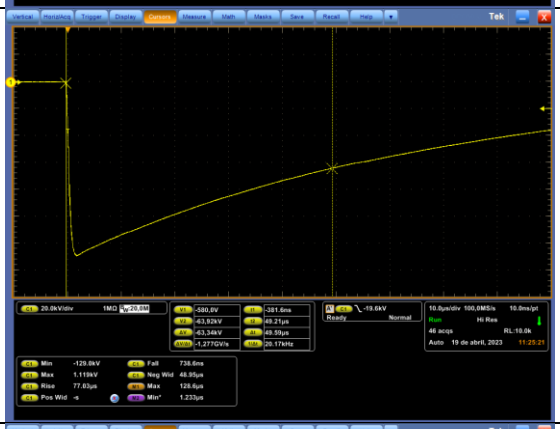


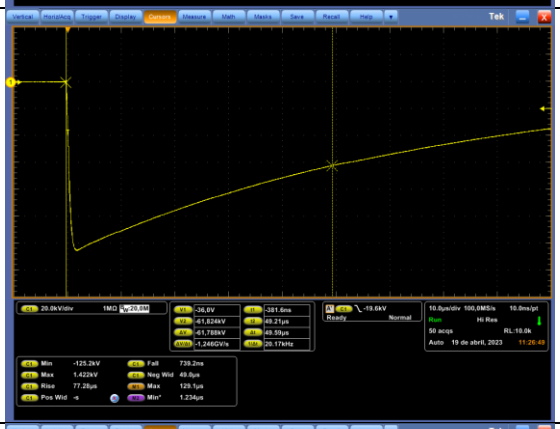
FOTO 03 - Amostra de ensaio

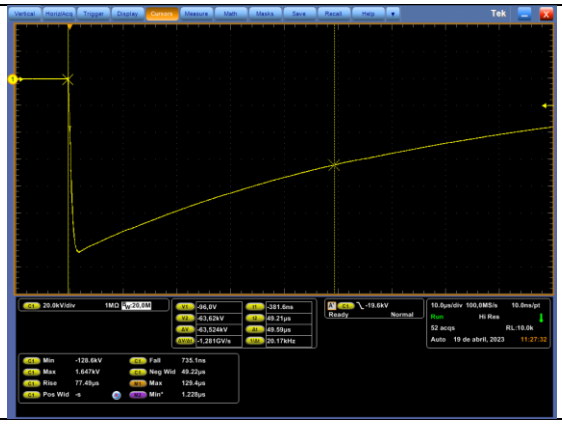
Aplicação	Impulso Atmosférico Normalizado - 1,2µs x 50µs			
	Impulso + Positiva [kV]	Disrupção	Impulso - Negativa [kV]	Disrupção
1	127,5	Não	-129	Não
2	116,7	Não	-128	Não
3	127,5	Não	-127	Não
4	127,3	Não	-128	Não
5	127,3	Não	-128	Não
6	125,9	Não	-129	Não
7	127,0	Não	-128	Não
8	127,0	Não	-129	Não
9	127,2	Não	-128	Não
10	127,2	Não	-129	Não
11	126,6	Não	-128	Não
12	126,6	Não	-125	Não
13	126,0	Não	-126	Não
14	127,8	Não	-129	Não
15	127,1	Não	-128	Não

Aplicação	Imp. Positivo – Forma de onda	Imp. Negativo – Forma de onda
1		
2		

3		
4		
5		
6		

7		
8		
9		
10		

11		
12		
13		
14		

15	 

Conclusão:

Como não houve nenhuma disrupção em nenhuma das aplicações sobre nenhum dos dois modelos de invólucros ensaiados, foi verificado com este ensaio que todos atendem aos valores garantidos, e foram, portanto, aprovados neste ensaio. Vale lembrar que neste procedimento de ensaio é aceitável até duas disrupções em cada grupo de 15 impulsos como critério de aprovação, segundo as Normas de referência.

A tensão de ensaio nominal não foi corrigida para as condições atmosféricas ambientes (em altitudes acima do nível do mar a aplicação de correções resulta sempre em redução da tensão de ensaio referida ao nível médio do mar, esta observação também se aplica ao próximo ensaio). O fabricante julga desnecessária a redução (correção) dos valores, em razão das dimensões avantajadas destes invólucros para cada nível de tensão correspondente.

5.0 - Ensaio de tensão suportável em frequência industrial dos invólucros e suporte sob chuva

O ensaio foi realizado conforme determinado nas normas IEC 60060-01 e NBR 6936 e as tensões aplicadas não foram corrigidas em função das condições atmosféricas, como já explicado no item anterior.

Os valores garantidos de tensão suportável de frequência industrial sob chuva estão apresentados na tabela de cada registro do ensaio, foram aplicados a cada um dos dois corpos de prova segundo o procedimento de ensaio das Normas de técnicas de alta tensão, resumidamente a tensão é inicialmente substancialmente baixa, e é elevada continuamente até a tensão de ensaio, e então mantida por 60s, sendo posteriormente reduzida até próximo a zero. Durante este procedimento não deve ocorrer a disrupção do dielétrico externo do invólucro para a aprovação no ensaio.

Utiliza-se neste ensaio uma fonte de alta tensão em CA, composta basicamente por um variador de tensão de BT, um transformador elevador e um divisor de tensão capacitivo acoplado a um osciloscópio Tektronix DPO 5034 para a medição da alta tensão aplicada

ao objeto sob ensaio. Adicionalmente um sistema de bomba e aspersores padronizados para a produção de chuva artificial normalizada.

Para os ensaios sob chuva, observou-se as seguintes Notas a todos os invólucros:

A) A amostra foi submetida ao intervalo de aspersão prévia de 15 minutos antes da aplicação da tensão, conforme requerido pelas Normas de referência.
B) A precipitação é medida durante 60s em suas duas componentes (horizontal/vertical) utilizando-se um pluviômetro de dupla abertura, conforme as Normas de referência deste procedimento.
C) A condutividade da água utilizada na precipitação foi ajustada e verificada antes do início do ensaio, tendo-se obtido uma condutividade de 105,6 µS/cm, em conformidade com as Normas de referência para o ensaio (valor requerido = 100 ±15 µS/cm).



Foto 04 – Registro da medição de condutividade da água da chuva artificial

a) Invólucro e suporte do primeiro tamanho (para-raios P+ de Un = 12 kV)

Ensaio de tensão suportável em frequência industrial – **Sob Chuva**					
Pressão atmosférica	712	mmHg	Precipitação		
Temperatura bulbo seco	21,5	°C	Horizontal	1,75	mm/min
Temperatura bulbo umido	18	°C			
Aplicação	Tensão [kV] – Inicial	Tensão [kV] - Final	Vertical	1,4	mm/min
1 - Invólucro	34,0	34,0			
1 – Suporte Isolante	18,0	18,0			

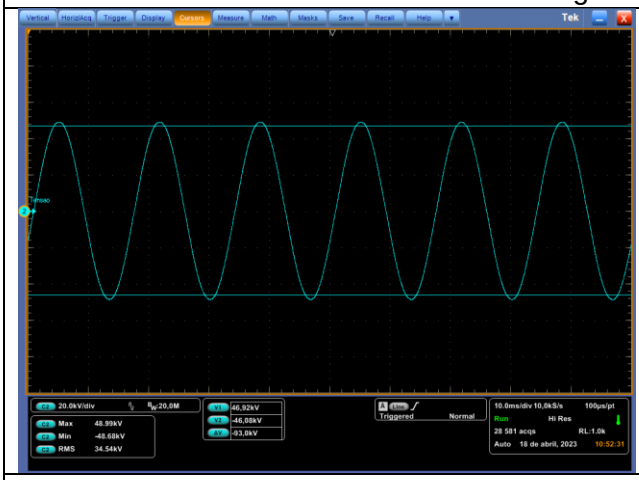
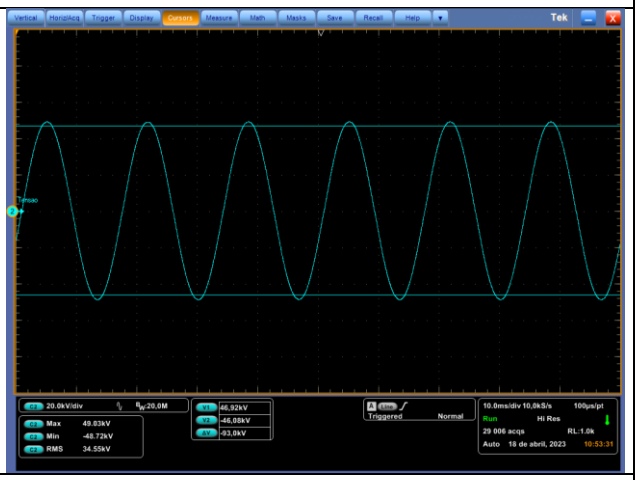
	Tensão 60Hz - Sob chuva						
Amostra	RMS (kV)	+ (kVp)	- (kVp)	Pk/√2	**Inicio**	**Fim**	**Disrupção?**
Invólucro	34,54	48,99	48,68	34,53	10:52:00	10:53:00	não
Suporte isolante	19,97	28,36	27,98	19,91	11:22:00	11:23:00	não

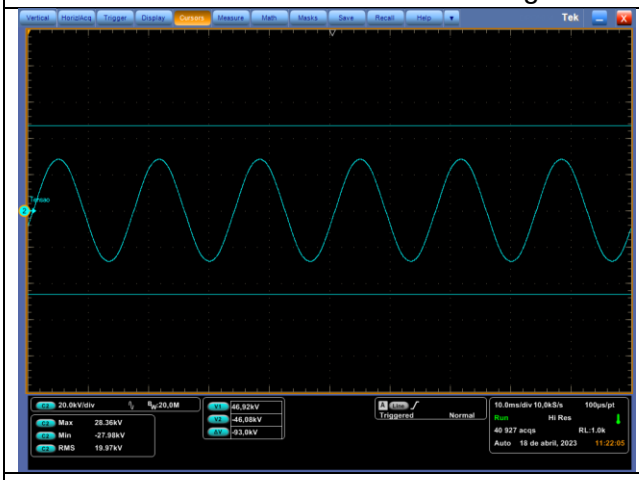
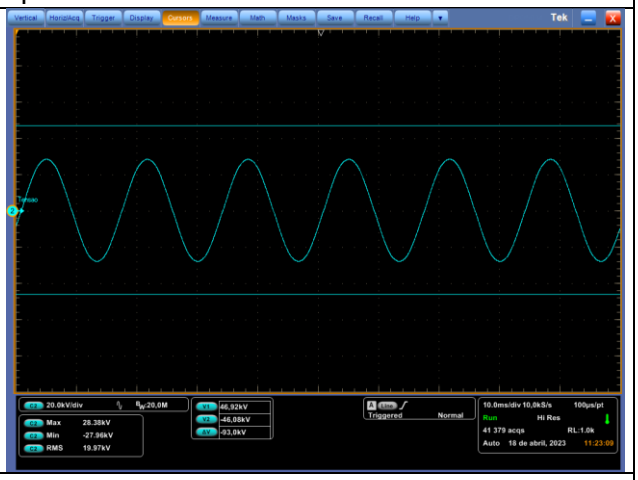


FOTO 05 – Tensão aplicada no Invólucro



FOTO 06 – Tensão aplicada no suporte isolante

Oscilograma - Invólucro	
	
Tensão Aplicada Sob Chuva – Inicial	Tensão Aplicada Sob Chuva – Final

Oscilograma – Suporte isolante	
	
Tensão Aplicada Sob Chuva – Inicial	Tensão Aplicada Sob Chuva – Final

b) Invólucro e suporte do segundo tamanho (para-raios P+ de Un = 21 kV)

Ensaio de tensão suportável em frequência industrial – **Sob Chuva**					
Pressão atmosférica	712	mmHg	Precipitação		
Temperatura bulbo seco	21,5	°C	Horizontal	1,75	mm/min
Temperatura bulbo umido	18	°C			
Aplicação	Tensão [kV] – Inicial	Tensão [kV] - Final	Vertical	1,4	mm/min
1 - Invólucro	50,0	50,0			
1 – Suporte Isolante	31,5	31,5			

	Tensão 60Hz - Sob chuva						
Amostra	RMS (kV)	+ (kVp)	- (kVp)	Pk/√2	**Inicio**	**Fim**	**Disrupção?**
Invólucro	51,7	73,36	72,98	51,73	11:39:00	11:40:00	não
Suporte isolante	32,58	46,32	45,86	32,41	12:02:00	12:03:00	não

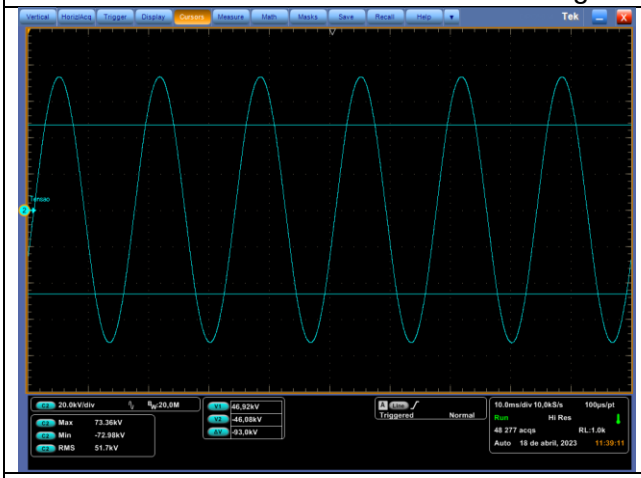


FOTO 07 – Tensão aplicada no Invólucro

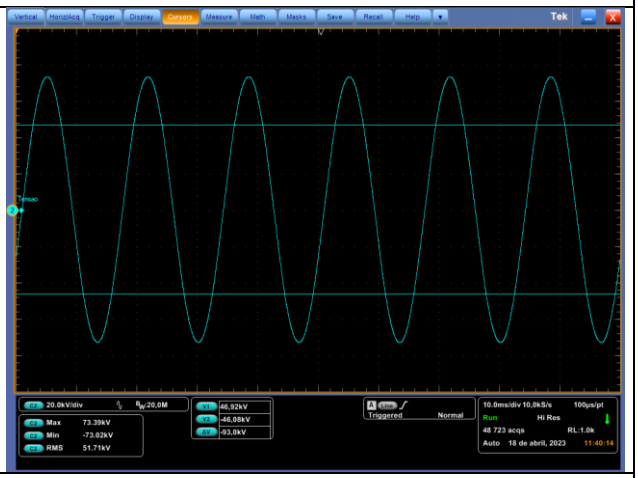


FOTO 08 – Tensão aplicada no suporte isolante

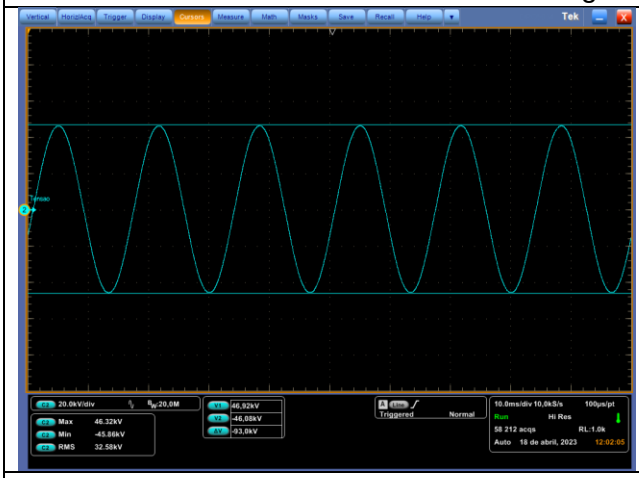
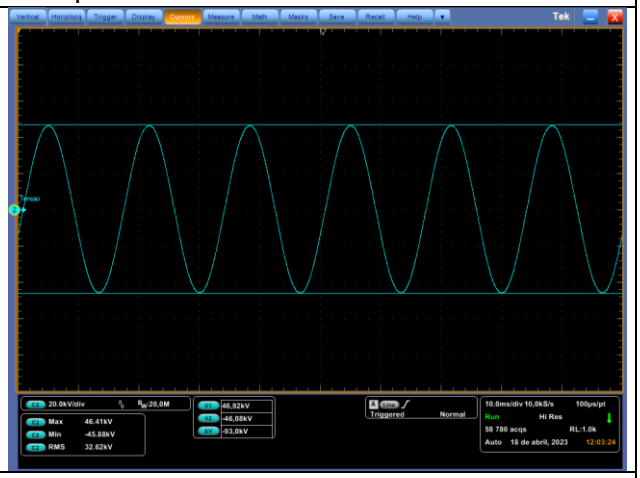
Oscilograma - Invólucro



Tensão Aplicada Sob Chuva – Inicial



Tensão Aplicada Sob Chuva – Final

Oscilograma - Suporte	
	
Tensão Aplicada Sob Chuva – Inicial	Tensão Aplicada Sob Chuva – Final

6.0 Tensão residual a impulso de corrente íngreme

Um impulso de corrente íngreme com um valor de crista igual a corrente nominal de descarga do para-raios (10 kA ± 5%) foi aplicado em cada uma das três amostras.

A geração do impulso de corrente com tempo de frente de 1 us requer cuidados adicionais. Além dos problemas de indução no sistema de medição, a contribuição indutiva da amostra deve também ser considerada neste ensaio.

A seção 8.3.2 da Norma IEC 60099-4 e seção 7.3.4 da Norma ABNT NBR 16050 estabelece uma metodologia para avaliação da qualidade do circuito de ensaio e destas contribuições. Um bloco de metal não ferroso (utilizamos aqui alumínio) de mesmas dimensões da coluna de resistores não lineares utilizada nas amostras em teste é colocada em série com o para-raios, aplica-se um impulso medindo a tensão residual sobre a amostra em teste, depois gira-se a amostra e repete-se a aplicação, desta vez com o divisor de tensão medindo a queda de tensão e a forma dessa onda de tensão sobre o bloco de metal.

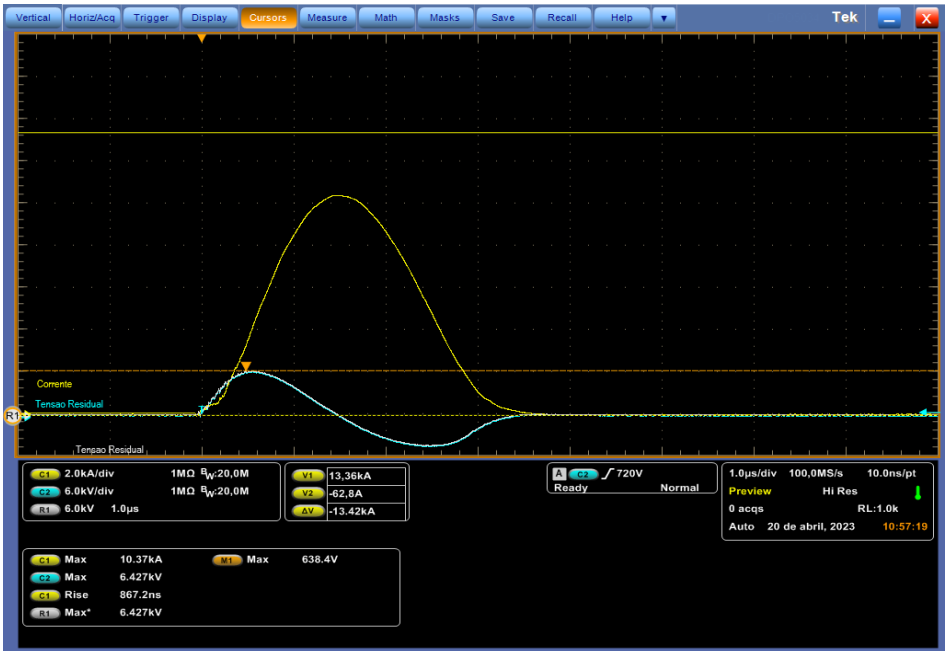
É exigido que a contribuição de tensão residual medida sobre o bloco esteja entre 2% e 20% da tensão residual total, atendida esta exigência, se faz a subtração da forma de onda desta tensão em relação à forma de onda da tensão sobre as amostras, de modo análogo.

Importante observar que a subtração é entre as formas de onda, e não apenas seus valores de pico, já que os valores de crista variam no tempo pela diferente natureza dos elementos conectados (resistores não lineares em série com bloco metálico) e suas respectivas respostas em frequência para os surtos, assim observe que as formas de onda possuem andamento distinto.

A tensão residual desenvolvida sobre o bloco metálico no circuito de ensaio do laboratório da Balestro atingiu 6,42 kV pico, sua forma de onda foi registrada na ref1 da memória interna do osciloscópio e o canal matemático do osciloscópio utilizado para as medições da

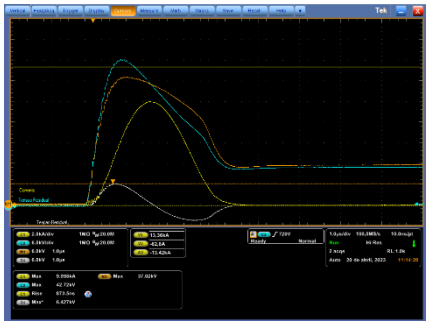
tensão residual a impulso de corrente íngreme de cada amostra, realizando a operação Math = (C2-Ref1).

O valor de crista da tensão de impulso e a forma de onda da corrente foram registrados em cada uma das aplicações. A percentagem subtraída em cada amostra se manteve abaixo dos 20%, como determina a Norma IEC 60099-4.

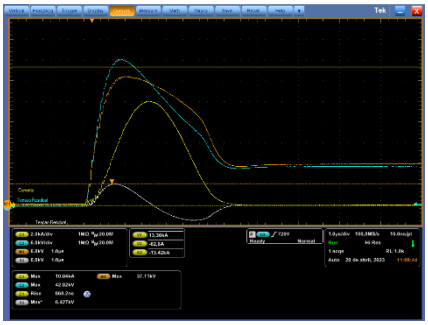


Oscilograma da medição da tensão residual e registro da forma de onda sobre o bloco de metal – Forma de onda armazenada na referência 1 interna do osciloscópio para efetuar posteriormente a subtração entre as forma de onda.

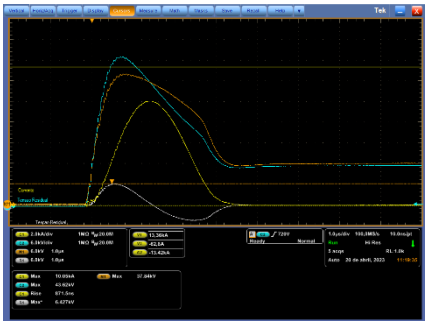
Tensão Residual a Impulso de Corrente Íngreme						
Amostra	**Tempo de frente de Onda [µs]**	**Corrente [kA]**	**Tensão Residual [kV]**	**Tensão Residual do Circuito [kV]**	**Residual da amostra [kV]**	**%**
9	1,09	9,99	42,72	6,42	37,02	-15,02
12	1,07	10,04	42,82		37,11	-14,99
19	1,08	10,05	43,62		37,84	-14,71



Impulso Íngreme – Am09



Impulso Íngreme – Am12



Impulso Íngreme – Am19



FOTO 09 - Circuito de ensaio de tensão residual íngreme e detalhe da amostra

7.0 Ensaio de trilhamento elétrico de curto prazo no composto de silicone

Este ensaio foi realizado com acompanhamento da Balestro no laboratório de nosso fornecedor de composto de silicone CBPol, em Mogi Mirim.

Foi utilizado o mesmo composto utilizado na fabricação dos para-raios da Balestro fornecido por esse fornecedor.



FOTO 10 – Etiqueta do lote que foi tirado o silicone para a confecção das amostras.

O composto é conformado em placas de dimensões padronizadas de acordo com a figura A.7 da Norma NBR 10296, de expessura 6mm. São ensaiadas simultaneamente 5 placas, utilizando o método 2-A – trilhamento em degraus desta Norma.

Para o ensaio de trilhamento, as amostras passam por um procedimento de lixagem e secagem prévias, como definido na Norma NBR 10296.

O equipamento de ensaio de trilhamento elétrico é basicamente uma fonte de tensão alternada ajustável com resistores série e sensor de sobrecorrente acoplado as amostras, conforme indicado na figura A.1 da NBR 10296. O equipamento da CBPol incorpora estes elementos com temporizadores e um sistema de segurança para o operador, de modo que o ensaio pode ser visualizado com segurança e muito de perto por paredes de acrílico.



FOTO 11 - Equipamento de trilhamento elétrico da CBPol

As amostras devem ser posicionadas para o ensaio a uma inclinação de 45 graus, como indicado na figura A.4 da Norma, com os eletrodos posicionados em conformidade com as figura A.3 da Norma.



FOTO 12 - Amostras (4) em posição de teste

A suspensão contaminante é continuamente gotejada por uma bomba peristáltica na face sob teste das amostras, nas taxas de vazões definidas na tabela do item 4.1 da Norma, garantindo a presença constante de atividade elétrica (cintilamento), como estabelece a seção 7.3 da mesma.

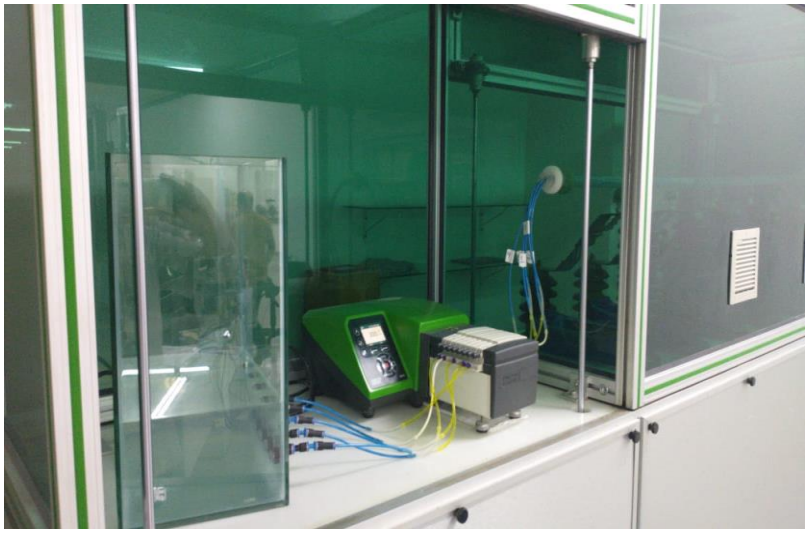


FOTO 13 - Solução contaminante e bomba peristáltica



FOTO 14 - Cintilamento contínuo

Deve-se iniciar o ensaio de trilhamento elétrico em um nível de tensão pelo menos dois degraus abaixo do valor de trilhamento elétrico objetivo. Para esse caso, a especificação CPFL determina uma resistência ao trilhamento elétrico mínima de 2,75 kV. Como os degraus de tensão são de 0,25 kV por hora, o ensaio foi iniciado com a tensão de 2,25 kV.

O relatório apresentado pela CBPol mostra que o material não teve erosão e também não houve o desligamento por sobrecorrente da fonte durante a aplicação da tensão de ensaio de 3,0 kV, portanto o material foi classificado como resistente a 2 A – 3 kV (ver seção 8.3.2 da Norma NBR 10296), atendendo aos critérios da CPFL 2,75 kV.

O relatório da CBPol é apresentado no anexo A e anexo B.

NOTA: O ensaio foi realizado em duas etapas pelo motivo que o equipamento estava com capacidade para realiazar o ensaio simultaneo em apenas 4 corpos de provas por vez.

8.0 Ensaio de verificação de estanqueidade

O ensaio de estanqueidade foi realizado conforme NBR 16050 – item 9.1 f), antes da realização do ensaio de estanqueidade, os para-raios foram submetidos a medição das descargas parciais não foram realizado o ensaio de torque por que o produto fornecido para o grupo CPFL o desligador é com cabo assim impossibilitando o ensaio de torque.

Os para-raios foram submetidos ao ensaio de choque térmico como descrito na sequência a baixo:

- aquecer os para-raios em estufa pelo período de 1 hora , a uma temperatura T1. O para-raios devem ser retirados da estufa e imediatamente, dentro de 20 s, mergulhados em água à temperatura ambiente T2, durante 1 hora. A combinação do aquecimento e da imersão em água constitui um ciclo, com duração total de 2 horas. A diferença entre T1 e T2, durante o ensaio, deverá ser de 55 a 65°C.

- este procedimento deverá ser repetido continuamente até quatro ciclos serem completados. Ao final do quarto ciclo, as amostras deverão ser mantidas imersas em água por um período mínimo de 12 horas, após o qual deverá ser reiniciado o ensaio por mais quatro ciclos.

- após serem completados os oito ciclos, os para–raios devem ser aquecidos durante uma hora á temperatura T1, e energizados à temperatura ambiente, com valor de tensão Uc durante 2 horas.

Ciclagem quente e frio do PROTEGE + 12kV 10kA:

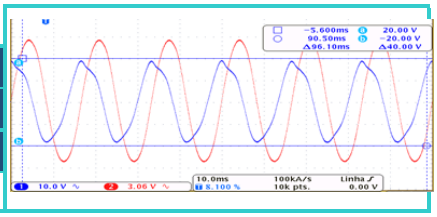
T1	24	**° C**	**Estufa**	Heater	ΔT	60	**° C**
T2	84	**° C**	**Água**	Water			
T amb	27	**° C**					

Ciclos Térmicos - Dia 1 Thermal Cycling - Day 1				
Ciclo	**Data**	**Hora** - Time		Temp.
		Inicio	Fim	
Cycle	Date	Start	End	Temp.
1	18/abr	08:00	09:00	T1
		09:00	10:00	T2
2	18/abr	10:00	11:00	T1
		11:00	12:00	T2
3	18/abr	12:00	13:00	T1
		13:00	14:00	T2
4	18/abr	14:00	15:00	T1
		15:00	06:00	T2

Ciclos Térmicos - Dia 2 Thermal Cycles - Day 2				
Ciclo	**Data**	**Hora** - Time		Temp.
		Inicio	Fim	
Cycle	Date	Start	End	Temp.
1	20/abr	06:00	07:00	T1
		07:00	08:00	T2
2	20/abr	08:00	09:00	T1
		09:00	10:00	T2
3	20/abr	10:00	11:00	T1
		11:00	12:00	T2
4	20/abr	12:00	13:00	T1
		13:00	14:00	T2
5	20/abr	14:00	15:00	T1

Tensão Aplicada	10,2	kV

Data	Hora
	Inicio
Date	Start
20/abr	12:10



Hora
Final
End
14:10

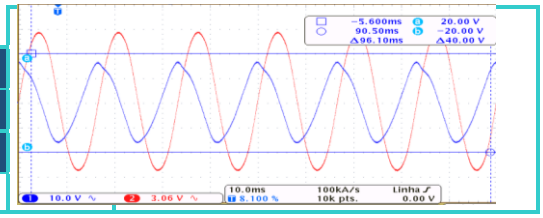




FOTO 15 - Amostras no quente



FOTO 16 - Amostras na água



FOTO 17 - Amostra no ensaio de DP

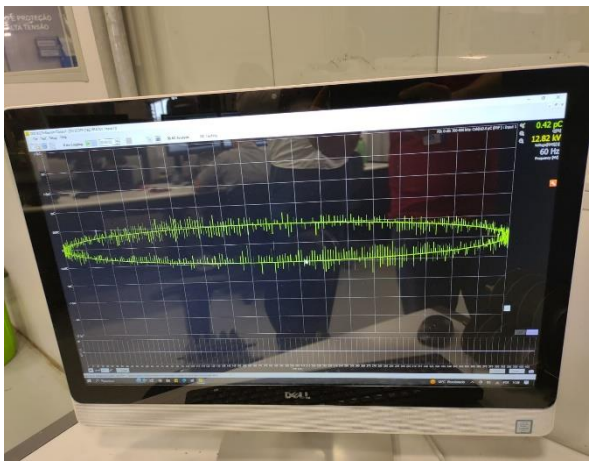


FOTO 18 - Tela de aquisição de dados do ensaio de DP



FOTO 19 - Fotos interna do desligador automático

RESULTADO: Os para-raios foram considerados **APROVADOS** nos ensaios pois o valor de descargas parciais medidos antes e depois do ensaio não variaram mais que 5pC e o valor final não excedeu 10 pC; não for verificada umidade interna nos para-raios e desligadores automáticos, após serem desmontados e examinados minuciosamente.

9.0 Ensaio de contaminação

O objetivo do teste de contaminação é demonstrar, por meio de análise da estabilidade térmica e resistência do isolamento, a capacidade do para-raios de suportar tensões elétricas no invólucro do para-raios causadas por contaminação.

O ensaio foi realizado no para-raios de maior seção elétrica considerado nesse realatório p modelo de 21kV 10kA com todos seus acessórios.

Preparo do contaminante :

O contaminante foi armazenado em um recipiente para que possa ser completamente agitado imediatamente antes da aplicação. O contaminante consiste dos seguintes ingredientes:

a) Água
b) Bentonita em concentração de 5 g/L de água
c) Um detergente não iônico não diluído consistindo de nonil-fenil-polietileno-glicol-éter ou outros ésteres não iônicos de cadeia longa comparáveis na concentração de 1 g/L de água
d) Cloreto de sódio

A resistividade volumétrica da solução deve variar entre 400 Ω·cm a 500 Ω·cm e pode ser ajustada pela adição de cloreto de sódio. A resistividade volumétrica deve ser medida a uma temperatura de 25 °C ± 5 °C com uma ponte de condutividade de baixa tensão.

Resumo da sequência de teste:

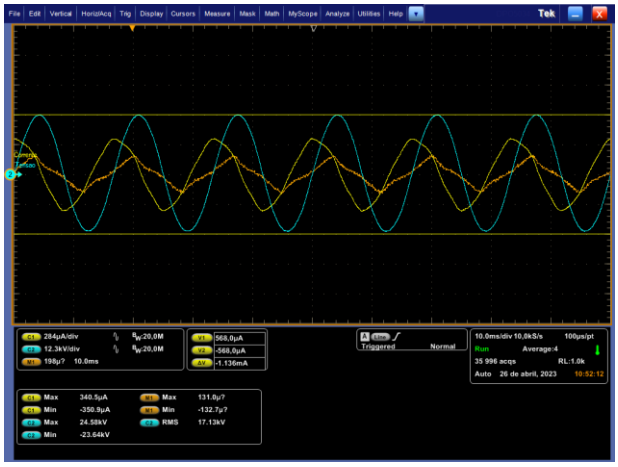
— Passo 1: Energize por 1 h em MCOV e medir a temperatura, ou corrente de fuga resistiva, ou perda de watts no final da hora.
—Etapa 2: Desenergizar por no máximo 13 minutos para aplicar a pasta.

— Passo 3: Energize por 15 min em MCOV e monitore a corrente de fuga resistiva, watts ou temperatura
— Etapa 4: Desenergize por no máximo 13 min para aplicar a pasta.
— Passo 5: Energize por 15 min em MCOV e monitore a corrente de fuga resistiva, watts ou temperatura. (se o monitor de temperatura exigir desenergização, será permitido um máximo de 3 min).
— Passo 6: Energize em MCOV por um período de 30 min. A estabilidade térmica deve ser demonstrada por uma diminuição nos valores monitorados em direção aos valores iniciais obtidos na Etapa 1.

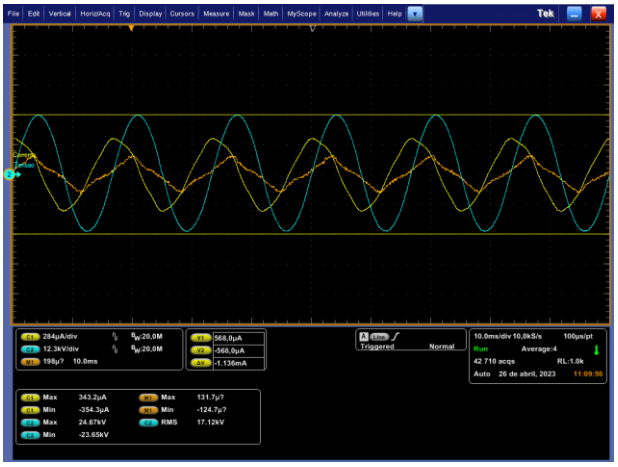
A tabela abaixo apresenta as diversas medições de corrente de fuga realizadas para cadaamostra, conforme determinam as normas de referência.

	Medição da componente resistiva da corrente de fuga a Uc = 17 kV (µA)			
Amostra	**Após 1 hora de energização**	**Após o 1º ciclo de energização 15'**	**Após o 2º ciclo de energização 15'**	**Após o 30' do término dos ciclos**
1	132	132	136	130
2	130	130	134	124
3	139	152	144	133

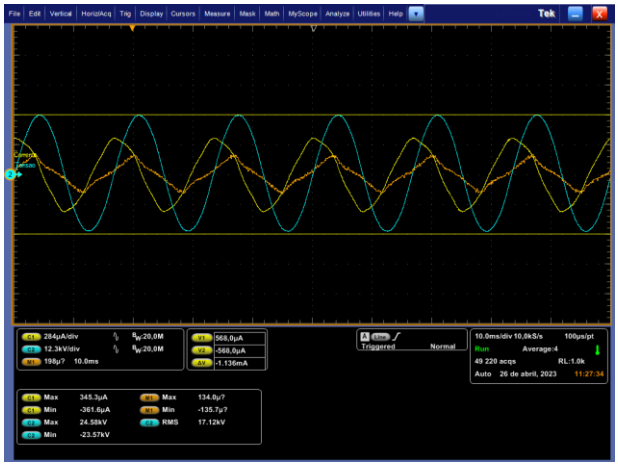
Oscilogramas – Am 01



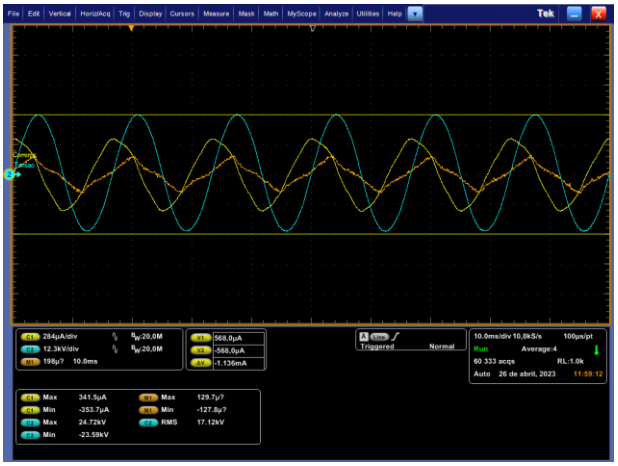
Após 1 hora de energização



Após o 1º ciclo de energização 15'

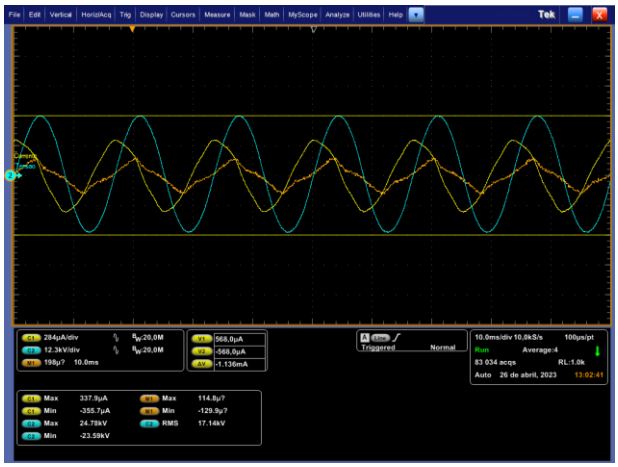


Após o 2º ciclo de energização 15'

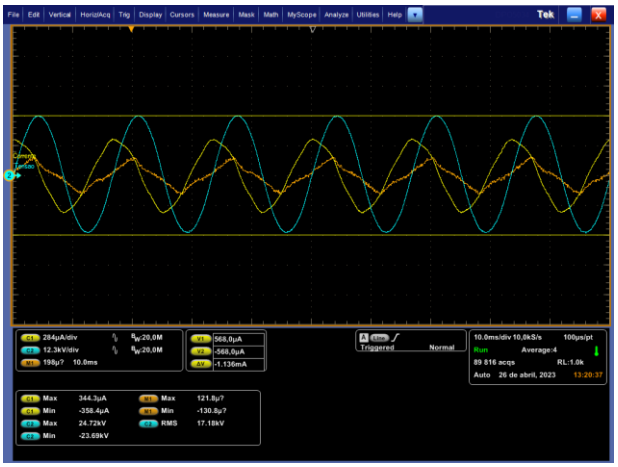


Após o 30' do término dos ciclos

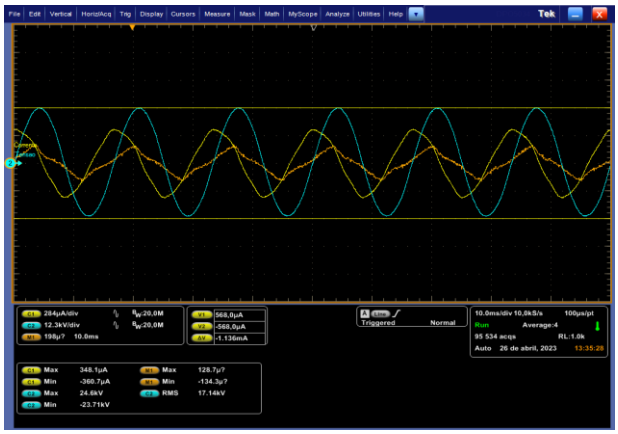
Oscilogramas – Am 02



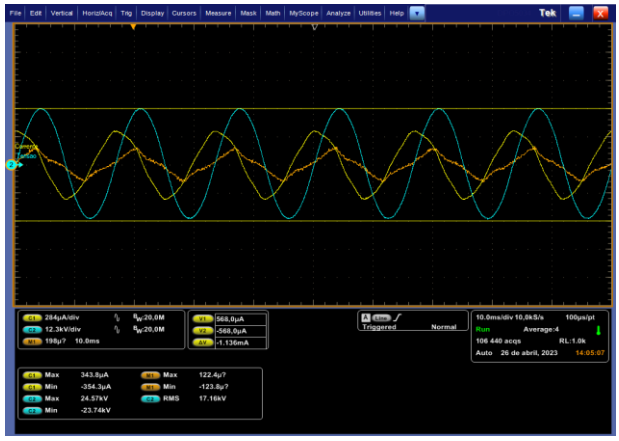
Após 1 hora de energização



Após o 1º ciclo de energização 15'

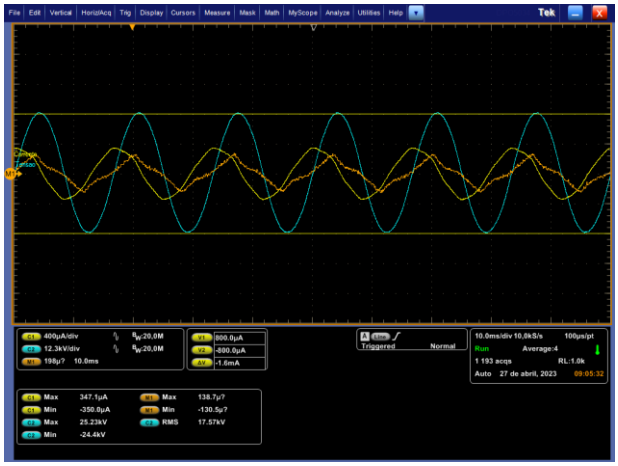


Após o 2º ciclo de energização 15'

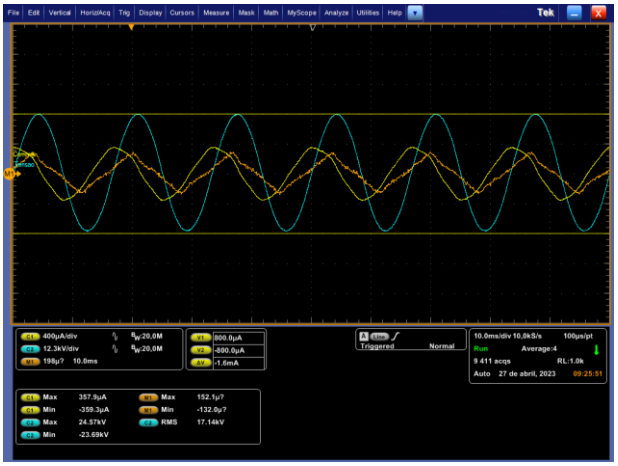


Após o 30' do término dos ciclos

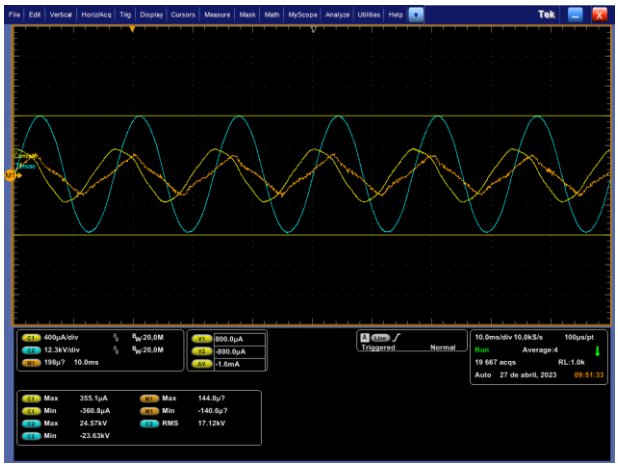
Oscilogramas – Am 03



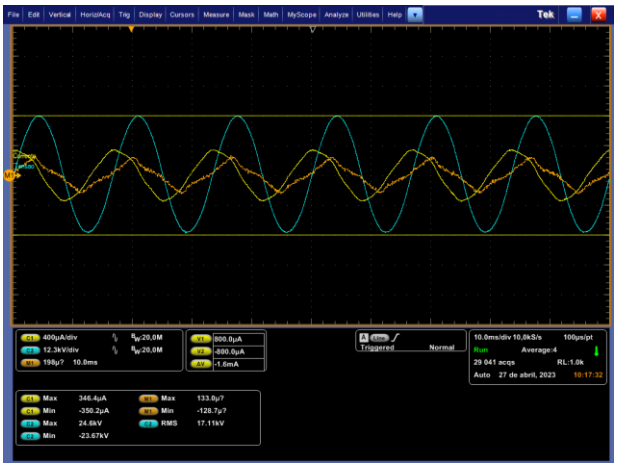
Após 1 hora de energização



Após o 1º ciclo de energização 15'



Após o 2º ciclo de energização 15'



Após o 30' do término dos ciclos



FOTO 20 - Circuito de ensaio



FOTO 21 - Solução sendo aplicada no para-raios



FOTO 22 - Condutividade á 23,6 °C = 2,4 mS => Resistividade obtida = 1/0,0024 = 416,6 Ω.Cm

RESULTADO: Os para-raios foram considerados **APROVADOS** nos ensaios pois o para-raios demonstra estabilidade térmica e nenhuma das amostras sofreu flashover.

10 Conclusão

O para-raios modelo protege + classe distribuição DH (classe 1), fabricados pela Indústria Eletromecânica Balestro, foram submetidos ao ensaio de tipo conforme descrito na especificação técnica GED-32.24 e GED-32.25 em conformidade com as normas ABNT. Os resultados dos ensaios foram satisfatórios, atendendo todos critérios estabelecidos.

NOTA: Todos ensaios foram realizados com os desligadores automáticos.

11 Certificados de equipamentos utilizados:

M4-040 – 00036201/22
M6-001 – 2362/1039
Ward-Rw3 – 146/2022
Lat-027 – 63622
Lat-068 – 86047
Lat-140 – RGD 2022-100323
Lat-012 – N0311-22
Lat-011 – N0314/2022
Lat-130 – 2362/1516

12 Referências

ABNT/NBR 16050:2012 – Para-raios de resistor não linear de óxido metálico sem centelhadores, para circuitos de potência de corrente alternada
ABNT/NBR 6937 - Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão – Dispositivos de medição – Procedimento
ABNT/NBR 6938 - Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão – Guias de aplicação para dispositivos de medição-Procedimento
COMPANHIA PAULISTA E FORÇA E LUZ. GED-3225: Pára-raios de Distribuição (Invólucro Polimérico) - Especificação. 2.2 ed. Campinas - Sp: Cpfl, 2017. 23 p.

ANEXO - A

Cia Brasileira de Polímeros

Fornecedor: CBPOL
Lote / Amostra: Amostra teste 1
Data: 24/04/2023
Material: BORRACHA DE SILICONE

Operador: Gabriela
Responsável: Gabriela

Ensaio de Trilhamento e Erosão Elétrica Acelerada de Materiais
Norma NBR 10296 - Método 2 (Plano Inclinado de 45º) Critério B.

Solução Contaminante NH_4Cl	Data Preparo	Condutividade mS/cm	Resistividade Ω.m	Responsável	Resultado da Solução Resistividade: 3,45 a 4,45 Ω.m
	24/04/2023	2,55	3,92	Gabriela	Aprovada

RESULTADO DO TRILHAMENTO	Classificação do Material	Aprovação
	kV	

Observações Gerais do Ensaio:

Início da Erosão					Não houve erosão Assinale com "x"
A1	3,00	kV			
A2	3,00	kV			
A3	3,00	kV			
A4	3,00	kV			
A5	3,00	kV			

Erosão na Meia Altura					Não atingiu meia altura Assinale com "x"
A1	X	kV			
A2	X	kV			
A3	X	kV			
A4	X	kV			
A5	X	kV			

O ensaio foi finalizado em 3,0 kV

Amostra	Massa Inicial (g)	Massa Final (g)	Massa Perdida (g)	Massa Perdida (%)
1	65,759	65,736	0,023	0,0
2	66,897	66,878	0,019	0,0
3	66,562	66,562	0,000	0,0
4	65,959	65,931	0,028	0,0
5	67,204	67,149	0,055	0,1

OBS:

Material com tensão determinada em 2,75 Kv. Aprovada sem atingir meia altura, pois terminou o ensaio em 3,0 Kv.

CORPO DE PROVA APÓS ENSAIO DE TRILHAMENTO ELÉTRICO



OBS:	Foto corpo de prova finalizado.

ANEXO – B

Cia Brasileira de Polímeros

Fornecedor: CBPOL
Lote / Amostra: Amostra teste 2
Data: 25/04/2023
Material: BORRACHA DE SILICONE

Operador: Gabriela
Responsável: Gabriela

Ensaio de Trilhamento e Erosão Elétrica Acelerada de Materiais
Norma NBR 10296 - Método 2 (Plano Inclinado de 45º) Critério B.

Solução Contaminante NH_4Cl	Data Preparo	Condutividade mS/cm	Resistividade Ω.m	Responsável	Resultado da Solução Resistividade: 3,45 a 4,45 Ω.m
	24/04/2023	2,81	3,56	Gabriela	Aprovada

RESULTADO DO TRILHAMENTO	Classificação do Material	Aprovação
	kV	

Observações Gerais do Ensaio:

Início da Erosão		Não houve erosão Assinale com "x"
A1	3,00	kV
A2	3,00	kV
A3	3,00	kV
A4	3,00	kV
A5	3,00	kV

Erosão na Meia Altura		Não atingiu meia altura Assinale com "x"
A1	x	kV
A2	x	kV
A3	x	kV
A4	x	kV
A5	x	kV

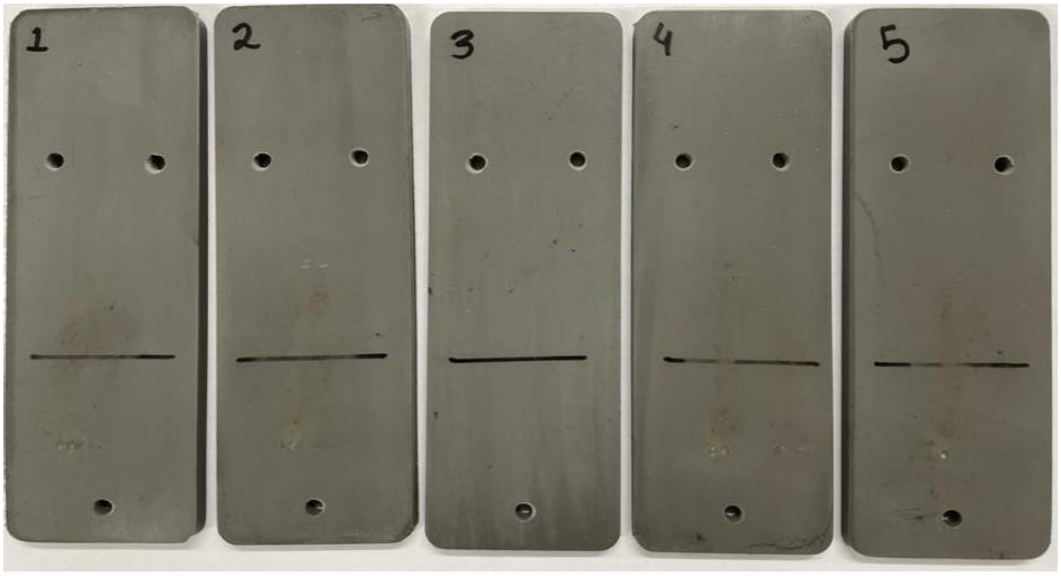
O ensaio foi finalizado em 3,0 kV

Amostra	Massa Inicial (g)	Massa Final (g)	Massa Perdida (g)	Massa Perdida (%)
1	65,707	65,677	0,030	0,0
2	66,392	66,364	0,028	0,0
3	66,738	66,728	0,010	0,0
4	65,733	65,717	0,016	0,0
5	66,610	66,591	0,019	0,0

OBS:

Material com tensão determinada em 2,75 Kv. Aprovada sem atingir meia altura, pois terminou o ensaio em 3,0 Kv.

CORPO DE PROVA APÓS ENSAIO DE TRILHAMENTO ELÉTRICO



OBS:	Foto corpo de prova finalizado.

Relatório

REL EM 12328/2019 R1

Esta Revisão cancela e substitui todas as anteriores

Emissão: 08/10/2019

Título:	DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO TRILHAMENTO ELÉTRICO EM PLACAS DE MATERIAL POLIMÉRICO
Objetivo:	Ensaio de resistência ao trilhamento elétrico
Orçamento:	ORÇ 2019 12977
Protocolo de Amostras:	31155
Descrição das Amostras:	Placas de Material Polimérico (Silicone)
Solicitante:	CPBOL INDÚSTRIA E COMERCIO CONTATO ALINE FABER CIDADE/UF MOJI MIRIM - SP TELEFONE/FAX (19) 3804-4478 E-MAIL qualidade@cbpolindustria.com.br
Período de Execução:	24/09/2019
Executante:	Lactec Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 | Jardim das Américas. Caixa Postal 19067 | CEP 81531-980 | Curitiba – Paraná – Brasil

Equipe técnica:

César Ricardo Hübsch
Técnico de Laboratório

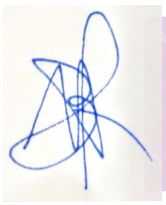
Matheus Brati Rossetto
Pesquisador

Albari Soares Mendes
Técnico de Laboratório

Guilherme Augusto Laurindo
Estagiário

Darley Ferreira Mendes
Estagiário

Emitido por:



Assinado digitalmente por MATHEUS BRATI ROSSETTO:08134841970
DN: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, OU=RFB e-CPF A3, OU=(EM BRANCO), OU=AR SERASA, CN=MATHEUS BRATI ROSSETTO:08134841970
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização: Lactec - LabCE
Data: 2019-10-25 17:38:36
Foxit PhantomPDF Versão: 9.0.1

Matheus Brati Rossetto
Ensaios e Análises Laboratoriais
Ensaios Elétricos e Materiais

Aprovado por:



Assinado digitalmente por CESAR RICARDO HUBSCH:51436337968
DN: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, OU=RFB e-CPF A3, OU=AC SERASA RFB v5, OU=79472619001120, OU=AR SERASA, CN=CESAR RICARDO HUBSCH:51436337968
Razão: Eu revisei este documento
Localização: LabCE - LACTEC
Data: 2019-10-29 18:58:25

César Ricardo Hübsch
Ensaios e Análises Laboratoriais
Ensaios Elétricos e Materiais

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta a metodologia e os resultados obtidos para o ensaio de verificação da resistência ao trilhamento elétrico, conforme solicitado pela empresa CBPOL.

2. REFERÊNCIAS

2.1. Amostra

O ensaio foi realizado em amostras fornecidas **pelo solicitante** e identificadas **pelo executante** como**:**

- **Amostra 31155/2019-1**: Placas de Material Polimérico (Silicone);
- Segundo o solicitante as placas foram confeccionadas com o material que é utilizado para os produtos: CBSIL35010803 – PA010203013 – dimensões 35 x 55 mm / CBSIL35011820 – PA011220016 – dimensões Ø 120 mm / CBSIL35011817 – PA011217013 – dimensões 55 x 35 mm.

2.2. Normas

A norma utilizada para os ensaios de verificação da resistência ao trilhamento elétrico em placas foi:

- **ABNT NBR 10296/14** – *Material isolante elétrico. Avaliação de sua resistência ao trilhamento elétrico e erosão sob severas condições ambientais*.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Equipamentos utilizados:

- Conjunto para avaliação de resistência ao trilhamento elétrico, montagem LACTEC.
- Termohigrômetro;
- Termômetro Infravermelho;
- Cronômetros;
- Condutivímetro.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

Obs.: Os certificados de calibração dos equipamentos utilizados encontram-se na tabela abaixo:

Equipamento	Fabricante	Modelo	N. Série	Observações	Data da Calibração	Calibração	Validade da Calibração	Nº Certificado	Dados da Empresa
Cronômetro Digital	Technos	YP2151	48537	--	04/09/2018	Bienal	03/09/2020	J658162/2018	K&L Laboratórios de Metrologia
Termohigrômetro Digital	Minipa	MT-242	MTB 242001288	--	17/03/2017	Trienal	17/03/2020	CCR 250/17	Institutos Lactec
Termômetro Infravermelho	Fluke	Ti400	15090183	--	12/06/2017	--	--	5282/17	NOVUS Laboratório de Metrologia
Condutivímetro Digimed	Digimed	DM-32	L8997	Autocalibração semanal por solução padrão	19/03/2015	Quinquenal	19/03/2020	S010431/2015	K&L Laboratórios de Metrologia

3.2. Parâmetros ambientais:

- Temperatura ambiente: 23 ± 1 °C;
- Umidade relativa: 50%.

3.3. Procedimentos:

- Os corpos de prova foram levemente lixados com lixa de carbeto de silício granulação 400 (grãos por cm^2) sob água destilada e foram limpos com algodão embebido em álcool isopropílico;
- O eletrólito utilizado é composto por água destilada ou deionizada, com os seguintes aditivos:
  - ≈ 0,1% em massa de NH4Cl (cloreto de amônio);
  - ≈ 0,02% em massa de iso-octil fenoxipolietoxietanol (agente surfactante não iônico).
- A solução deve apresentar uma resistividade de aproximadamente 3,95 Ω.m a (23 ± 1) °C;
- De acordo com a norma: ABNT NBR 10296, são estabelecidos dois métodos de ensaio:
  - Método 1: aplicação de uma tensão constante por um período de 6 (seis) horas;
  - Método 2: Aplicação de tensão em patamares. Cada patamar é mantido constante por 1 (uma) hora, sendo que a diferença entre cada patamar é de 0,25 kV.
- Para ambos os métodos, podem ser utilizados, como critério de determinação do fim do ensaio:
  - Critério "A": desligamento do circuito quando a corrente excede 60 mA;
  - Critério "B": erosão (25 mm ou perfuração do corpo de prova).

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

4. RESULTADOS

Os resultados das aplicações dos patamares de tensão elétrica nas placas da **Amostra 33155/2019** durante o ensaio de verificação da resistência ao trilhamento elétrico pelo **Método 1, critérios A e B** , estão mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados das aplicações dos patamares de tensão elétrica na **Amostra 30635/2019-1**

Estado final: S – Suportou P – Atuou Proteção C – Combustão T - Trilhou										
Tensão kV	**Corpos-de-prova**									
	1		**2**		**3**		**4**		**5**	
	Tempo	Estado	Tempo	Estado	Tempo	Estado	Tempo	Estado	Tempo	Estado
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,50	360 min	S	360 min	S	360 min	S	360 min	S	360 min	S
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Obs.: - **Resistividade da solução contaminante de 395 Ω.cm.**										

A seguir, na Figura 1, são mostrados os estados finais (após o resfriamento) de cada corpo-de-prova.

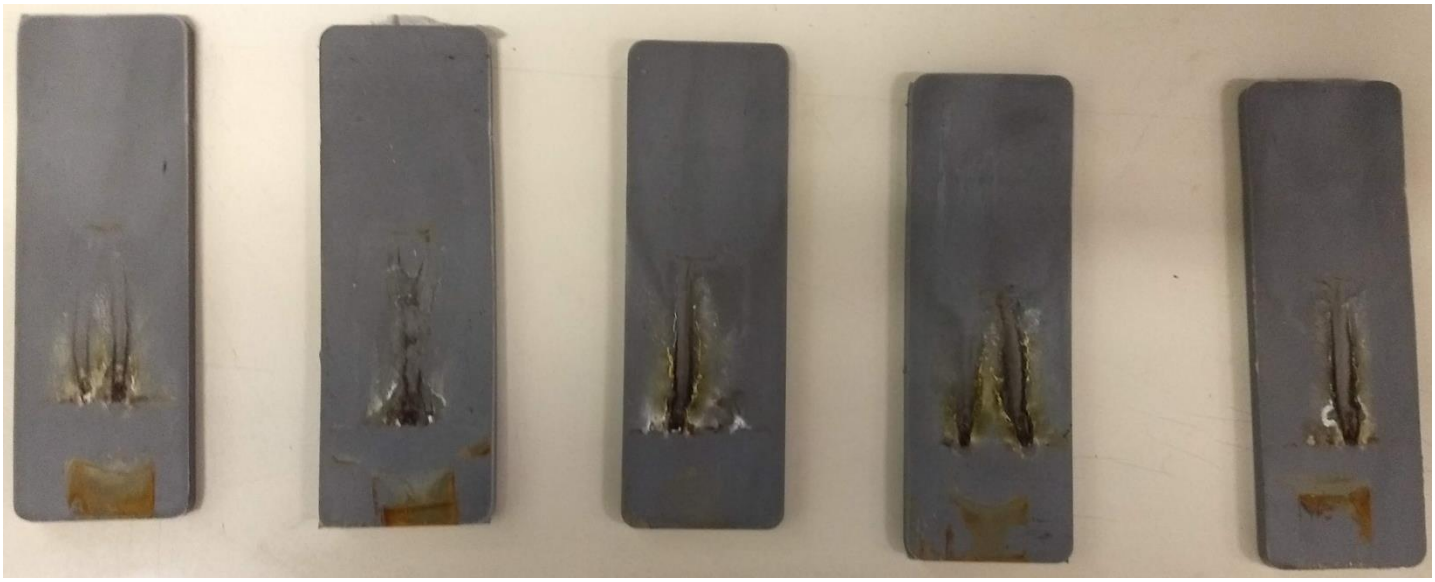


Figura 1 – Corpos-de-prova após o ensaio

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

5. CONCLUSÃO

O material dos corpos-de-prova da **Amostra 31155/2019-1** suportou o patamar de **3,50 kV**. Sendo assim, é possível classificar o material como **1A 3,50** ou **1B 3,50** de acordo com o item 8.3 da ABNT NBR 10296.

6. HISTÓRICO DE REVISÕES

Em concordância com o requisito da NBR ISO/IEC 17025:2017 descrito em seu item 7.8.8, devem ser registradas as alterações em relatórios e registros técnicos, bem como o motivo de tais alterações.

No presente documento, a revisão deveu-se a:

- R0 – 22/03/2019 - Emissão Inicial;
- R1 – 26/03/2019 – Correções no texto do relatório.

* * *

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

Relatório

REL EM 14715/2020

Emissão: 14/12/2020

Título:	Ensaios de exposição ao envelhecimento acelerado UV, dureza shore A, resistência à tração, hidrofobicidade/ângulo de contato e análise da morfologia por Microscópio Eletrônico de Varredura.
Objetivo:	Apresentar os resultados obtidos nos ensaios de exposição ao envelhecimento acelerado UV, dureza shore A, resistência à tração, hidrofobicidade/ângulo de contato e análise morfológica por Microscópio Eletrônico de Varredura em amostra polimérica.
Orçamento:	Orç_2020_15151
Protocolo:	Nº 33196
Solicitante:	Industria Eletromecânica Balestro Ltda Av. Geraldo Potyguara Silveira Franco, 298 – Distrito Industrial I CEP 13803-280 – Mogi Mirim/SP A/C: Adriano Dellallibera
Amostra:	Polimérica
Executante:	Institutos Lactec Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 | Jardim das Américas Caixa Postal 19067 | CEP 81531-980 | Curitiba – Paraná – Brasil

Equipe técnica:

Francyele Ines de Carvalho Silva

Kelvin Luan Becker

Lathara Kalili de Oliveira Schu

Leticia Tereski

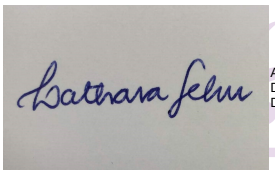
Lucas de Lima Teixeira

Mateus Kublinski

Revisado por:

Mateus Kublinski
Ensaios Elétricos e Materiais
Ensaios e Análises Laboratoriais

Emitido por:



Assinado digitalmente por LATHARA KALILI DE OLIVEIRA SCHU_02422235085
Data: 14/12/2020 10:51:19

Lathara Kalili de Oliveira Schu
Ensaios Elétricos e Materiais
Ensaios e Análises Laboratoriais

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

1. INTRODUÇÃO

Atendendo à solicitação da empresa Indústria Eletromecânica Balestro Ltda, foram realizados os ensaios de exposição ao envelhecimento acelerado UV, dureza shore A, resistência à tração, hidrofobicidade e análise morfológica por Microscópio Eletrônico de Varredura nas amostras disponibilizadas pelo solicitante, descritas no item 2.

2. AMOSTRA

Em 23/09/2020 as amostras foram recebidas e identificadas pelo solicitante como:

- **Amostra 1**: Saia de Isolador polimérico - Classe 1 (Figura 1a);
- **Amostra 2**: Saia de Isolador polimérico - Classe 1 vareta (Figura 1b);
- **Amostra 3**: Saia de Isolador polimérico - Classe 2 (Figura 1c);
- **Amostra 4**: Saia de Isolador polimérico - Classe 3 (Figura 1d);
- **Amostra 5**: Placas 03 mm de composto polimérico (Figura 1e);
- **Amostra 6**: Placas 06 mm de composto polimérico (Figura 1f).

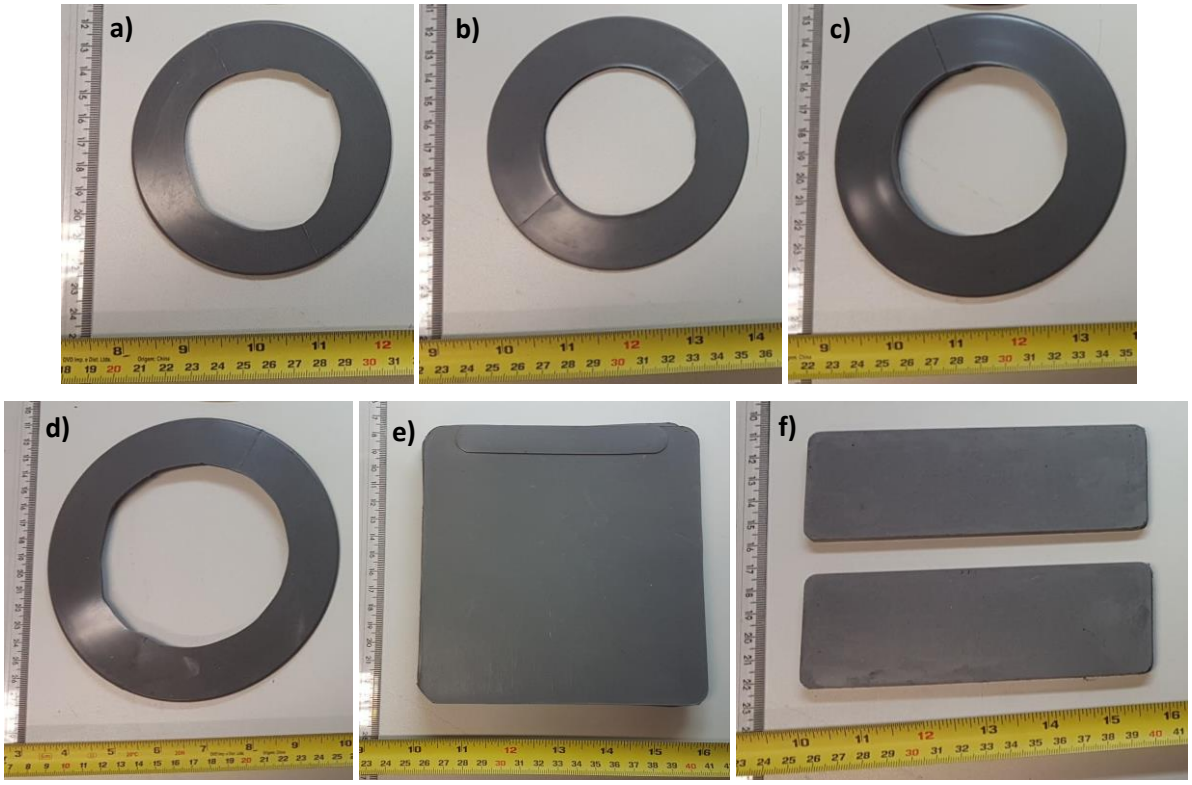


Figura 1: Imagem das amostras disponibilizadas para realização dos ensaios.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

3. MÉTODO DE ENSAIO

3.1. ENSAIO DE EXPOSIÇÃO AO ENVELHECIMENTO ACELERADO UV

3.1.1. Norma

- **ISO 4892-2 (2013**) – *Plastics — Methods of exposure to laboratory light sources — Part 2: Xenon-arc lamps.*

3.1.2. Equipamentos

Câmara *XenoTest 440*, fabricante ATLAS, modelo TXRX01 STR, nº série 1604024, patrimônio 16549, Figura 2.



Figura 2: Imagem da câmara de intemperismo artificial.

3.1.3. Procedimento de Ensaio

O ensaio de exposição ao envelhecimento acelerado UV foi realizado em 3 corpos de prova (cps) das amostras 1, 2, 3, 4 e 6 e em 6 corpos de prova em formato gravata para ensaio de tração retirados da amostra 5, descritas no item 2, em câmara Weather-Ometer Ci4000, com base na norma ISO 4892-2. As condições operacionais de exposição estão descritas na Tabela 1.

Após a conclusão do período de exposição os cps foram inspecionados visualmente, comparativamente a um cp não ensaiado, a fim de verificar variações de cor e/ou brilho, presença de manchas, trincas, fissuras e demais alterações superficiais perceptíveis. Além disso, as amostras foram encaminhadas para os ensaios de dureza shore A, resistência à tração, hidrofobicidade/ângulo de contato e analise morfológica por Microscópio Eletrônico de Varredura.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

Tabela 1: Condições operacionais de exposição ao intemperismo artificial.

Equipamento: Xenotest 440 **Lâmpada de xenônio 4500- 6500 W (resfriada a ar)**	
Condição	**Ciclo de Luz**
Irradiância Automática	0,51 ± 0,02 W.m^{-2} a 340 nm
Temperatura Painel Preto	65 ± 3 °C
Umidade Relativa	50 ± 10 %
Ciclo	102 min. de luz 18 min. de luz + aspersão de água
Sistema de filtros	borosilicato

3.1.4. Data da realização do ensaio

- O ensaio foi realizado entre os meses de setembro e novembro de 2020.

3.2. ENSAIOS DE DUREZA SHORE A

3.2.1. Norma

- **ASTM D2240 (2015):** *Standard Test Method for Rubber Property — Durometer Hardness.*

3.2.2. Equipamentos

- Durômetro Bareiss HPE Shore A.

3.2.3. Condições do ensaio

- Temperatura ambiente: (23 ± 2) °C;
- Umidade relativa do ar: (50 ± 10) %;
- Tempo de carga: 10 s.

3.2.4. Procedimento de Ensaio

O ensaio de dureza Shore A foi realizado em 3 corpos de prova (cps) da amostra 6 antes e após envelhecimento. Sendo medidos 10 pontos em cada cp.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

3.2.5. Data de realização do ensaio

- O ensaio foi realizado no mês de setembro e novembro de 2020.

3.3. ENSAIOS DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

3.3.1. Norma

- **ASTM D638 (2014):** *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics.*

3.3.2. Equipamentos

- Máquina de tração universal, fabricante Instron, modelo 33R4467.
- Paquímetro Mitutoyo, n° de série: 0000616, certificado de calibração: SO79712/2019.

3.3.3. Condições do ensaio

- Temperatura ambiente: (21,1 ± 5) °C;
- Umidade relativa: (39,0 ± 10) %;
- Velocidade de deslocamento das garras: 50,0 mm/min;
- L_0: 25 mm;
- Tipo de garra: pneumática;
- Célula de carga: 5 kN.

3.3.4. Procedimento do ensaio

Após o período estabelecido de envelhecimento acelerado UV, o ensaio de resistência à tração foi realizado em 6 cps da amostra 5 envelhecida e 6 cps sem envelhecimento (Figura 3) de acordo com as condições descritas acima.



Figura 3: Imagem dos corpos de prova para o ensaio de resistência à tração.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

3.3.5. Data de realização do ensaio

- O ensaio foi realizado no mês de novembro de 2020.

3.4. ENSAIOS DE HIDROFOBICIDADE

3.4.1. Norma

- **ABNT IEC/TS 62073 (2018):** Orientações para medição da hidrofobicidade na superfície de isoladores – Método A.

3.4.2. Equipamentos

- Tensiômetro optico, Attension, Theta Lite.

3.4.3. Condições do ensaio

- Temperatura ambiente: (23,6 ± 2) °C;
- Umidade relativa: (40,0 ± 10) %;

3.4.4. Procedimento de Ensaio

O ensaio de hidrofobicidade/ângulo de contato foi realizado na amostra 4 antes e após envelhecimento.

3.4.5. Data de realização do ensaio

- O ensaio foi realizado no mês de novembro de 2020.

3.5. MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA - MEV

3.5.1. Equipamentos utilizados

- Microscópio eletrônico de varredura (MEV) marca Tescan, modelo VEGA 3, com detector de energia dispersiva de raios X (EDS) marca Oxford;

3.5.2. Condições de ensaio

Após o período estabelecido de envelhecimento acelerado UV, as amostras envelhecidas e novas, foram cortadas e posicionadas sobre a superfície de um stub (suporte especifico para análises de MEV com EDS) e, em seguida, foram realizadas as analises de MEV e EDS.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

4. RESULTADOS

4.1. ENSAIO DE EXPOSIÇÃO AO ENVELHECIMENTO ACELERADO UV

Os resultados obtidos após o término do ensaio de intemperismo artificial estão apresentados na Tabela 2 e nas Figuras 4 a 9.

Tabela 2: Resultados obtidos após ensaios de intemperismo artificial em amostras poliméricas.

Amostra	Avaliação Visual
1 - Classe 1	**Após 1000 horas de ensaio:** Foi observada perda de brilho.
2 - Classe 1 vareta	
3 - Classe 2	
4 - Classe 3	
5 - Placas 03 mm	**Após 1000 horas de ensaio:** Foi observado leve clareamento da amostra.
6 - Placas 06 mm	



Figura 4: Imagem dos cps da amostra 1 após 1000 horas de ensaio de exposição ao envelhecimento acelerado UV comparativamente ao cp não ensaiado.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

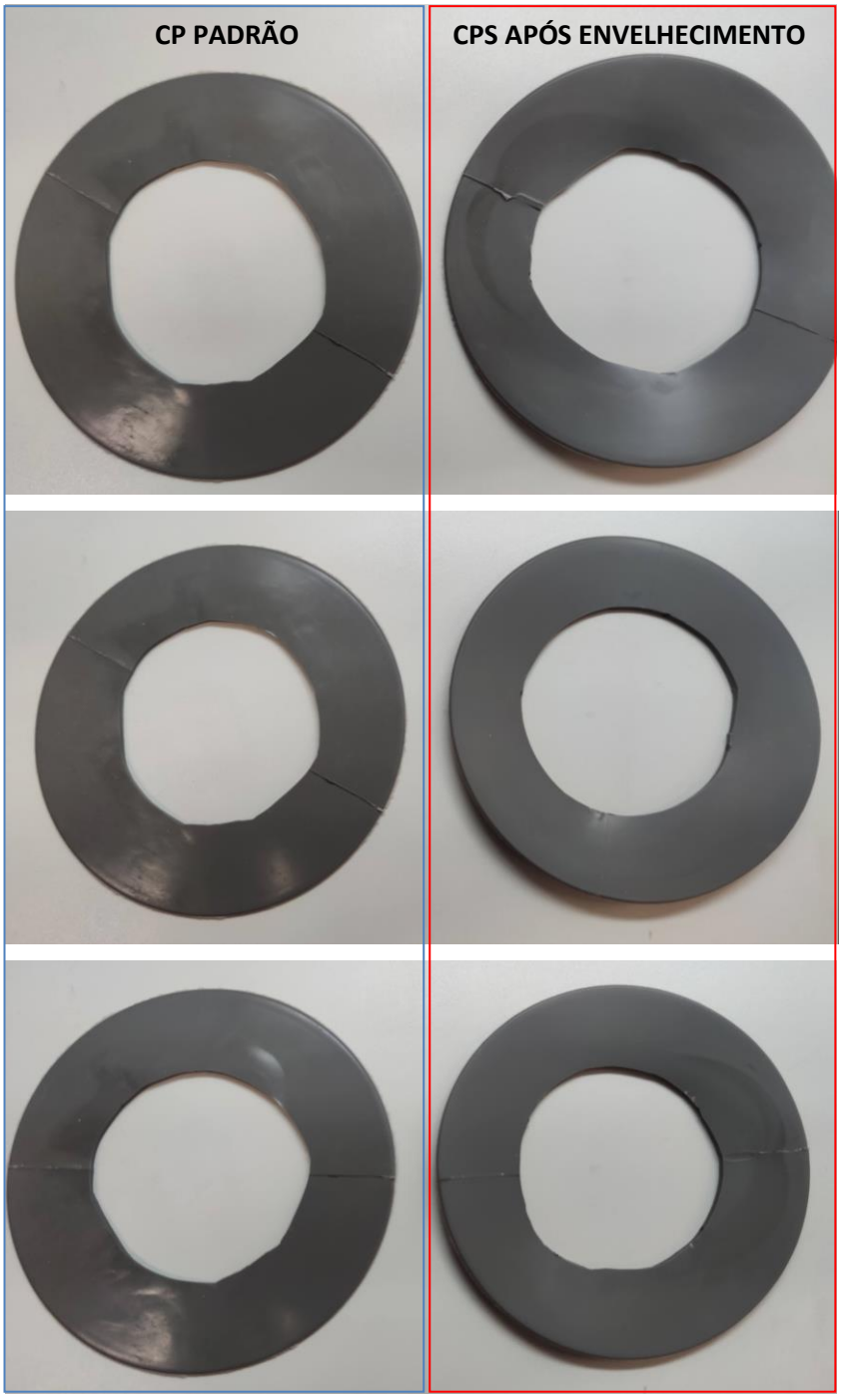


Figura 5: Imagem dos cps da amostra 2 após 1000 horas de ensaio de exposição ao envelhecimento acelerado UV comparativamente ao cp não ensaiado.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

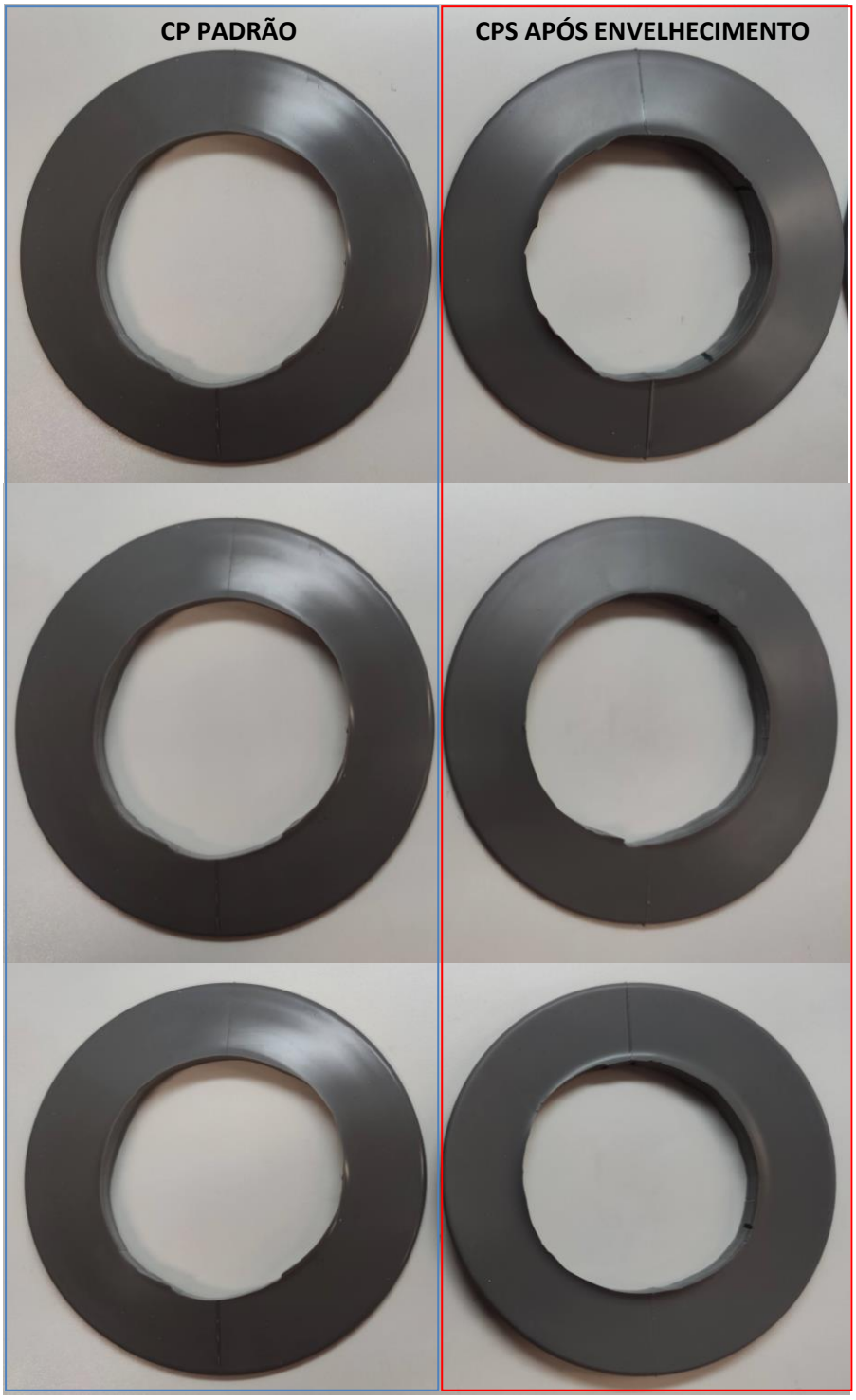


Figura 6: Imagem dos cps da amostra 3 após 1000 horas de ensaio de exposição ao envelhecimento acelerado UV comparativamente ao cp não ensaiado.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

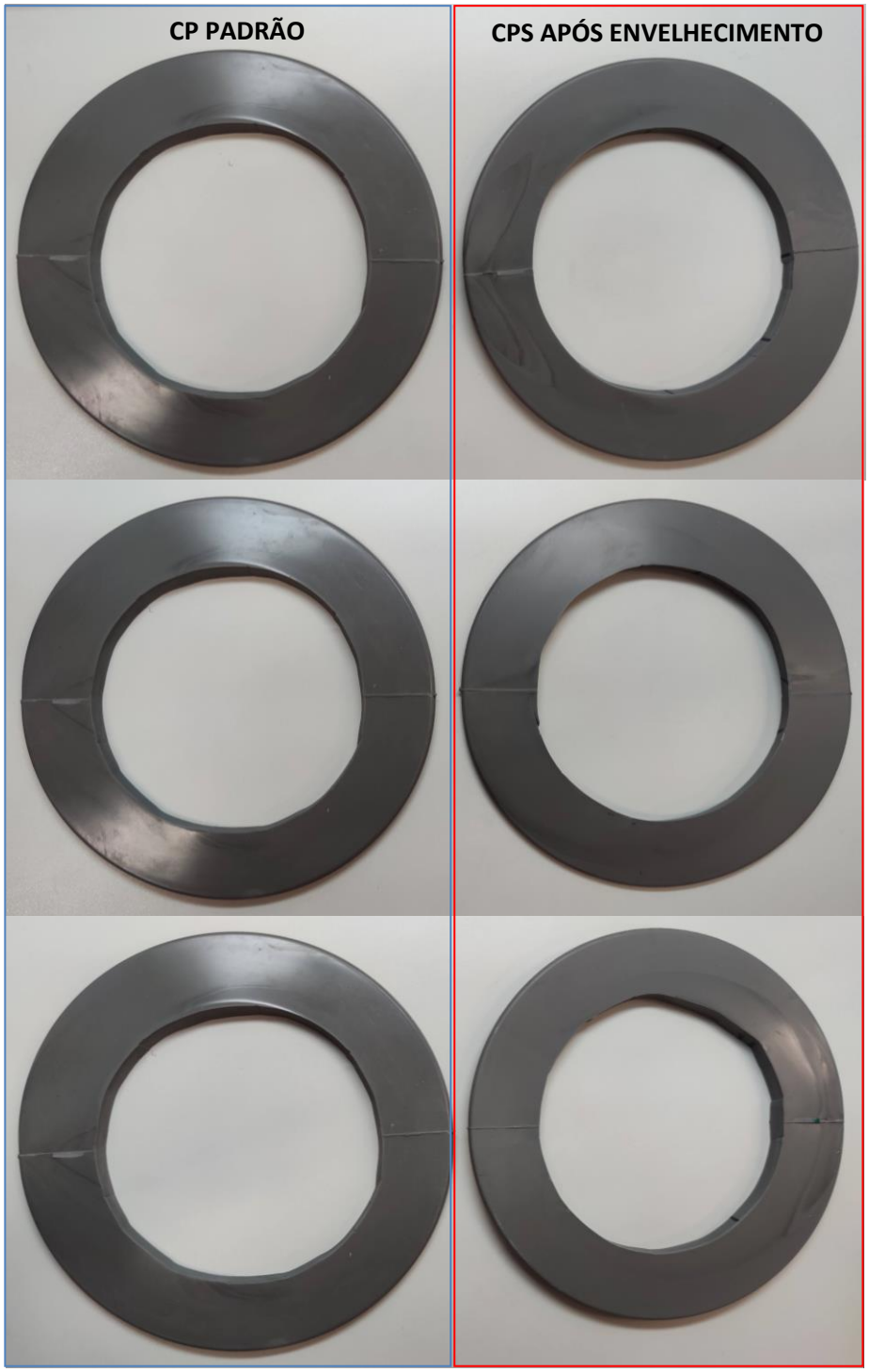


Figura 7: Imagem dos cps da amostra 4 após 1000 horas de ensaio de exposição ao envelhecimento acelerado UV comparativamente ao cp não ensaiado.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

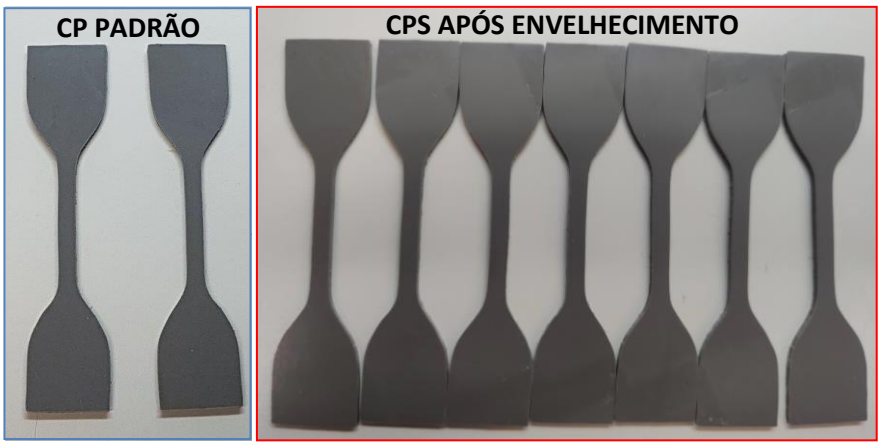


Figura 8: Imagem dos cps da amostra 5 após 1000 horas de ensaio de exposição ao envelhecimento acelerado UV comparativamente ao cp não ensaiado.

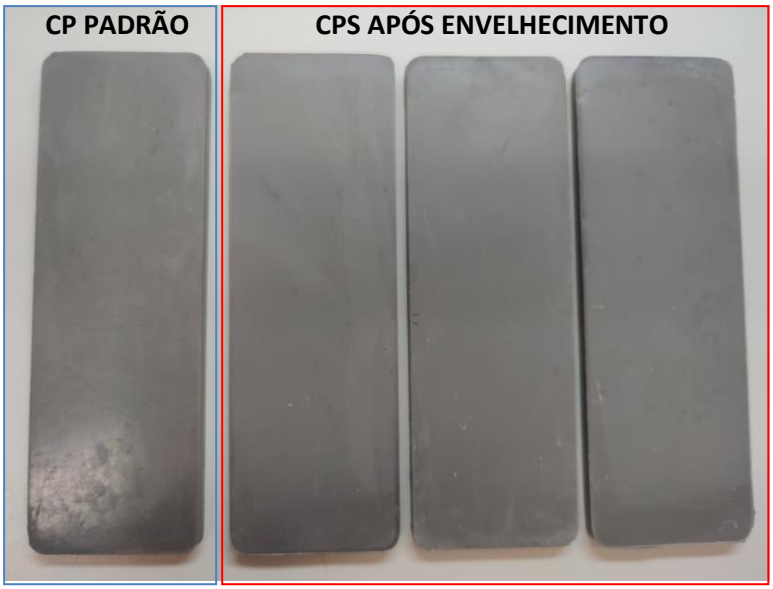


Figura 9: Imagem dos cps da amostra 6 após 1000 horas de ensaio de exposição ao envelhecimento acelerado UV comparativamente ao cp não ensaiado.

4.2. ENSAIO DE DUREZA SHORE A

Os resultados obtidos no ensaio de dureza Shore A da amostra 6 antes e depois de 1000 horas de envelhecimento acelerado UV estão apresentados na Tabela 3.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

Tabela 3: Dados obtidos no ensaio de dureza Shore A da amostra 6 antes e depois do envelhecimento UV.

Medida	CP 1		CP 2		CP 3	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
1	62,7	64,7	62,0	64,8	60,8	64,4
2	62,7	65,0	61,8	64,8	62,1	64,8
3	61,9	64,8	61,9	64,7	61,4	64,7
4	62,3	64,8	61,3	64,8	61,9	64,7
5	61,8	65,4	61,0	64,8	61,1	64,7
6	62,3	65,2	61,4	65,0	61,8	64,3
7	61,4	65,6	61,0	64,9	61,6	64,9
8	60,6	65,2	61,6	65,1	61,3	64,7
9	62,6	65,5	62,0	65,0	61,0	64,9
10	61,8	65,4	62,0	65,0	61,5	64,6
Média	**62,0**	**65,2**	**61,6**	**64,9**	**61,5**	**64,7**
Desvio padrão	**0,7**	**0,3**	**0,4**	**0,1**	**0,4**	**0,2**

4.3. ENSAIO DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E ALONGAMENTO

Após o ensaio de resistência à tração e alongamento nos corpos de prova em formato gravata retirados da amostra 5 antes e após envelhecimento obtiveram-se os resultados apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4: Resultados obtidos no ensaio de resistência à tração da amostra 5 sem envelhecimento.

Corpo de prova	Tensão de Ruptura (MPa)	Alongamento (%)
1	2,58	524,34
2	2,65	502,01
3	2,88	599,34
4	2,90	642,34
5	2,67	554,34
6	2,51	536,34
Média	**2,70**	**559,78**
Desvio Padrão	**0,16**	**52,07**

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

Tabela 5: Resultados obtidos no ensaio de resistência à tração da amostra 5 após 1000 h de envelhecimento acelerado UV.

Corpo de prova	Tensão de Ruptura (MPa)	Alongamento (%)
1	2,54	314,00
2	2,55	289,67
3	2,54	339,67
4	2,66	307,67
5	2,56	301,34
6	2,75	336,34
Média	**2,60**	**314,78**
Desvio Padrão	**0,09**	**19,73**

4.4. ENSAIO DE HIDROFOBICIDADE

Os resultados obtidos no ensaio de hidrofobicidade/ângulo de contato da amostra 4 antes e depois de 1000 horas de envelhecimento acelerado UV estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Resultados obtidos no ensaio de hidrofobicidade/ângulo de contato.

Medida	Ângulo de contato (°)	
	Sem envelhecimento	Amostras envelhecidas
1	120,87	117,92
2	123,23	134,85
3	118,58	125,12
4	113,20	135,98
5	113,93	129,76
6	115,67	138,44
7	115,71	127,37
8	114,16	132,23
Média	**116,92**	**130,21**
Desvio Padrão	**3,62**	**6,67**

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

4.5. MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

4.5.1. Morfologia superficial – 0 horas

A Figura 10 apresenta a morfologia superficial da Saia de Isolador polimérico - Classe 3, à 0 horas, detectado à 200x e 500x, respectivamente.

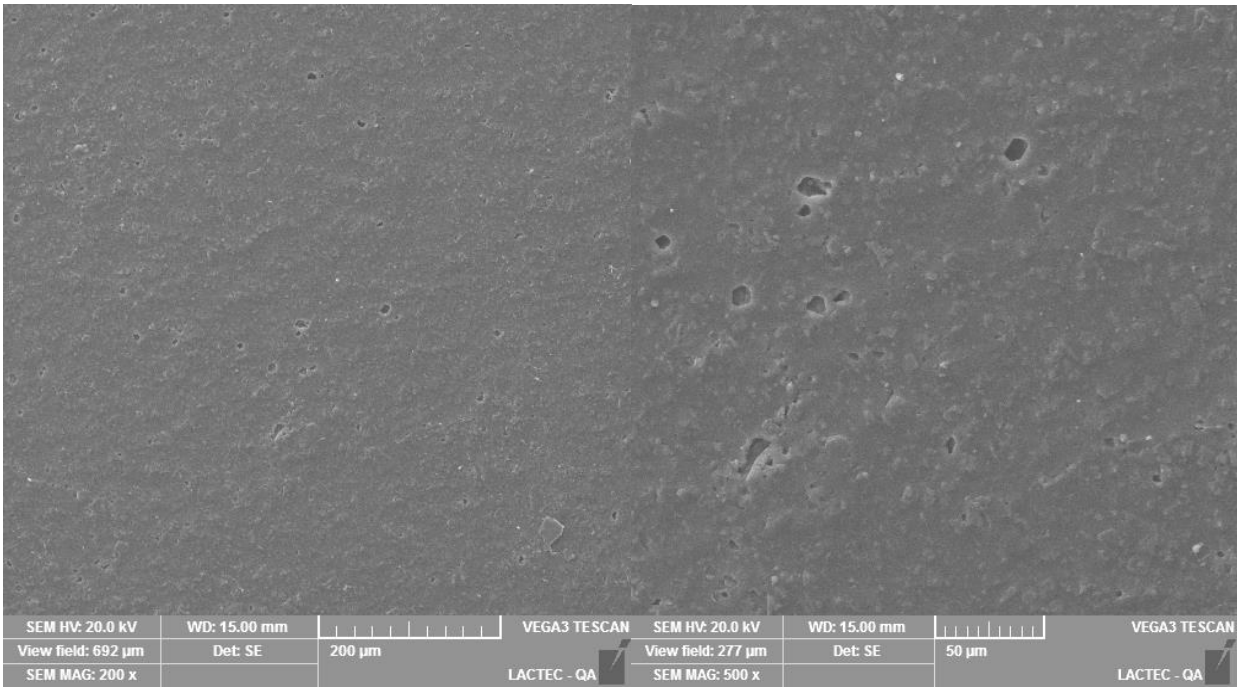


Figura 10 – Avaliação morfológica da superfície da Saia de Isolador polimérico - Classe 3, imagem captada à 200x, 500x e 2000x.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

A Figura 11 apresenta a morfologia superficial, com o respectivo diâmetro do poro, da Saia de Isolador polimérico - Classe 3, à 0 horas, detectado à 2000x.

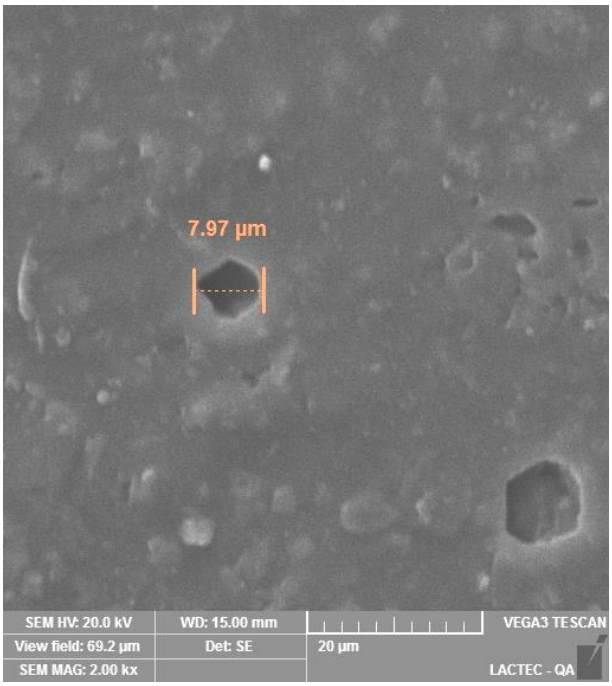


Figura 11 – Avaliação morfológica da superfície da Saia de Isolador polimérico - Classe 3 com o respectivo diâmetro do poro, imagem captada à 2000x.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

4.5.2. Avaliação química – 0 horas.

A Figura 12 apresenta a área da superfície na qual foram obtidos os espectros de EDS, os quais estão apresentados na Figura 13.

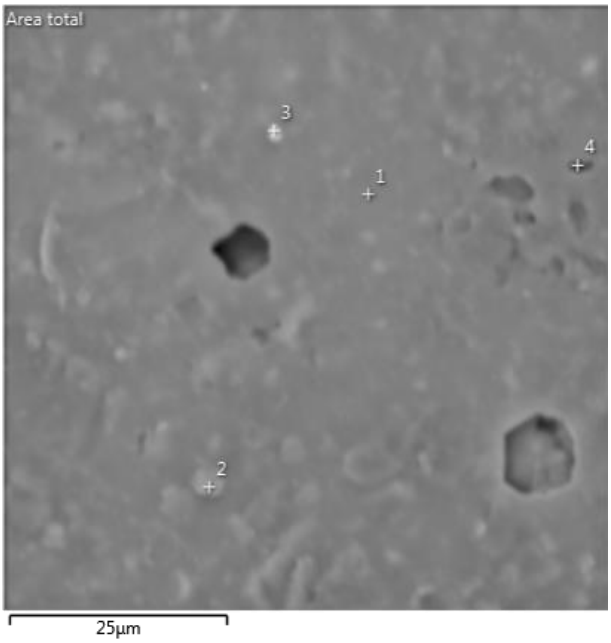


Figura 12 – Área da superfície na qual foram obtidos os espectros de EDS a 2000x de ampliação.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

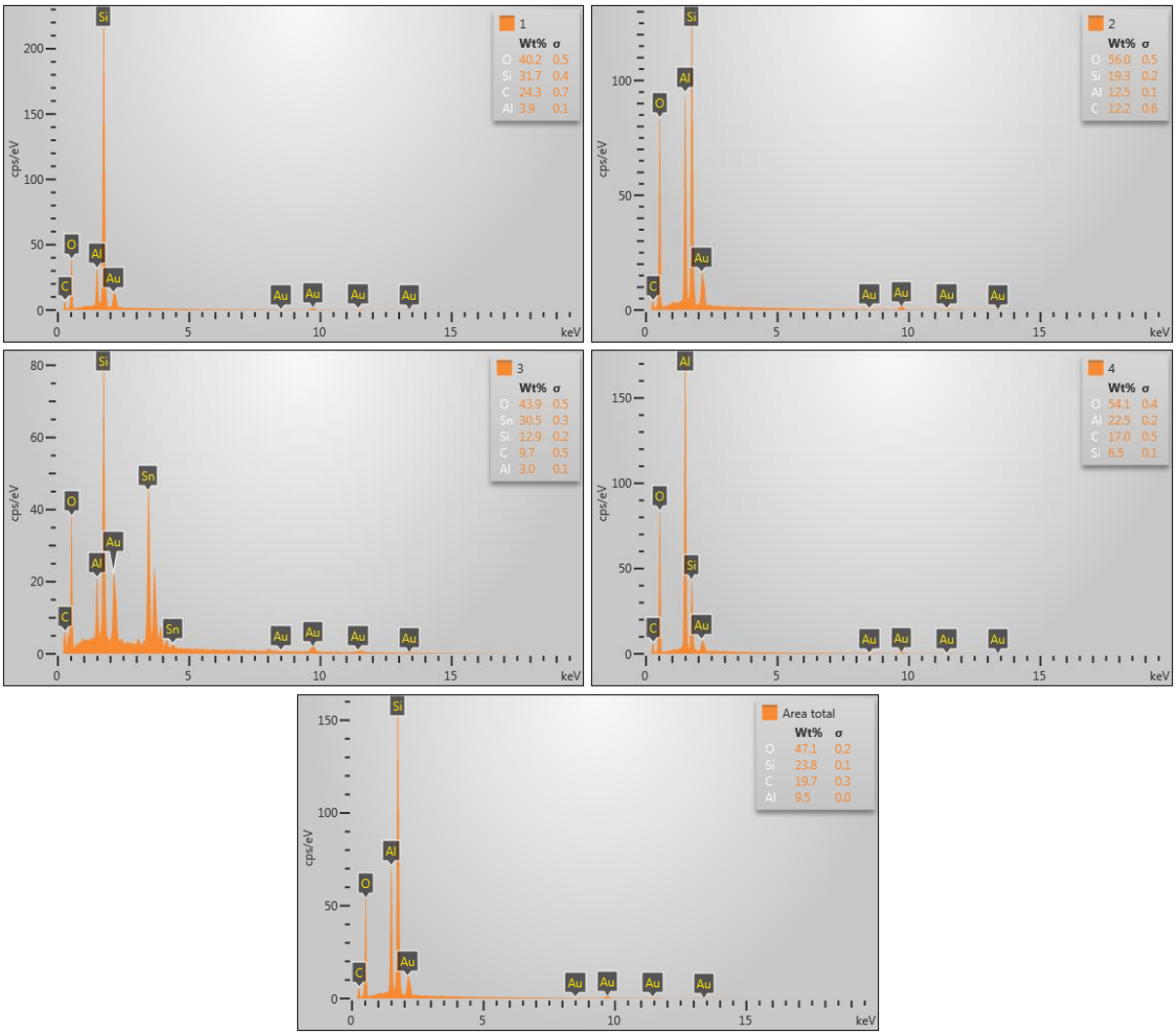


Figura 13 - Espectros dos pontos da região da Figura 12.

A Tabela 7 apresenta as semi-quantificações em massa e atômica referentes aos espectros da Figura 13.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

Tabela 7 – Semi-quantificações em massa e atômica da região da Figura 12.

Área	Elemento	%Peso	Incerteza
Ponto 1	C	24,29	0,74
	O	40,2	0,5
	Al	3,86	0,07
	Si	31,66	0,36
Ponto 2	C	12,22	0,63
	O	56,01	0,45
	Al	12,47	0,14
	Si	19,29	0,19
Ponto 3	C	9,68	0,53
	O	43,86	0,46
	Al	3,04	0,08
	Si	12,88	0,15
	Sn	30,53	0,32
Ponto 4	C	16,98	0,51
	O	54,06	0,39
	Al	22,46	0,19
	Si	6,5	0,08
Área Total	C	19,67	0,25
	O	47,07	0,18
	Al	9,47	0,04
	Si	23,78	0,09

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

4.5.3. Morfologia superficial – 1000 horas

A Figura 14 apresenta a morfologia superficial da Saia de Isolador polimérico - Classe 3, à 1000 horas, detectado à 200x e 500x, respectivamente.

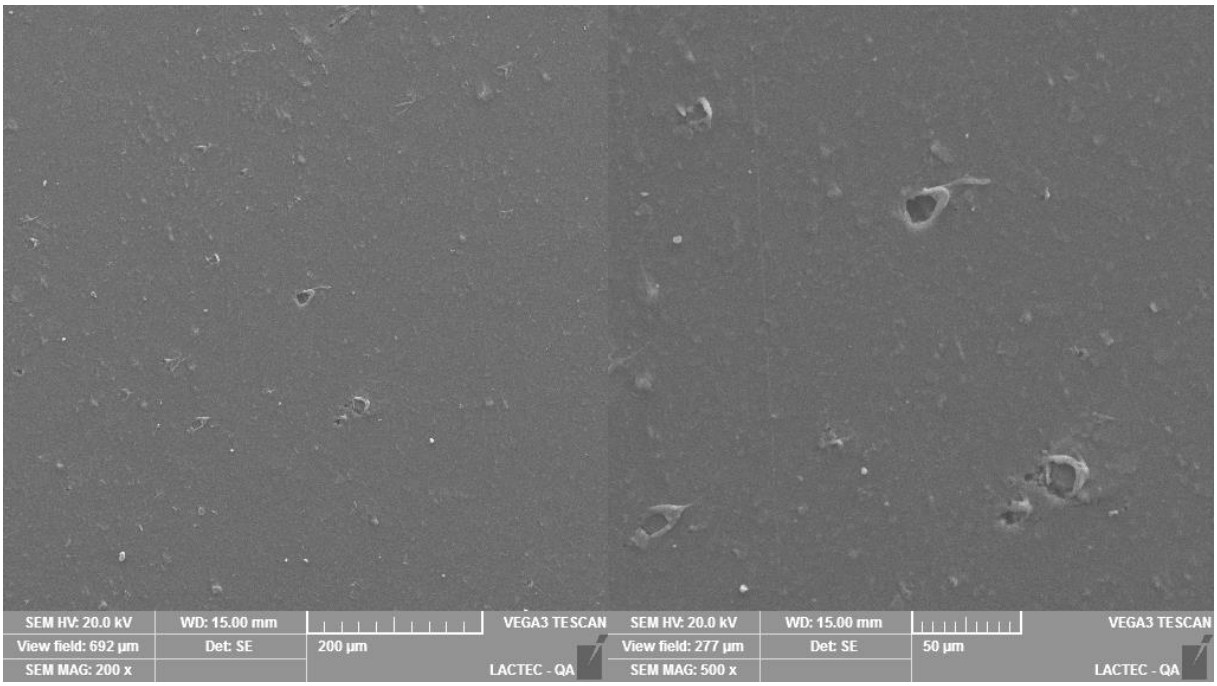


Figura 14 – Avaliação morfológica da superfície da Saia de Isolador polimérico - Classe 3, imagem captada à 200x, 500x e 2000x.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

A Figura 15 apresenta a morfologia superficial, com o respectivo diâmetro do poro, da Saia de Isolador polimérico - Classe 3, à 1000 horas, detectado à 2000x.

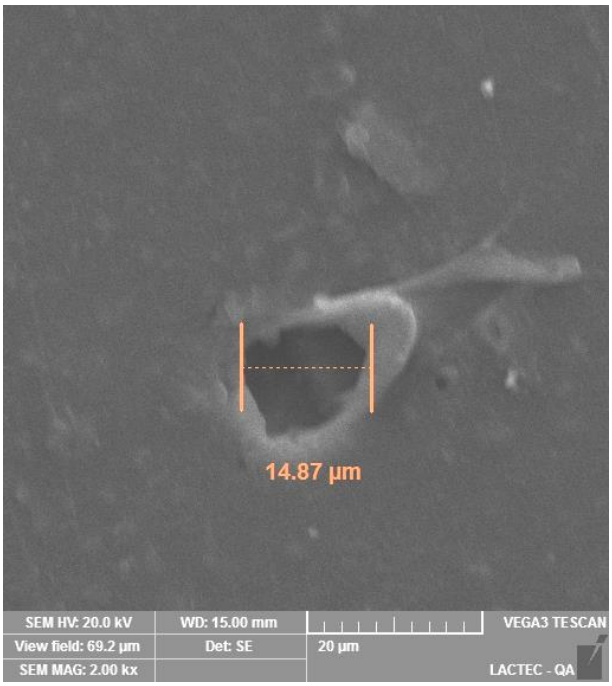


Figura 15 – Avaliação morfológica da superfície da Saia de Isolador polimérico - Classe 3 com o respectivo diâmetro do poro, imagem captada à 2000x.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

4.5.4. Avaliação química – 1000 horas.

A Figura 16 apresenta a área da superfície na qual foram obtidos os espectros de EDS, os quais estão apresentados na Figura 17.

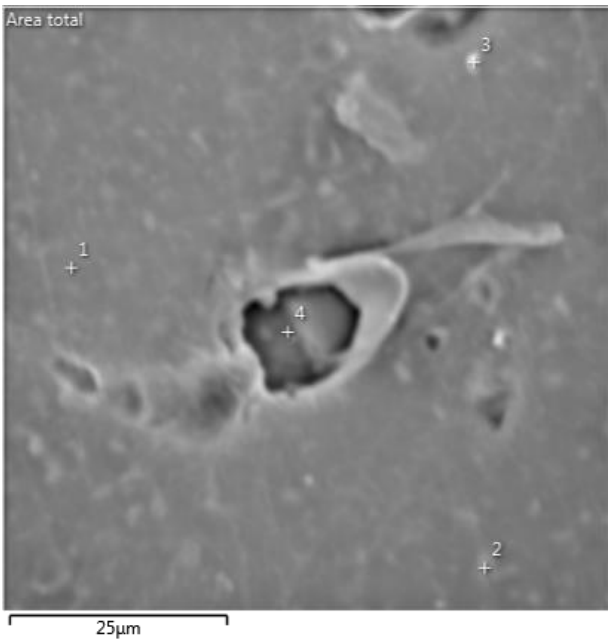


Figura 16 – Área da superfície na qual foram obtidos os espectros de EDS a 2000x de ampliação.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

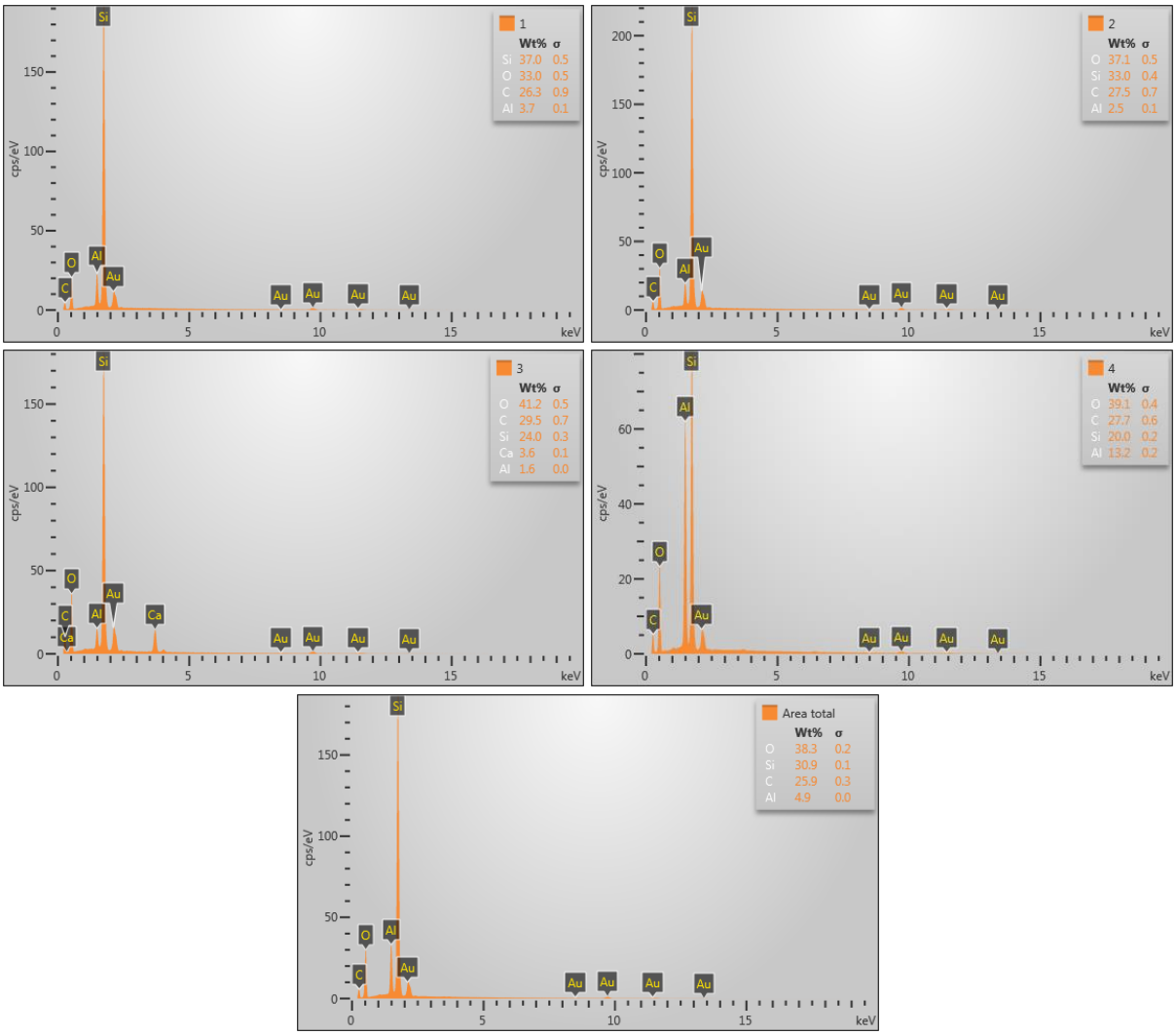


Figura 17 - Espectros dos pontos da região da Figura 16.

A Tabela 8 apresenta as semi-quantificações em massa e atômica referentes aos espectros da Figura 17.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

Tabela 8 – Semi-quantificações em massa e atômica da região da Figura 16.

Área	Elemento	%Peso	Incerteza
Ponto 1	C	26,3	0,86
	O	32,97	0,52
	Al	3,75	0,08
	Si	36,99	0,48
Ponto 2	C	27,49	0,74
	O	37,11	0,5
	Al	2,45	0,06
	Si	32,95	0,38
Ponto 3	C	29,5	0,65
	O	41,2	0,49
	Al	1,65	0,05
	Si	24,02	0,26
	Ca	3,64	0,07
Ponto 4	C	27,72	0,64
	O	39,06	0,45
	Al	13,22	0,15
	Si	20,01	0,22
Área Total	C	25,89	0,29
	O	38,29	0,19
	Al	4,93	0,03
	Si	30,89	0,14

5. COMENTÁRIOS

A análise conclusiva dos resultados apresentados é de responsabilidade do solicitante.

* * *

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

Relatório

REL EM 14727/2020 R2

Título:	ENSAIO DE ENVELHECIMENTO SOB TENSÃO DE OPERAÇÃO SIMULANDO SEVERAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS.
Objetivo:	Verificar a capacidade dos para-raios poliméricos de suportar severas condições ambientais simuladas
Orçamento:	ORÇ 2020 15151
Protocolo de Amostras:	33196
Descrição das Amostras:	Para-raios com invólucro polimérico – 24kV
Solicitante:	INDÚSTRIA ELETROMECÂNICA BALESTRO LTDA ADRIANO DELLALLIBERA Rua Santa Cruz, 1.550 – Caixa Postal 80 CEP: 13800-970 Mogi Mirim – SP adrianoad@balestro.com.br
Período de Execução:	09/09/2020 a 28/10/2020
Executante:	Institutos Lactec Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 | Jardim das Américas. Caixa Postal 19067 | CEP 81531-980 | Curitiba – Paraná – Brasil

Equipe técnica:

Tiago Ponzio
Matheus Brati Rossetto
Albari Soares Mendes
Darley Ferreira Mendes
Mateus Prazeres
Geovane Lourenço
Victor Simião
Nilson de Oliveira
David Eduard Machado de Camargo

Emitido por:



Assinado digitalmente por MATHEUS BRATI ROSSETTO:08134841970
DN: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, OU=RFB e-CPF A3, OU=(EM BRANCO), OU=AR SERASA, CN=MATHEUS BRATI ROSSETTO:08134841970
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização: Lactec - LabCE
Data: 2020-12-23 17:01:55
Foxit PhantomPDF Versão: 9.0.1

Matheus Brati Rossetto
Ensaios e Análises Laboratoriais
Ensaios Elétricos e Materiais

Aprovado por:

Vinicios Bacil
Ensaios e Análises Laboratoriais
Ensaios Elétricos e Materiais

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta a metodologia e os resultados obtidos para o ensaio de envelhecimento sob tensão de operação simulando severas condições ambientais (névoa salina – 1000h) em equipamentos para-raios, conforme solicitação da empresa Balestro.

2. AMOSTRA

O ensaio foi realizado em amostras fornecidas **pelo solicitante** e identificadas **pelo executante** como:

- **Amostra 33196/2020-1:** Para-raios com invólucro polimérico

  - 2 para-raios tipo distribuição designação DH modelos PBP-24/10 e PBP-V-24/10 (protótipo);
  - Para-raios tipo estação designação SL (classe 2) modelo PBPE 24/10/2;
  - Para-raios tipo estação designação SM (classe 3) modelo PBPE 24/10/3.

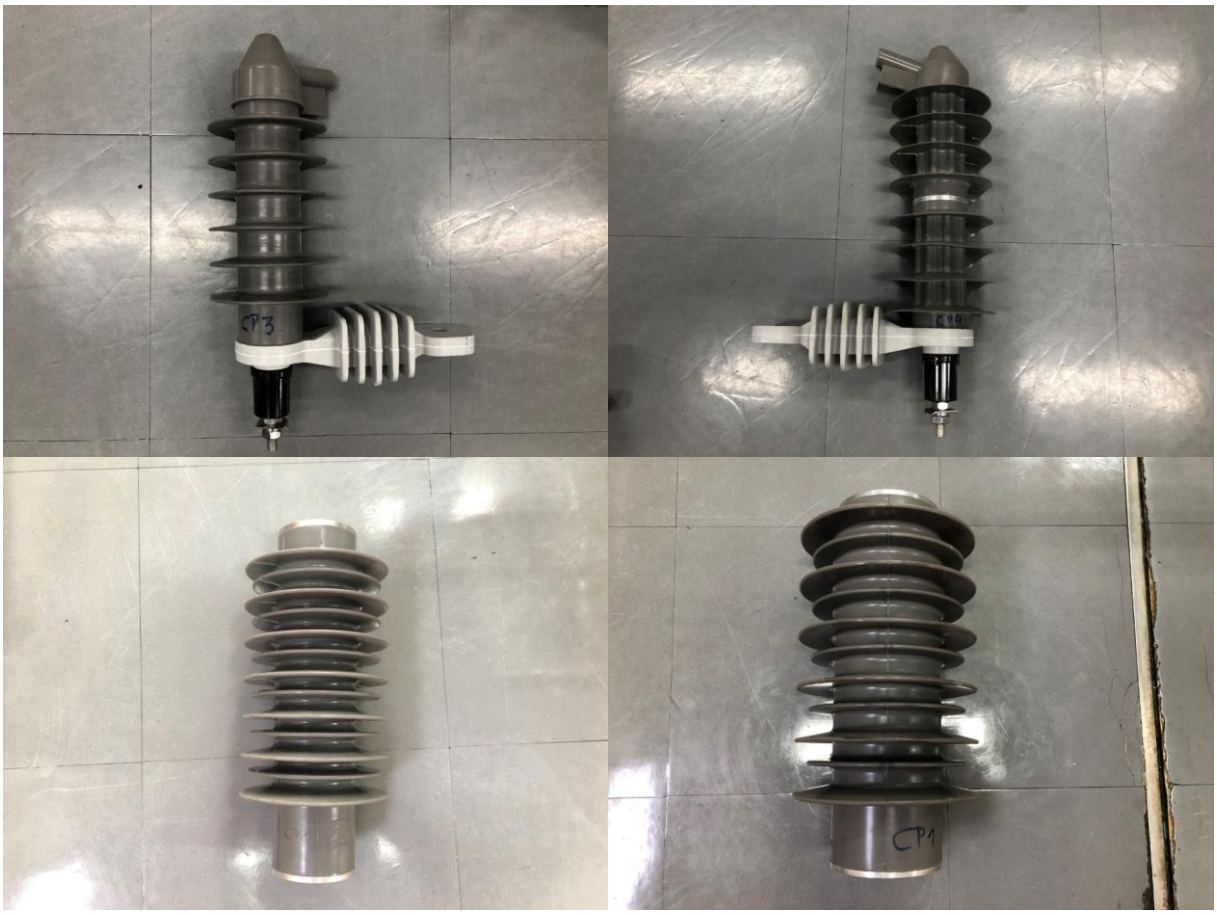


Figura 1 – Imagens da Amostra

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

3. MÉTODO DE ENSAIO

3.1. Normas utilizadas:

- **ABNT NBR 16050 –** Para-raios de resistor não linear de óxido metálico sem centelhadores, para circuitos de potência de corrente alternada;
- **IEC 60099-4 -** "Surge Arresters – Part 4: Metal-Oxide Surge Arresters Without Gaps for A.C. Systems";
- **Especificação Técnica 119-CHESF-ET-EQ-PR-JAN2019** – Para-raios de óxido de zinco sem centelhadores para sistemas de 500, 230, 138 e 69 kV.

3.2. Ensaio de Tensão de Referência

3.2.1. Equipamento utilizado:

Fonte de Tensão AC, 0-200 kV, marca HighVolt, tipo PEOI 20/200;

3.2.2. Procedimento:

- O ensaio de tensão de referência foi realizado antes do envelhecimento de 1000 h em duas amostras, designadas como 1-P e 2-CP para cada um dos quatro modelos de para-raios indicados no item 2.
- A amostra 2 – CP seria utilizada como contra prova após o envelhecimento, se necessário.
- O ensaio de envelhecimento foi realizado nas quatro amostras designadas como 1-P de cada modelo e está descrito no item 3.3;
- Após o envelhecimento, o ensaio de tensão de referência foi repetido somente na amostra 1-P de cada modelo;
- A tensão de referência foi medida considerando-se a corrente de crista de referência de cada modelo de para-raios indicada pelo fabricante, ver item 4;
- A Figura 2 mostra a montagem do setup de ensaio.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.



Figura 2 – Montagem do Setup – Ensaio de Tensão de Referência e Descargas Parciais

3.3. Ensaio de Descargas Parciais

3.3.1. Equipamento utilizado

Fonte de Tensão AC, 0-200 kV, marca HighVolt, tipo PEOI 20/200;
Sistema de Medição de Descargas Parciais, marca Doble Lemke, tipo LDS-6.

3.3.2. Procedimentos

- O ensaio de descargas parciais foi realizado antes do envelhecimento de 1000 h em duas amostras, designadas como 1-P e 2-CP para cada um dos quatro modelos de para-raios indicados no item 2;
- A amostra 2 – CP seria utilizada como contra prova após o envelhecimento, se necessário;
- Após o envelhecimento, o ensaio de descargas parciais foi repetido somente na amostra 1-P de cada modelo;

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

- Foi realizado conforme a seguir:
  - Elevou-se a tensão até 24 kV (tensão nominal), mantendo-a por um tempo compreendido entre 2 a 10 segundos;
  - Reduziu-se a tensão até 20,5 kV (1,05 x MCOV);
  - Mediu-se o nível de DP;
- A Figura 2 mostra a montagem do setup de ensaio.

3.4. Ensaio de envelhecimento sobtensão de operação simulando severas condições ambientais

3.4.1. Equipamento utilizado:

- Câmara de Névoa Salina, montagem LACTEC (Figura 2);
- Termohigrômetro;
- Multímetro digital;
- Condutivímetro Digital.

Obs.: Os certificados de calibração dos equipamentos utilizados encontram-se na tabela abaixo:

Equipamento	Fabricante	Modelo	N. Série	Observações	Data da Calibração	Calibração	Validade da Calibração	Nº Certificado	Dados da Empresa
Termohigrômetro Digital	Minipa	MT-242	1203270083 3582	--	27/05/2019	Bienal	27/05/2021	CCR 375/19	Institutos Lactec
Paquímetro Digital	Tesa	0 a 150mm	5T429104	--	16/05/2019	Bienal	16/05/2021	S022830/2019	K&L Laboratórios de Metrologia
Condutivímetro Digimed	Digimed	DM-32	L8997	Equipamento capaz de auto-calibração	19/03/2015	--	--	S010431/2015	K&L Laboratórios de Metrologia

3.5. Procedimentos:

- O ensaio consiste em um ensaio contínuo, de tempo limitado (1000h para a Amostra em teste), em névoa salina, sob tensão em 60Hz;
- A câmara de névoa salina (Figura 3) é selada contra umidade e à prova de corrosão, com volume total de 10m³;
- A névoa é pulverizada de forma indireta (aspersão por ar comprimido) com gotículas de tamanhos entre 5µm a 10µm;
- Os para-raios foram limpos com água deionizada e acondicionados na câmara de névoa por 24 horas em temperatura ambiente, antes de iniciar o teste;
- Antes do início do ensaio, os para-raios foram novamente lavados e enxaguados com água deionizada;
- O sistema de proteção do ensaio foi ajustado para 1A (eficaz);
- Antes do ensaio, as amostras foram limpas com água deionizada para remoção de substâncias que pudessem vir a interferir nos resultados /análises;
- A montagem do ensaio é mostrada na Figura 4.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.



Figura 3 – Câmara de Névoa Salina

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.



Figura 4 – Montagem do ensaio

3.5.1. Variáveis do Ensaio:

- Nível de Tensão Aplicada: 19,5 kV (MCOV);
- Fluxo do líquido contaminante: 4 L/h ;
- Temperatura ambiente: 20°C ± 5°C;
- Conteúdo de NaCl na água: 5 g/L.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

4. RESULTADOS

4.1. Ensaio de Tensão de Referência

4.1.1. PARA-RAIOS para distribuição Modelo PBP-v 24/10 – 24 kV/10 kA (protótipo)

- Antes do Envelhecimento (09 de setembro de 2020):

Para Raios	Corrente de Referência	Tensão de Referência	
	Valor de Crista	Valor de Crista	Valor Eficaz
1 - P	1,7 mA_{crista}	36,97 kV_{crista}	26,96 kV_{ef}
2 - CP	1,7 mA_{crista}	36,97 kV_{crista}	26,90 kV_{ef}

Condições Atmosféricas:

Temperatura Ambiente: 21,9 °C

Pressão Atmosférica: 686,2 mmHg

Umidade Relativa do Ar: 65,6 %

- Após o Envelhecimento (28 de outubro de 2020):

Para Raios	Corrente de Referência	Tensão de Referência	
	Valor de Crista	Valor de Crista	Valor Eficaz
1 - P	1,7 mA_{crista}	37,9 kV_{crista}	27,6 kV_{ef}
2 - CP	1,7 mA_{crista}	------	-------

Condições Atmosféricas:

Temperatura Ambiente: 22,5 °C

Pressão Atmosférica: 678,3 mmHg

Umidade Relativa do Ar: 22,5 %

- A variação percentual da tensão de referência foi de 2,5 % para medição em valor de crista, e de 2,4 % para medição em valor eficaz.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

4.1.2. PARA-RAIOS para distribuição Modelo PBP 24/10 – 24 kV/10 kA

- Antes do Envelhecimento (09 de setembro de 2020):

Para Raios	Corrente de Referência	Tensão de Referência	
	Valor de Crista	Valor de Crista	Valor Eficaz
1 - P	1,7 mA_{crista}	37,53 kV_{crista}	27,38 kV_{ef}
2 - CP	1,7 mA_{crista}	37,10 kV_{crista}	27,00 kV_{ef}

Condições Atmosféricas:

Temperatura Ambiente: 21,6 °C

Pressão Atmosférica: 686,5 mmHg

Umidade Relativa do Ar: 67,2 %

- Após o Envelhecimento (28 de outubro de 2020):

Para Raios	Corrente de Referência	Tensão de Referência	
	Valor de Crista	Valor de Crista	Valor Eficaz
1 - P	1,7 mA_{crista}	37,90 kV_{crista}	27,59 kV_{ef}
2 - CP	1,7 mA_{crista}	------	-------

Condições Atmosféricas:

Temperatura Ambiente: 25,9 °C

Pressão Atmosférica: 678,4 mmHg

Umidade Relativa do Ar: 21,9 %

- A variação percentual da tensão de referência foi de 1,0 % para medição em valor de crista, e de 0,8 % para medição em valor eficaz.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

4.1.3. Para-raios Tipo Estação designação SL (classe 2) – PBPE 24/10/2 – 10 kA – CL2 SL

- Antes do Envelhecimento (09 de setembro de 2020):

Para Raios	Corrente de Referência	Tensão de Referência	
	Valor de Crista	Valor de Crista	Valor Eficaz
1 - P	2,2 mA_{crista}	33,93 kV_{crista}	25,02 kV_{ef}
2 - CP	2,2 mA_{crista}	33,73 kV_{crista}	24,89 kV_{ef}

Condições Atmosféricas:

Temperatura Ambiente: 21,1 °C

Pressão Atmosférica: 686,8 mmHg

Umidade Relativa do Ar: 68,9 %

- Após o Envelhecimento (28 de outubro de 2020):

Para Raios	Corrente de Referência	Tensão de Referência	
	Valor de Crista	Valor de Crista	Valor Eficaz
1 - P	2,2 mA_{crista}	34,7 kV_{crista}	25,5 kV_{ef}
2 - CP	2,2 mA_{crista}	------	-------

Condições Atmosféricas:

Temperatura Ambiente: 25,9 °C

Pressão Atmosférica: 678,2 mmHg

Umidade Relativa do Ar: 21,6 %

- A variação percentual da tensão de referência foi de 2,3 % para medição em valor de crista, e de 1,9 % para medição em valor eficaz.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

4.1.4.Para-raios Tipo Estação designação SM (classe 3) – PBPE 24/10/3 – 10 kA – CL3 SM

- Antes do Envelhecimento (09 de setembro de 2020):

Para Raios	Corrente de Referência	Tensão de Referência	
	Valor de Crista	Valor de Crista	Valor Eficaz
1 - P	4,0 mA_{crista}	34,67 kV_{crista}	26,32 kV_{ef}
2 - CP	4,0 mA_{crista}	34,27 kV_{crista}	26,07 kV_{ef}

Condições Atmosféricas:

Temperatura Ambiente: 19,5 °C

Pressão Atmosférica: 687,6 mmHg

Umidade Relativa do Ar: 74,1 %

- Após o Envelhecimento (28 de outubro de 2020):

Para Raios	Corrente de Referência	Tensão de Referência	
	Valor de Crista	Valor de Crista	Valor Eficaz
1 - P	4,0 mA_{crista}	35,1 kV_{crista}	26,5 kV_{ef}
2 - CP	4,0 mA_{crista}	------	-------

Condições Atmosféricas:

Temperatura Ambiente: 25,8 °C

Pressão Atmosférica: 678,1 mmHg

Umidade Relativa do Ar: 21,5 %

- A variação percentual da tensão de referência foi de 1,2 % para medição em valor de crista, e de 0,7 % para medição em valor eficaz.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

4.2. Ensaio de Descargas Parciais

4.2.1. PARA-RAIOS para distribuição Modelo PBP-v 24/10 – 24 kV/10 kA (protótipo)

- Antes do Envelhecimento (09 de setembro de 2020):

Para-raios	Tensão Inicial (Tensão Nominal) (2 a 10 segundos)	Tensão de Medição (1, 05 x MCOV)	Nível de DP na Tensão de Medição
1 - P	24 kVef	20,5 kVef	5 pC
2 - CP	24 kVef	20,5 kVef	5 pC

Condições Atmosféricas:

Temperatura Ambiente: 21,9 °C

Pressão Atmosférica: 686,2 mmHg

Umidade Relativa do Ar: 65,6 %

- Após o Envelhecimento (28 de outubro de 2020):

Para-raios	Tensão Inicial (Tensão Nominal) (2 a 10 segundos)	Tensão de Medição (1, 05 x MCOV)	Nível de DP na Tensão de Medição
1 - P	24 kVef	20,5 kVef	5 pC
2 - CP	24 kVef	20,5 kVef	-------

Condições Atmosféricas:

Temperatura Ambiente: 25,9 °C

Pressão Atmosférica: 678,3 mmHg

Umidade Relativa do Ar: 22,2 %

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

4.2.2.PARA-RAIOS para distribuição Modelo PBP 24/10 – 24 kV/10 kA

- Antes do Envelhecimento (09 de setembro de 2020):

Para-raios	Tensão Inicial (Tensão Nominal) (2 a 10 segundos)	Tensão de Medição (1, 05 x MCOV)	Nível de DP na Tensão de Medição
1 - P	24 kVef	20,5 kVef	5 pC
2 - CP	24 kVef	20,5 kVef	5 pC

Condições Atmosféricas:

Temperatura Ambiente: 21,6 °C

Pressão Atmosférica: 686,5 mmHg

Umidade Relativa do Ar: 67,2 %

- Após o Envelhecimento (28 de outubro de 2020):

Para-raios	Tensão Inicial (Tensão Nominal) (2 a 10 segundos)	Tensão de Medição (1, 05 x MCOV)	Nível de DP na Tensão de Medição
1 - P	24 kVef	20,5 kVef	5 pC
2 - CP	24 kVef	20,5 kVef	-------

Condições Atmosféricas:

Temperatura Ambiente: 25,4 °C

Pressão Atmosférica: 678,9 mmHg

Umidade Relativa do Ar: 23,5 %

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

4.2.3.Para-raios Tipo Estação designação SL (classe 2) – PBPE 24/10/2 – 10 kA – CL2 SL

- Antes do Envelhecimento (09 de setembro de 2020):

Para-raios	Tensão Inicial (Tensão Nominal) (2 a 10 segundos)	Tensão de Medição (1, 05 x MCOV)	Nível de DP na Tensão de Medição
1 - P	24 kVef	20,5 kVef	4 pC
2 - CP	24 kVef	20,5 kVef	5 pC

Condições Atmosféricas:

Temperatura Ambiente: 21,1 °C

Pressão Atmosférica: 686,8 mmHg

Umidade Relativa do Ar: 68,9 %

- Após o Envelhecimento (28 de outubro de 2020):

Para-raios	Tensão Inicial (Tensão Nominal) (2 a 10 segundos)	Tensão de Medição (1, 05 x MCOV)	Nível de DP na Tensão de Medição
1 - P	24 kVef	20,5 kVef	4 pC
2 - CP	24 kVef	20,5 kVef	-------

Condições Atmosféricas:

Temperatura Ambiente: 25,8 °C

Pressão Atmosférica: 678,2 mmHg

Umidade Relativa do Ar: 22,2 %

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

4.2.4.Para-raios Tipo Estação designação SM (classe 3) – PBPE 24/10/3 – 10 kA – CL3 SM

- Antes do Envelhecimento (09 de setembro de 2020):

Para-raios	Tensão Inicial (Tensão Nominal) (2 a 10 segundos)	Tensão de Medição (1, 05 x MCOV)	Nível de DP na Tensão de Medição
1 - P	24 kVef	20,5 kVef	6 pC
2 - CP	24 kVef	20,5 kVef	5 pC

Condições Atmosféricas:

Temperatura Ambiente: 19,0 °C

Pressão Atmosférica: 687,8 mmHg

Umidade Relativa do Ar: 75,3 %

- Após o Envelhecimento (28 de outubro de 2020):

Para-raios	Tensão Inicial (Tensão Nominal) (2 a 10 segundos)	Tensão de Medição (1, 05 x MCOV)	Nível de DP na Tensão de Medição
1 - P	24 kVef	20,5 kVef	4 pC
2 - CP	24 kVef	20,5 kVef	-------

Condições Atmosféricas:

Temperatura Ambiente: 25,8 °C

Pressão Atmosférica: 678,1 mmHg

Umidade Relativa do Ar: 21,9 %

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

4.3. Ensaio de Envelhecimento sob tensão de operação simulando severas condições ambientais (1000h)

A Figura 5 mostra a condição geral dos para-raios ensaiados, no interior da câmara de névoa salina, após o término do período de 1000h.



Figura 5 – Câmara de névoa após o término do ensaio

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

A Figura 6 mostra os detalhes dos PARA-RAIOS para distribuição Modelo PBP. Como se pode observar, embora se note a presença de sal nas superfícies do material, não há sinais de trilhamento, erosão ou perfuração significativos no corpo do para-raios, tampouco em suas saias.



Figura 6 – PARA-RAIOS para distribuição Modelo PBP e Protótipo

Já a Figura 7, mostra os detalhes do item PARA-RAIOS tipo estação designação SL (classe 2) modelo PBPE após o ensaio. Similarmente, não há sinais de trilhamento, erosão ou perfuração significativos nas saias do equipamento.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.



Figura 7 – PARA-RAIOS tipo estação, designação SL (classe 2) modelo PBPE

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

Por sua vez, a Figura 8 mostra os detalhes do PARA-RAIOS tipo estação designação SM (classe 3) modelo PBPE. De maneira semelhante, não foram encontrados sinais de trilhamento, erosão ou perfuração significativos no corpo do para-raios, tampouco em suas saias e interfaces.

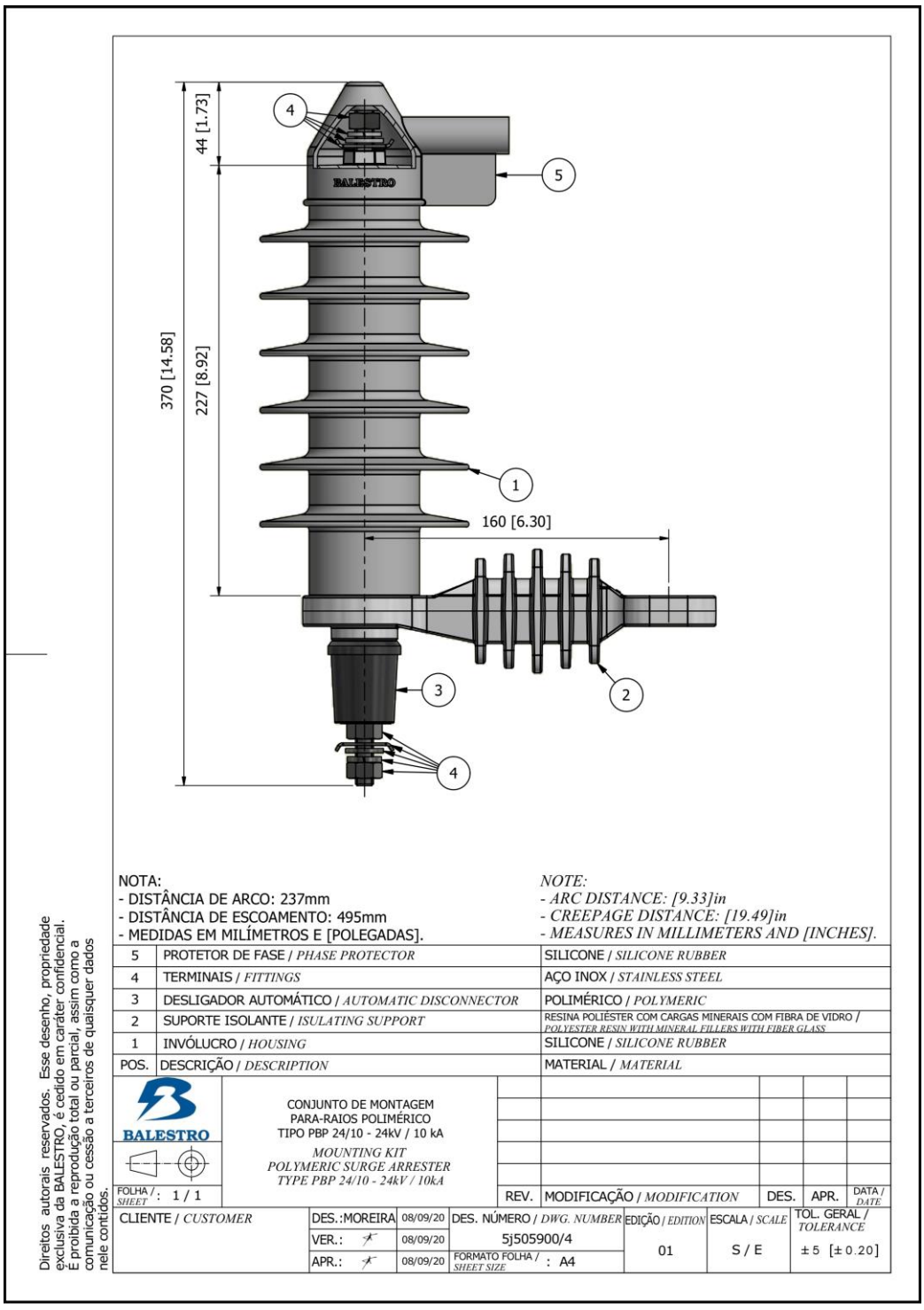
Em resumo, como nenhum dos espécimes testados apresentou sinais de degradação ou perfuração ao final do ensaio, as amostras podem ser consideradas aprovadas de acordo com o item **10.8.17.2.3** da Norma **IEC 60099-4**.



Figura 8 – PARA-RAIOS tipo estação designação SM (classe 3) modelo PBPE

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

5. DESENHOS FORNECIDOS PELO SOLICITANTE



NOTA:
- DISTÂNCIA DE ARCO: 237mm
- DISTÂNCIA DE ESCOAMENTO: 495mm
- MEDIDAS EM MILÍMETROS E [POLEGADAS].

NOTE:
- *ARC DISTANCE: [9.33]in*
- *CREEPAGE DISTANCE: [19.49]in*
- *MEASURES IN MILLIMETERS AND [INCHES].*

POS.	DESCRIÇÃO / *DESCRIPTION*	MATERIAL / *MATERIAL*
5	PROTETOR DE FASE / *PHASE PROTECTOR*	SILICONE / *SILICONE RUBBER*
4	TERMINAIS / *FITTINGS*	AÇO INOX / *STAINLESS STEEL*
3	DESLIGADOR AUTOMÁTICO / *AUTOMATIC DISCONNECTOR*	POLIMÉRICO / *POLYMERIC*
2	SUPORTE ISOLANTE / *ISULATING SUPPORT*	RESINA POLIÉSTER COM CARGAS MINERAIS COM FIBRA DE VIDRO / *POLYESTER RESIN WITH MINERAL FILLERS WITH FIBER GLASS*
1	INVÓLUCRO / *HOUSING*	SILICONE / *SILICONE RUBBER*

BALESTRO

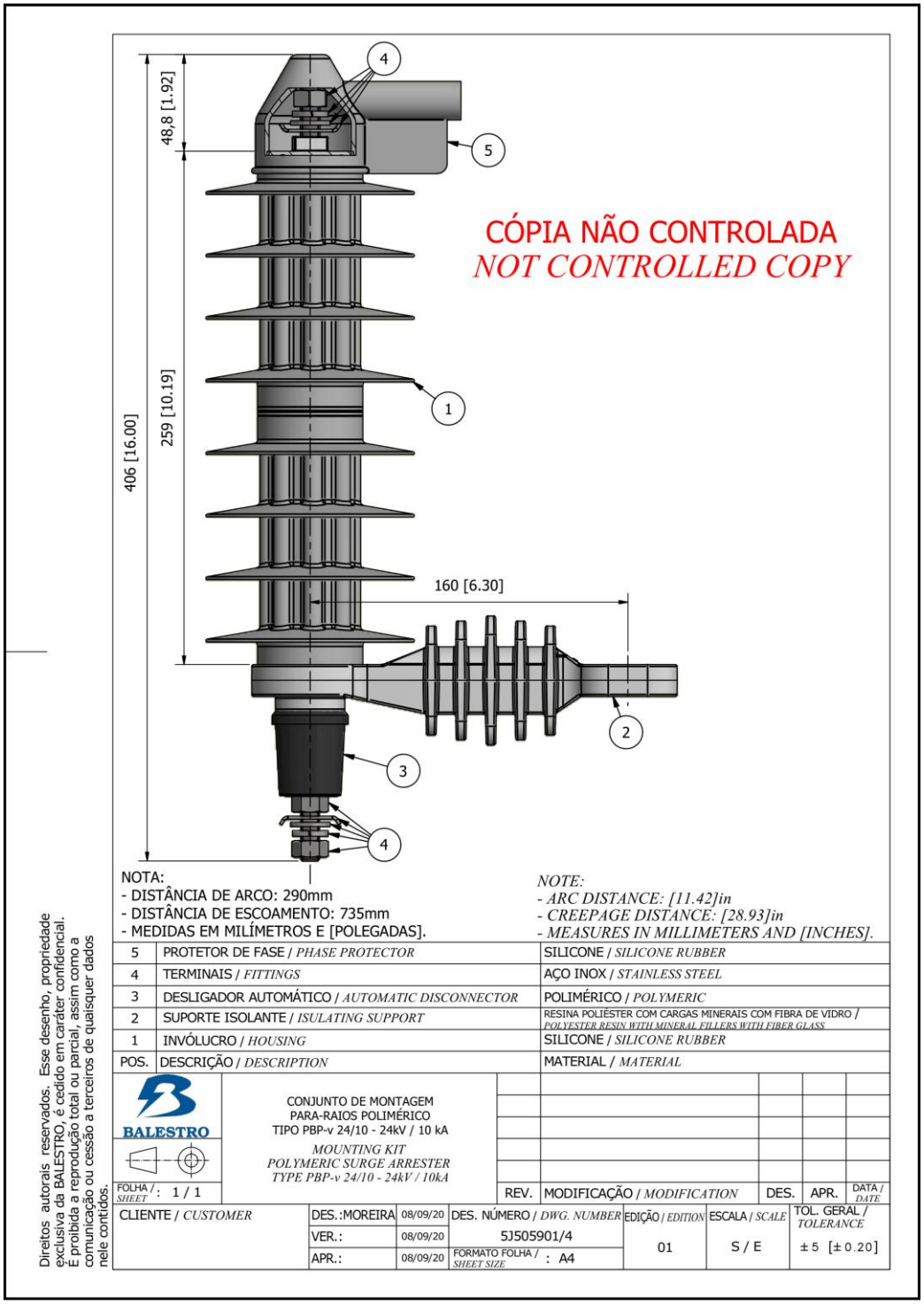
CONJUNTO DE MONTAGEM
PARA-RAIOS POLIMÉRICO
TIPO PBP 24/10 - 24kV / 10 kA
MOUNTING KIT
POLYMERIC SURGE ARRESTER
TYPE PBP 24/10 - 24kV / 10kA

FOLHA / *SHEET*: 1 / 1

REV.	MODIFICAÇÃO / *MODIFICATION*	DES.	APR.	DATA / *DATE*

CLIENTE / *CUSTOMER*			DES. NÚMERO / *DWG. NUMBER*	EDIÇÃO / *EDITION*	ESCALA / *SCALE*	TOL. GERAL / *TOLERANCE*
	DES.: MOREIRA	08/09/20				
	VER.:	08/09/20	5j505900/4	01	S / E	±5 [±0.20]
	APR.:	08/09/20	FORMATO FOLHA / *SHEET SIZE*: A4			

Direitos autorais reservados. Esse desenho, propriedade exclusiva da BALESTRO, é cedido em caráter confidencial. É proibida a reprodução total ou parcial, assim como a comunicação ou cessão a terceiros de qualquer dados nele contidos.



NOTA:
- DISTÂNCIA DE ARCO: 290mm
- DISTÂNCIA DE ESCOAMENTO: 735mm
- MEDIDAS EM MILÍMETROS E [POLEGADAS].

NOTE:
- ARC DISTANCE: [11.42]in
- CREEPAGE DISTANCE: [28.93]in
- MEASURES IN MILLIMETERS AND [INCHES].

POS.	DESCRIÇÃO / *DESCRIPTION*	MATERIAL / *MATERIAL*
5	PROTETOR DE FASE / *PHASE PROTECTOR*	SILICONE / *SILICONE RUBBER*
4	TERMINAIS / *FITTINGS*	AÇO INOX / *STAINLESS STEEL*
3	DESLIGADOR AUTOMÁTICO / *AUTOMATIC DISCONNECTOR*	POLIMÉRICO / *POLYMERIC*
2	SUPORTE ISOLANTE / *ISULATING SUPPORT*	RESINA POLIÉSTER COM CARGAS MINERAIS COM FIBRA DE VIDRO / *POLYESTER RESIN WITH MINERAL FILLERS WITH FIBER GLASS*
1	INVÓLUCRO / *HOUSING*	SILICONE / *SILICONE RUBBER*

BALESTRO

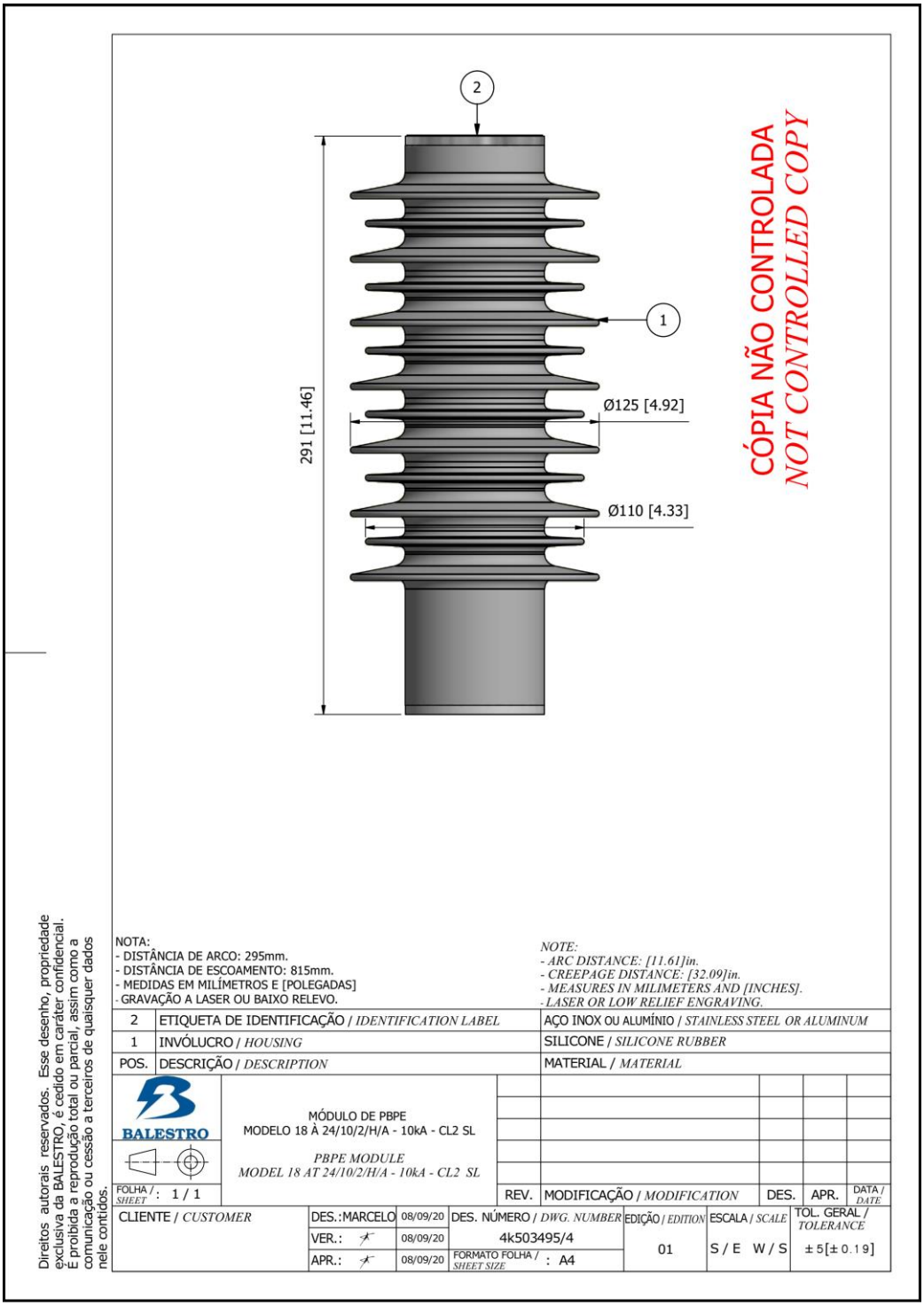
CONJUNTO DE MONTAGEM
PARA-RAIOS POLIMÉRICO
TIPO PBP-v 24/10 - 24kV / 10 kA
MOUNTING KIT
POLYMERIC SURGE ARRESTER
TYPE PBP-v 24/10 - 24kV / 10kA

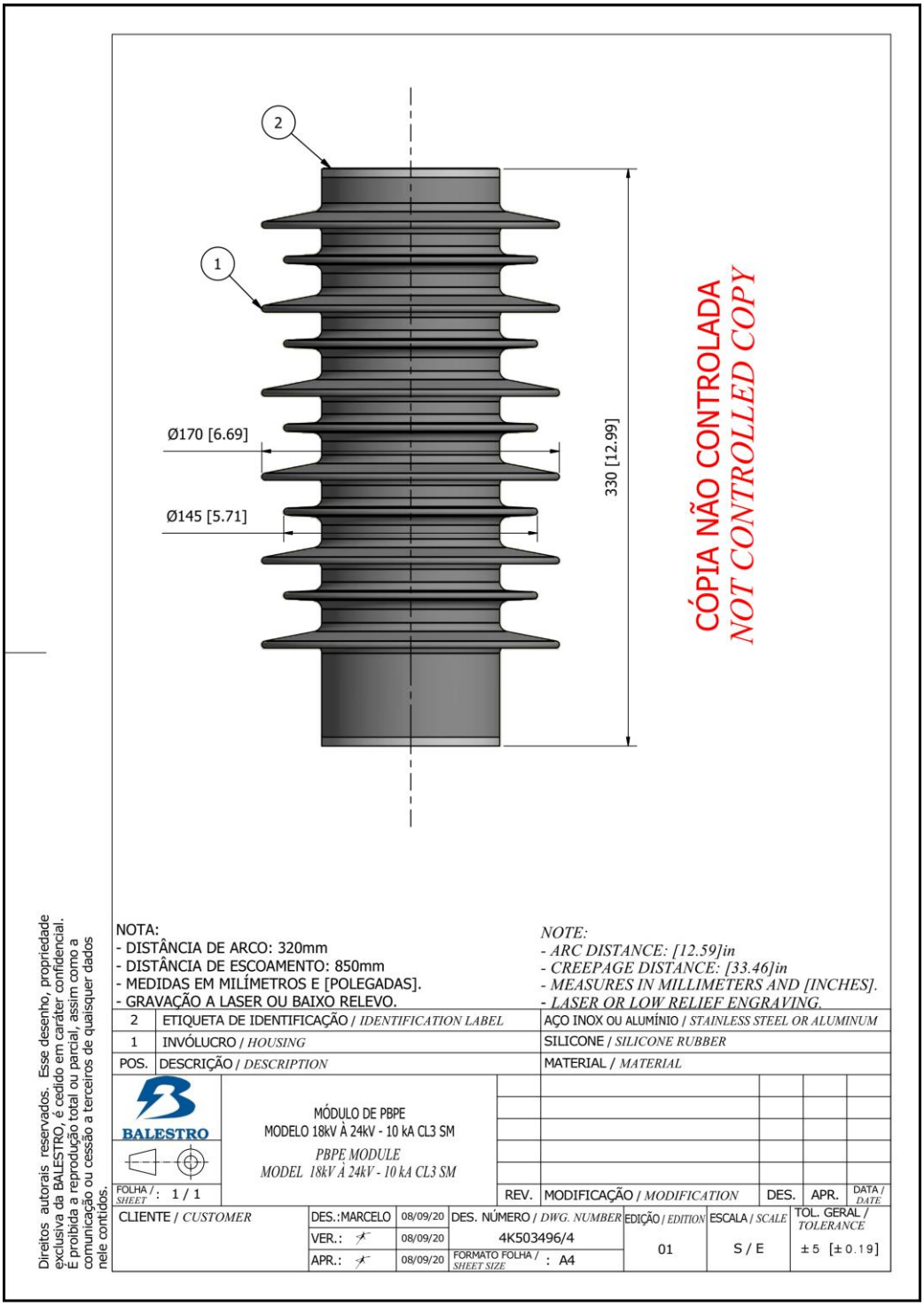
FOLHA / *SHEET*: 1 / 1

REV.	MODIFICAÇÃO / *MODIFICATION*	DES.	APR.	DATA / *DATE*

CLIENTE / *CUSTOMER*			DES. NÚMERO / *DWG. NUMBER*	EDIÇÃO / *EDITION*	ESCALA / *SCALE*	TOL. GERAL / *TOLERANCE*
	DES.: MOREIRA	08/09/20	5J505901/4	01	S / E	± 5 [± 0.20]
	VER.:	08/09/20				
	APR.:	08/09/20	FORMATO FOLHA / *SHEET SIZE*: A4			

Direitos autorais reservados. Esse desenho, propriedade exclusiva da BALESTRO, é cedido em caráter confidencial. É proibida a reprodução total ou parcial, assim como a comunicação ou cessão a terceiros de qualquer dados nele contidos.


2
1
291 [11.46]
Ø125 [4.92]
Ø110 [4.33]
CÓPIA NÃO CONTROLADA
NOT CONTROLLED COPY
NOTA:
- DISTÂNCIA DE ARCO: 295mm.
- DISTÂNCIA DE ESCOAMENTO: 815mm.
- MEDIDAS EM MILÍMETROS E [POLEGADAS]
- GRAVAÇÃO A LASER OU BAIXO RELEVO.
NOTE:
- ARC DISTANCE: [11.61]in.
- CREEPAGE DISTANCE: [32.09]in.
- MEASURES IN MILIMETERS AND [INCHES].
- LASER OR LOW RELIEF ENGRAVING.
2 ETIQUETA DE IDENTIFICAÇÃO / IDENTIFICATION LABEL — AÇO INOX OU ALUMÍNIO / STAINLESS STEEL OR ALUMINUM
1 INVÓLUCRO / HOUSING — SILICONE / SILICONE RUBBER
POS. DESCRIÇÃO / DESCRIPTION — MATERIAL / MATERIAL
BALESTRO
MÓDULO DE PBPE
MODELO 18 À 24/10/2/H/A - 10kA - CL2 SL
PBPE MODULE
MODEL 18 AT 24/10/2/H/A - 10kA - CL2 SL
FOLHA / SHEET : 1 / 1
REV. MODIFICAÇÃO / MODIFICATION DES. APR. DATA / DATE
CLIENTE / CUSTOMER
DES.: MARCELO 08/09/20
VER.: 08/09/20
APR.: 08/09/20
DES. NÚMERO / DWG. NUMBER 4k503495/4
FORMATO FOLHA / SHEET SIZE : A4
EDIÇÃO / EDITION 01
ESCALA / SCALE S / E W / S
TOL. GERAL / TOLERANCE ±5[±0.19]
Direitos autorais reservados. Esse desenho, propriedade exclusiva da BALESTRO, é cedido em caráter confidencial. É proibida a reprodução total ou parcial, assim como a comunicação ou cessão a terceiros de qualquer dados nele contidos.


2
1
Ø170 [6.69]
Ø145 [5.71]
330 [12.99]
CÓPIA NÃO CONTROLADA
NOT CONTROLLED COPY
NOTA:
- DISTÂNCIA DE ARCO: 320mm
- DISTÂNCIA DE ESCOAMENTO: 850mm
- MEDIDAS EM MILÍMETROS E [POLEGADAS].
- GRAVAÇÃO A LASER OU BAIXO RELEVO.
NOTE:
- ARC DISTANCE: [12.59]in
- CREEPAGE DISTANCE: [33.46]in
- MEASURES IN MILLIMETERS AND [INCHES].
- LASER OR LOW RELIEF ENGRAVING.
2 ETIQUETA DE IDENTIFICAÇÃO / IDENTIFICATION LABEL — AÇO INOX OU ALUMÍNIO / STAINLESS STEEL OR ALUMINUM
1 INVÓLUCRO / HOUSING — SILICONE / SILICONE RUBBER
POS. DESCRIÇÃO / DESCRIPTION — MATERIAL / MATERIAL
BALESTRO
MÓDULO DE PBPE
MODELO 18kV À 24kV - 10 kA CL3 SM
PBPE MODULE
MODEL 18kV À 24kV - 10 kA CL3 SM
FOLHA / SHEET : 1 / 1
REV. MODIFICAÇÃO / MODIFICATION DES. APR. DATA / DATE
CLIENTE / CUSTOMER
DES.:MARCELO 08/09/20
VER.: 08/09/20
APR.: 08/09/20
DES. NÚMERO / DWG. NUMBER 4K503496/4
FORMATO FOLHA / SHEET SIZE : A4
EDIÇÃO / EDITION 01
ESCALA / SCALE S / E
TOL. GERAL / TOLERANCE ±5 [±0.19]
Direitos autorais reservados. Esse desenho, propriedade exclusiva da BALESTRO, é cedido em caráter confidencial. É proibida a reprodução total ou parcial, assim como a comunicação ou cessão a terceiros de qualquer dados nele contidos.

6. OBSERVAÇÃO

- O ensaio foi acompanhado e inspecionado no seu início e em alguns momentos ao decorrer da sua execução pelo Eng. Adriano Dellallibera, da empresa Balestro;
- Partes do ensaio foram também transmitidas por meio de vídeo chamada e/ou filmagens aos técnicos e engenheiros responsáveis da concessionária CHESF.

* * *

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.
O laboratório não é responsável pela amostragem, os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.