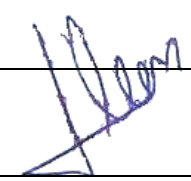



DENEY RAPORU  
Test Report

1.RAPOR BİLGİLERİ / Report info:

Müşteri <i>Customer</i>	Forend Elk.Malz. ve Dış Tic.A.Ş
Adres <i>Address</i>	Halaskargazi Cad. Şişli Sarayı Apt. No:141 Kat:4 Daire:7 Osmanbey / Şişli / İstanbul / Türkiye Tel : 0 212 2915163 (2 Hat) Faks : 0 212 2915165
Numune <i>Sample</i>	Aktif Paratoner başlığı / E.S.E Lightning Conductor
Marka <i>Trade Mark</i>	FOREND
Deney Tarihi <i>Date of Test</i>	24/06/2019
Rapor Sayfa Sayısı <i>Number of Pages of Report</i>	11

2.TEST KATILIMCILARI / Test authority and observers:

Testi izleyen ve Koordine eden kurum <i>Test Monitored &amp; Coordinated by</i>	OTU -E.E.B.	
Teste katılan firma ve yetkilisi <i>Test Customer representative</i>		
Test Laboratuvarı <i>Test Lab. Conducted In</i>	HIZAL San.Tic.Ltd. Yüksek Gerilim Laboratuvarı 1273.sok./No:17-OSTİM - Ankara	
Laboratuvar Sorumlusu-Deneyi Uygulayan Mühendis <i>Lab Official-Test Executed by</i>	MUSTAFA FAKILI Elektrik Elektronik Mühendis	
Deney Sorumlusu-Deneyi İzleyen ve Kontrol eden <i>Test Official-Test Monitored and controlled by</i>	PROF.DR.MIRZAHAN HIZAL OTU Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Bölümü	

DENEY RAPORU  
Test Report

3.NUMUNELERİN TANIMI / Description of Samples:

No:	Tip / Type	Seri No / Serial Number
1	FOREND -PETEX L	0001

\*Deney Metodu:  
*Method of Test* Yok/N.a.

\*Varsa deney metodundan sapmalar, eklemeler, çıkarmalar:  
*if applicable deviation, addition, cutback from test method* Yok/N.a.

\*Şartname veya standartlara uygunluk / uygunsuzluk  
*Conformity / non-conformity to specifications (if necessary)* Yok/N.a.

\*Ölçüm Belirsizliği (talep halinde)  
*Uncertainty (if required)* Yok/N.a.

Beyan edilen genişletilmiş ölçüm belirsizliği, standart belirsizliğin k=2 olarak alınan genişletme katsayısı ile çarpımı sonucunda bulunan değerdir ve % 95 oranında güvenilirlik sağlamaktadır.  
*The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor k=2 which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95 %.*

4.DENEYDE KULLANILAN ÖLÇÜM CİHAZLARI /Measurement instruments used at test:

Cihaz <i>Device</i>	İmalatçı <i>Manufacturer</i>	Seri No <i>Serial Number</i>	Sertifika No <i>Certificate Nr</i>	Kalibrasyon Tarihi <i>Cal.Date</i>
Digital Multimetre	DMM Fluke	115	UMS,AB-0018-K , E3381	05.15
High Voltage Impulse Measurement System	HIZAL / Rigol Electronic	H-220 IVD-09 / DS1102E	UMS, E-1918	01.20
High Current Measurement Current Probe	HIZAL / Fluke-	i-2000 Flex Rogwsky Coil/Schunt Serial: 0094	UMS, 020517	03.17

Kalibrasyon geçerlilik Süreleri (Calibrations valid through): IEC 60060-2-(Madde 10.3) 5 yıl/years  
10.3 Referans ölçme sistemlerinin birbirini izleyen kalibrasyonları arasındaki zaman  
Aksine bir husus olmadıkça belgelendirme işlemi, en az her beş yılda bir tekrarlanmalıdır.  
*(10.3- Interval between successive calibrations of reference measuring systemsThe interval between calibrations shall be determined according to national regulations. If there is no regulation it is recommended that the calibrations shall be repeated at least once every five years, provided that regular performance checks demonstrate the stability of the reference measuring system.)*

OSTİM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
100. YIL BULVARI NO: 99 OSTİM MERKEZİ 10. KAT  
NO: 12 OSTİM/ANKARA TEL: (0312) 386 01 21-22  
FAXS: 0.312 354 39 93 OSTİM Y.Bİ. 648 767 14 30

DENEY RAPORU  
Test Report

**5. ÇEVRE ŞARTLARI /Environmental conditions:**

Test süresince bu değerlerde gözlenir bir değişiklik olmamıştır .  
*These values were observed not change appreciably during the test.*

	Başlangıç/ Start	Orta/ Middle	Son/ Final
Ortam Sıcaklığı <i>Ambient Temperature</i>	26 C	26 C	27 C
Ortam Nemi <i>Relative Humidity</i>	% 60	%61	%60
Ortam Hava Basıncı <i>Relative Air Pressure</i>	1021 hPa	1022 hPa	1022 hPa

**6.DENEY SONUÇLARI / Test results:**

Deney sonuçları, sadece deneyi yapılan numunelere aittir.  
*Test results are just belong to tested item.*

No	Numuneler/ Samples	Deney Adı / Test	Sonuç/ Result
1	FOREND - PETEX L	1-NFC17-102 ( Appendix C ) /Version 2011, TS 13709 (Mayıs 2016) Standart: Yıldırım Darbe Erken Emisyon Zaman Kazancı -Lightning Catching Head Impulse Voltage Streamer Time Lag. Gain Measurements  2-TSE EN 62561-1, NFC 17-102 (2011) c-3.5 (10/350) Yüksek Gerilim Akım Darbe Dayanım Testi - Current Impulse Withstand test 100kA current level	OK/Passed

**7. RAPOR AÇIKLAMALARI / Test descriptions:**

7.1-Yıldırım Darbe Erken Emisyon Zaman Kazancı / Lightning Imp. Early Streamer Emission Time Gain:  
7.1.1.Testin Uygulanması:

Deneyler yukarıda zikredilen standartta öngörülen esaslara uygun olarak hazırlanmış bir yüksek gerilim elektrodu ile zemine yerleştirilmiş numune paratöner başlığı arasında, 50'ser adet ölçülebilir atlama olarak negatif polaritede yaklaşık 250 / 2500  $\mu$ S (Rise time = 170  $\mu$ S ) dalga şekline sahip darbe gerilimleri uygulanmak suretiyle yapılmıştır. Atlamalar arasında 2 dk süre verilmiştir.

OSTİM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
100. YIL BULVARI NO: 99 OFİS MERKEZİ 10. KAT  
NO: 12 OSTİM/ANKARA TEL: (0312) 386 01 21-22  
FAXS: 0312 354 39 93 OSTİM V.D: 648 067 14 30

DENEY RAPORU  
Test Report

Yüksek gerilim elektrodu kenarları yuvarlak  $R=20$  cm ,  $300 \times 300$  cm ebadında yerden min 200cm (H) yukarıda izole edilmiş düzlem bir elektrot olup Numune uç noktası ile elektrot arasındaki aralık 100 cm ye (d) ayarlanmıştır. Testte kullanılan darbe gerilimleri 1.2 MV , 60 kJoule , (HIZAL ) darbe generatörü ile 20kV/m-25kV/m arasında uygulanmıştır. Testlerde 100cm boyunda (h) (28mm çap, boyun 90 cm'i yuvarlak formda daha sonra sivrilerek sonlanan cubuk) standartta belirtilen fiziksel boyutlara ve geometriye sahip olan (SR) (basit sivri çubuk ) elektrot ile ESE numune paratöner başlığı , yerden aynı yükseklikte sıra ile test edilmiş ve her iki sistem için ortalama atlama süreleri tesbit edilmiştir.

Execution of Test:

Tests were carried out using a high voltage electrode prepared according to the criteria mentioned in the related standart with dimensions ; edge radius  $R = 20$  cm , diameter  $\Phi = 300$  cm and as the ground electrode , in the first case a simple catching rod and in the second case the sample active catching device ( ESE ) head.

In each case 100 negative impulses of approximately 250 / 2500  $\mu$ S (Rise time = 170  $\mu$ S ) waveform were applied and the streamer initiation time lags were recorded by DSO. The spacing between the cathing rod or device and the High Voltage plane electrode was set to 100 cm , the test impulse voltages were applied by means of a 1.2 MV , 60 kJoule impulse generator.

The tests were applied using the ESE device under the test and a simple cathing rod of the same tip geometry and total length.

TABLO.1 /TABLE.1

Numune/Sample	Zaman Kazancı/Time lag ( $\mu$ S )		
	Minimum	Maximum	Ortalama /Average
/ Serial No			
Standart Rod	116	324	180
1- FOREND -PETEX L/0001	80	148	94

7.1.2.Ölçümler:

Ölçümler ; Tablo.1 de verilmiştir. Test sistemi şeması Şekil-1 ve Görselleri Resim.1.de gösterilmiştir

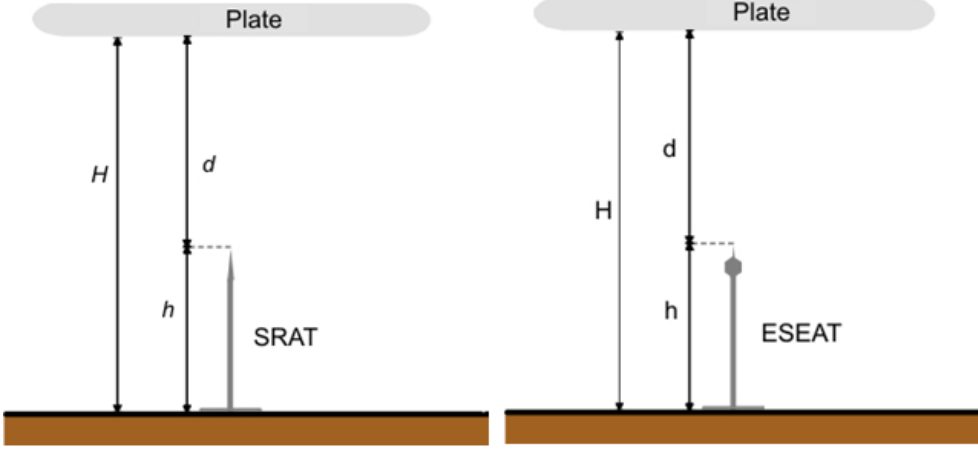
Measurements:

Test set-up is shown in Figure.1 and the measurements are given in Table.1 and test pictures shown in pic.1.

OSTİM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
100. YIL BULVARI NO: 99 OFİS MERKEZİ 10. KAT  
NO: 12 OSTİM/ANKARA TEL: 0312 386 01 21-22  
FAKS: 0312 354 39 93 OSTİM V.B: 648 067 14 30

**DENEY RAPORU**  
*Test Report*

Şekil 1 / FIG.1. Test Şeması



Resim-1/Pic-1: Yıldırım Darbe Test Sistemi ve Erken Emisyon Zaman Kazancı Test Görşeli/ESE Test Pic.  
\* FOREND -PETEX L/0001



OSTİM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
100. YIL BULVARI No: 99 OFİM'S MERKEZİ 10. KAT  
No: 12 OSTİM/ANKARA TEL: (0312) 386 01 21-22  
FAXS: 0312 354 39 93 OSTİM Y.DI: 648 067 14 30

*[Handwritten signature]*

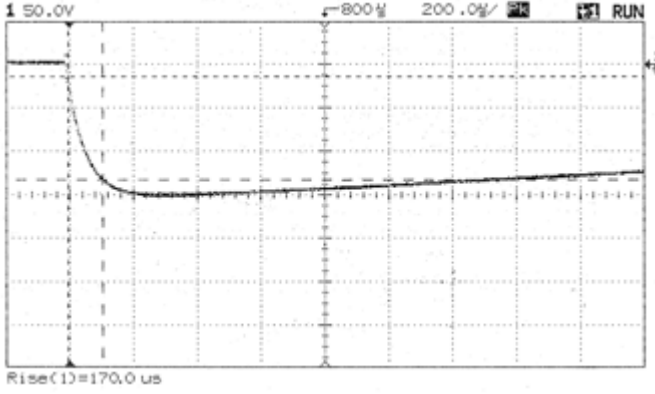
**S**

**Bu rapor, Laboratuvarımızın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz raporlar geçersizdir.**  
*This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Testing reports without signature and seal are not valid.*

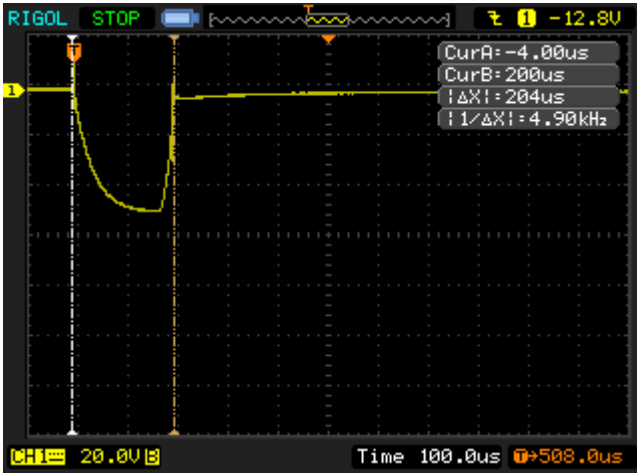
**YGAM/FOR /OTU/HZL/REV**

**DENEY RAPORU**  
*Test Report*

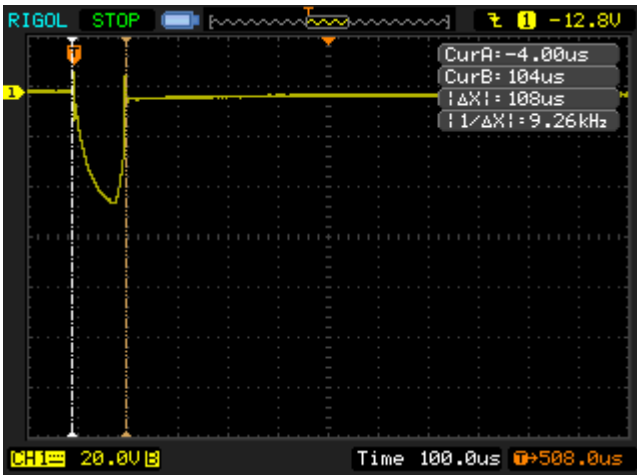
Test ölçümleri şekil 2'de verilmiştir (Voltage oscillograms are given in Figures .2)



- Test Darbe gerilimi (Impulse Test Voltage) :  $V_{\min} = - 981 \text{ kV}$



- Test Darbe gerilimi (Impulse Test Voltage): SR Rod



- Test Darbe gerilimi (Impulse Test Voltage): ESE Sample

OSTİM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
100. YIL BULVARI NO: 99 OFİM'İN MERKEZİ 10. KAT  
NO: 12 OSTİM/ANKARA TEL: (312) 386 01 21-22  
FAX: (312) 386 01 23 E-POSTA: OSTİM@OSTİM.V.D. 648 067 14 30

DENEY RAPORU  
Test Report

**7.1.3. TEST SONUÇLARININ İNCELENMESİ / EVALUATION of THE TEST RESULTS**

NFC17-102 ( Appendix C ) /Version 2011 Standardında öngörüldüğü üzere , SR Çubuk ve ESE Numune paratöner başlıkları ile elde edilen ortalama zaman gecikmeleri aşağıda Şekil.2 de gösterilen Referans elektrik alanı ve test elektrik alan eğrileri üzerinde uygulanarak , bu zaman gecikmelerine karşılık gelen elektrik alan değerlerinde , referans alan eğrisinden bulunan ;

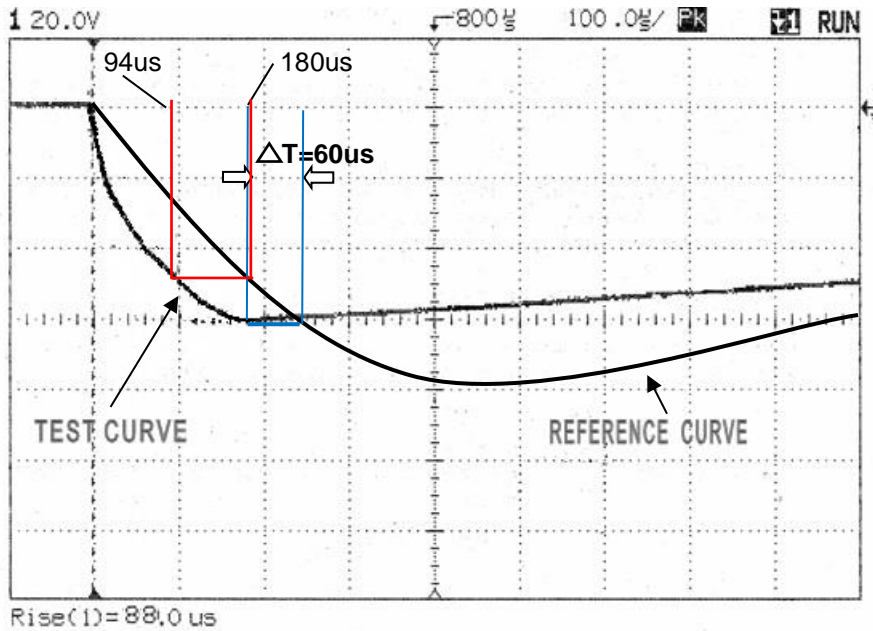
- FOREND -PETEX L /Numune 1 için  $\Delta T = 60\mu s$

As described in NFC17-102 ( Appendix C ) /Version 2011, the average time lags are applied to the reference curve and the test curve and the difference between the corresponding values are obtained as the time lag gain  $\Delta T$  for the ESE sample;

- FOREND -PETEX L /Sample 1:  $\Delta T = 60\mu s$

**Sekil 3 /Figure.3. Streamer Time Gain determination for the ESE Samples**

1- FOREND -PETEX L :



OSTİM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
100. YIL BULVARI NO: 99 OFİS MERKEZİ 10. KAT  
NO: 12 OSTİM/ANKARA TEL: 0312 386 01 21-22  
FAKS: 0.312 354 39 93 OSTİM V.D. 648 067 14 30

DENEY RAPORU  
Test Report

**7.1.4.SONUÇLAR / RESULT**

Yapılan deneyler kapsamında ESE Numunenin SR basit yıldırım çubuğuna oranla önemli bir karşı deşarj tetikleme zaman kazancı sağladığı tesbit edilmiş ve NFC17-102 ( Appendix C ) /Version 2011 Standartlarında öngörülen esaslara göre ESE yani Aktif Paratöner olarak nitelendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

In context of the tests described above , it was determined that the ESE Sample has provided a certain time gain against the SR catching rod and therefore can be termed as ESE Lightning Catching Device according to the criteria described in ve NFC17-102 ( Appendix C ) /Version 2011

**7. 2-AKIM DAYANIM CURRENT WITHSTAND**

**7.2.1. AKIM DARBE TESTİ / CURRENT IMPULSE TESTS**

Numuneye Yıldırım Darbe Generatörü ( 50kV , 250 KJ ) uygun şekilde bağlanmak suretiyle ve bir bobin aracılığıyla darbe akımı uygulanmıştır. Numuneye 3 er defa uygulanan darbe akımından sonra numune gözle muayene edilmiş ve herhangi bir hasar veya bağlantılarda gevşeme meydana gelmediği tesbit edilmiştir. Testlerde uygulanan akım darbe şekli, Şekil.4. de , Test Sistemi görünüşü ve Test edilen numunelerin görselleri Test Resimleri aşağıda verilmiştir

Stages of HVcurrent impulse generator ( 50kV , 250 KJ ) was connected in paralel to produce current impulses . Three successive current impulses with a waveform shown in Fig.1. was applied to the sample and visually inspected for any damage . The sample connections were also checked if any change occurred in the tightening torque before and after the test . No noticable damage and no significant change in the connections were observed. The test set - up is shown in Test Pictures.

İlgili Standarda göre yapılan analizde ; numunelerden geçirilen darbe akımı ve uygulanan enerji aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

• **TABLO:**

Çizelge 1-Yıldırım darbesi akım (/mp) parametreleri

Sınıflandırma	İmp kA □□%10	W/R kJ/Ω □□% 35
H	100	2500
N	50	625

Not - Çizelge 1'de belirtilen parametreler, tipik olarak 10/350 µs'lik aralıkta üssel azalan akımla gerçekleştirilebilir.

OSTİM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
100. YIL BULVARI NO: 99 OFİM'S MERKEZİ 10. KAT  
NO: 12 OSTİM/ANKARA TEL: 0312 386 01 21-22  
FAXS: 0.312 354 39 93 OSTİM V.B: 648 067 14 30



DENEY RAPORU  
Test Report

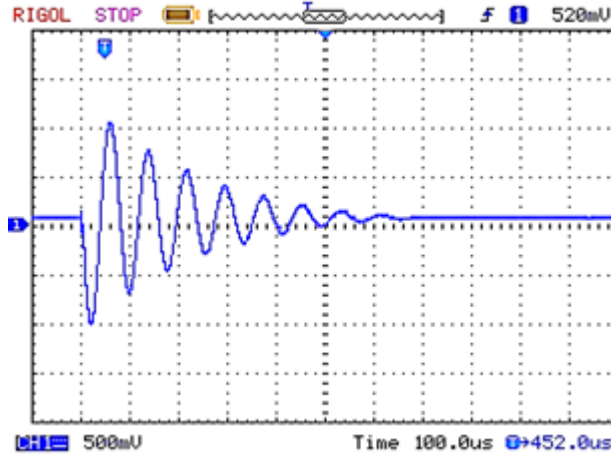
The current waveform is analyzed according to the related standard (NFC17-102 (Appendix C) /Version 2011, Electrical Test) and the energy / ohm in the sample conductor is calculated as follows :

Standarta uygun test düzeninde Test Objesine İletilen enerji miktarı :

$I_{max}=102.08 \text{ kA}$   $I_{peak-ort} = 51.04 \text{ kA}$  ,  $\Delta t = 2 \text{ ms}$  olduğundan ,  $W= (I_{rms})^2 . R . \Delta t$  ,  
 $W = (51,04/\sqrt{2} . 10^3)^2 . 10^{-3} . 2 . 10^{-3} = 2605 \text{ kJ}$  , ve  $W/R = 2605 \text{ kJ} / 10^{-3} = 2.605 \text{ (MJ / ohm)}$  olarak bulunmaktadır. Bu değer standartta öngörülen değerle uyumludur.

Energy transferred due to the standard through the test object:

$I_{max}=102.08 \text{ kA}$   $I_{peak-ort} = 51.04 \text{ kA}$  ,  $\Delta t = 2 \text{ ms}$  measured ,  $W= (I_{rms})^2 . R . \Delta t$  ,  
 $W = (51,04/\sqrt{2} . 10^3)^2 . 10^{-3} . 2 . 10^{-3} = 2605 \text{ kJ}$  , ve  $W/R = 2605 \text{ kJ} / 10^{-3} = 2.605 \text{ (MJ / ohm)}$  is found. This value is in accordance with the limit value specified in the Standard .



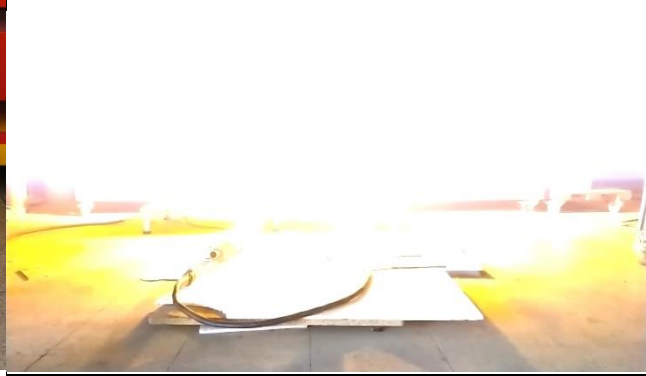
Sekil 4 /Fig .4. Akım darbe Osilogramı / Impulse current oscillogram ,

OSTİM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
100. YIL BULVARI NO: 99 OFİS MERKEZİ 10. KAT  
NO: 12 OSTİM/ANKARA TEL: (0312) 386 01 21-22  
FAXS: 0.312 354 39 93 OSTİM V.D. 648 067 14 30

DENEY RAPORU  
Test Report

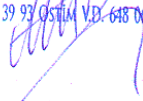
- TEST Resimleri:

Akım Darbe Dayanım Test Sistemi ve Test Görşeli:



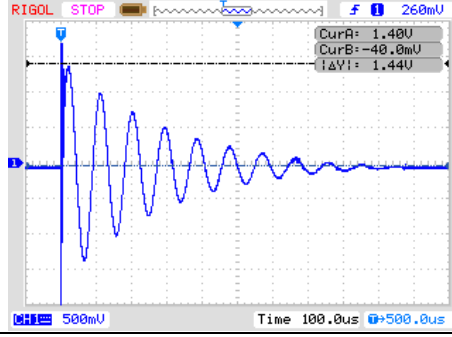
- Akım darbe ölçme ve sistemi ve probu / Impulse current recording system and the current probe

OSTİM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
100. YIL BULVARI NO: 99 OFİS MERKEZİ 10. KAT  
NO: 12 OSTİM/ANKARA TEL: 0312 386 01 21-22  
FAX: 0.312 354 39 93 OSTİM V.B. 648 067 14 30



DENEY RAPORU  
Test Report

7.2.2.TEST ÖLÇÜMLERİ / Measurements:

TEST Numune SAMPLE NO:	OSİLOGRAM	TEST MEASUREMENT	TEST RESULT
1- FOREND - PETEX L		<b>Impulse Current:</b> I <sub>max</sub> =102.08 kA I <sub>peak-ort</sub> = 51.04 kA , Δ t = 2 ms , W= (I <sub>rms</sub> ) <sup>2</sup> .R . Δ t , W = (51,04/√ 2 . 10 <sup>3</sup> ) <sup>2</sup> . 10 <sup>-3</sup> . 2 . 10 <sup>-3</sup> = 2605 kJ , ve W/R = 2605 kJ/ 10 <sup>-3</sup> = 2.605 (MJ / ohm )	GEÇTİ/ Passed

8. RAPOR SONUCU / REPORT CONCLUSION

Yapılan test ve ölçümler kapsamında numunelerin ilgili standardına uygun nitelikte oldukları sonucuna varılmıştır. Saygılarımızla .

In the context of the applied tests the samples above was found to be in accordance with and above performance to the related standard specification.

Deneyi İzleyen ve Kontrol eden

PROF.DR.MIRZAHAN HIZAL

OTU Mühendislik Fakültesi

Elektrik Elektronik Bölümü

OSTİM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
NO: FUL BULVARI NO: 99 ÖFİM İS. MERKEZİ 10. KAT  
NO: 12 OSTİM/ANKARA TEL: (0312) 386 01 21-22  
FAKS: 0.312 354 39 93 OSTİM V.D. 648 067 14 30