



PD Kalibratör Yapımı

İsmail KARAMAN

5.11.2015

- Kısmi Boşalma (PD) Nedir ?
- Kısmi Boşalma (PD) Nerede Oluşur ?
- Kısmi Boşalma (PD) Tespiti ve Ölçülmesi
- Kısmi Boşalma (PD) Ölçüm Sistemi
- Kısmi Boşalma (PD) Analizi
- Kısmi Boşalma (PD) Kalibratörü
- PD Kalibratör Kalibrasyonu
- PD Kalibratör Belirsizlik Değerleri
- UME Referans PD Ölçüm Sistemi
- Referans PD Ölçüm Sistemi Yazılımı
- Endüstriyel PD Kalibratör
- PD Kalibratör Performans Testleri

Kısmi Boşalma (PD) Nedir ?



İki elektrot arasında yalıtkan malzemenin yapısındaki problemler nedeniyle oluşan elektriksel boşalma ya da akım-gerilim darbecikleridir.



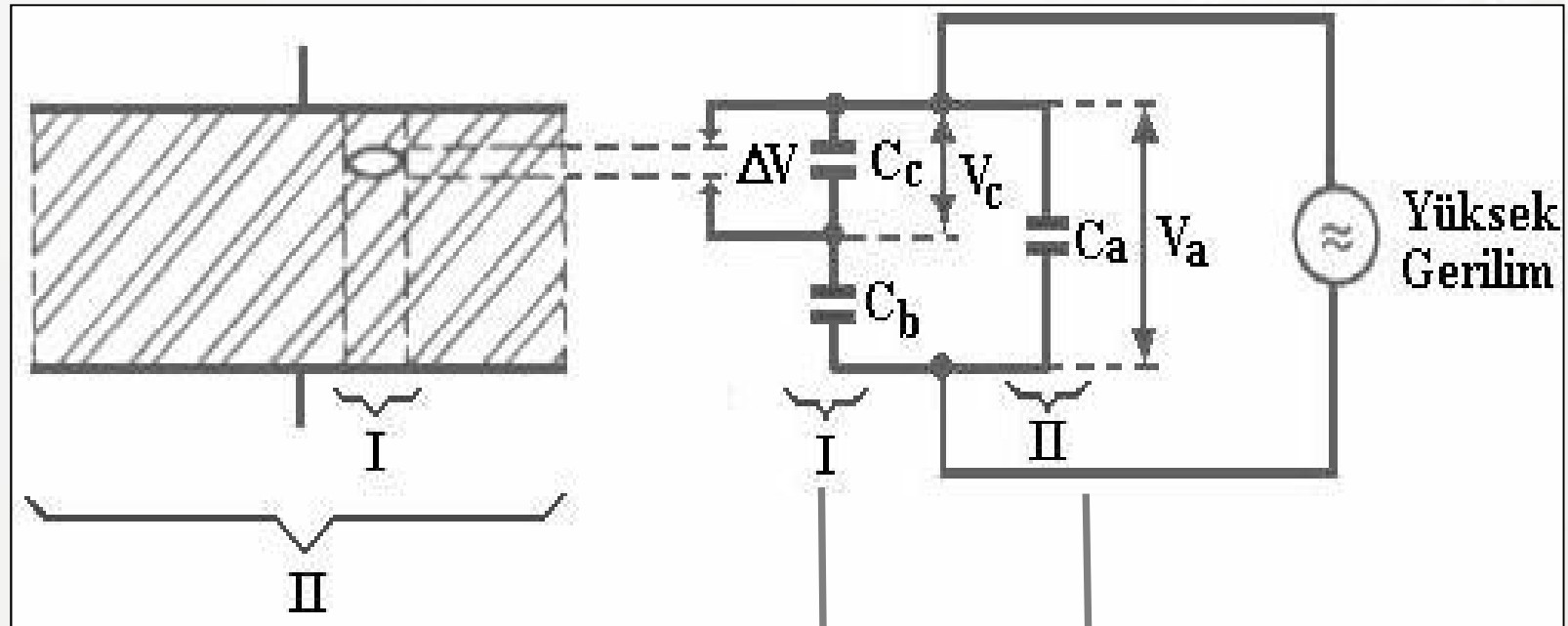
IEC 60270'deki tanımına göre; iletkene bitişik veya ayırık izolasyonu sadece kısmi olarak aşarak iletkenler arasında oluşan elektriksel boşalmadır.



Kısmi boşalmalar yalıtkan yüzeyinde oluşuyor ise bunlar gerilim darbecikleri, yalıtkan içinde oluşuyor ise akım darbecikleri olarak tanımlanır.

Kısmi Boşalma (PD) Nedir ?

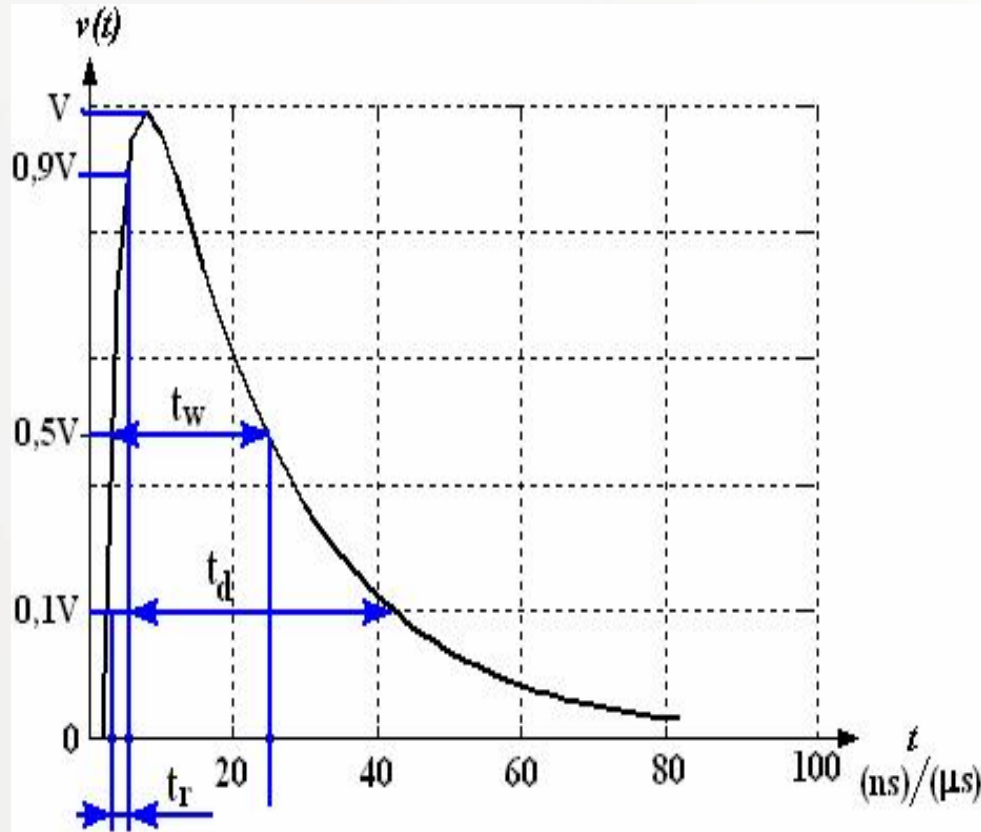
Boşluk İçeren Bir Yalıtkanın Elektriksel Eşdeğer Devresi



- I. Boşluğun kapasitesi C_c
- II. Yalıtkan Malzemenin Kapasitesi C_a

Kısmi Boşalma (PD) Nedir ?

Kısmi Boşalma (PD) Darbe Şekli



T_r : Darbe yükselme süresi

- ns ler mertebesinde
- ≤ 60 ns (IEC 60270)

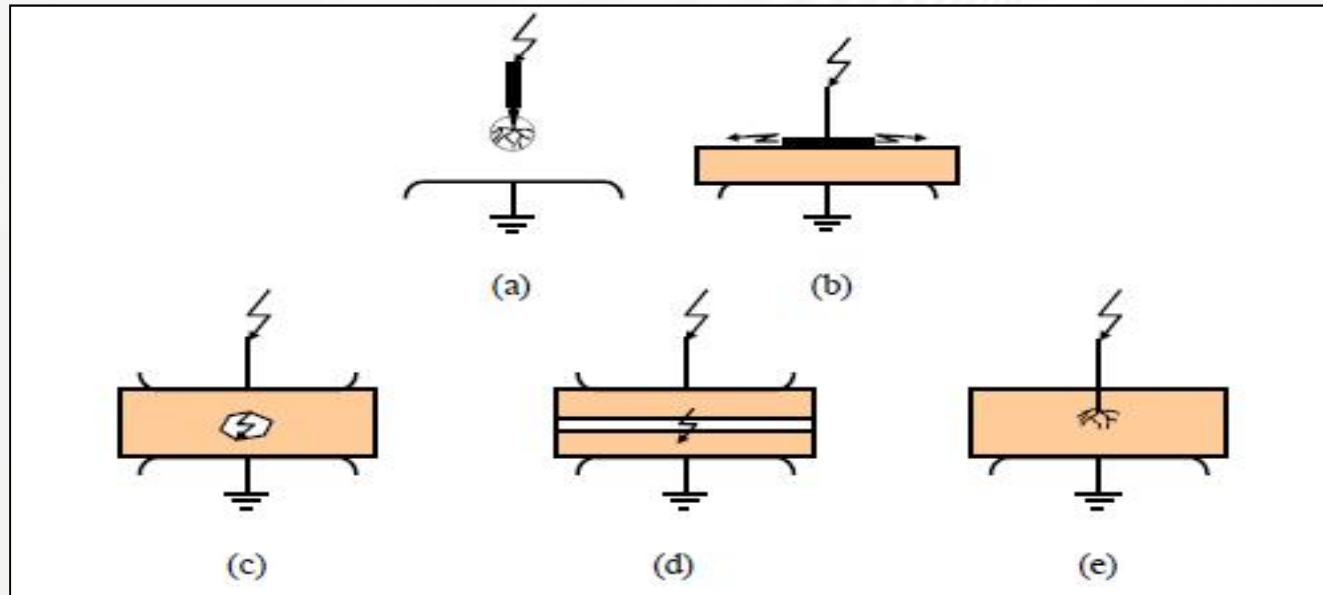
T_w : Darbe Yarı-Değer Süresi

T_d : Darbenin %10 değerine inme süresi

- Sınırlı Bozulma Süresi
- > 5 μs (IEC 60270)

Kısmi Boşalma (PD) Nerede Oluşur ?

- a) Eğrilik yarıçapı küçük elektrotlar (**keskin kenar, köşe veya sivri uçlar**) ve hatlar çevresindeki boşalmalar.
- b) Elektrotların katı yalıtkan tarafından örtülü olduğu **ve yalıtkan yüzeyinde oluşan** yüzeysel boşalmalardır.
- c,d,e) Katı yalıtkan içindeki **boşluk veya aralıklardaki** boşalmalardır.

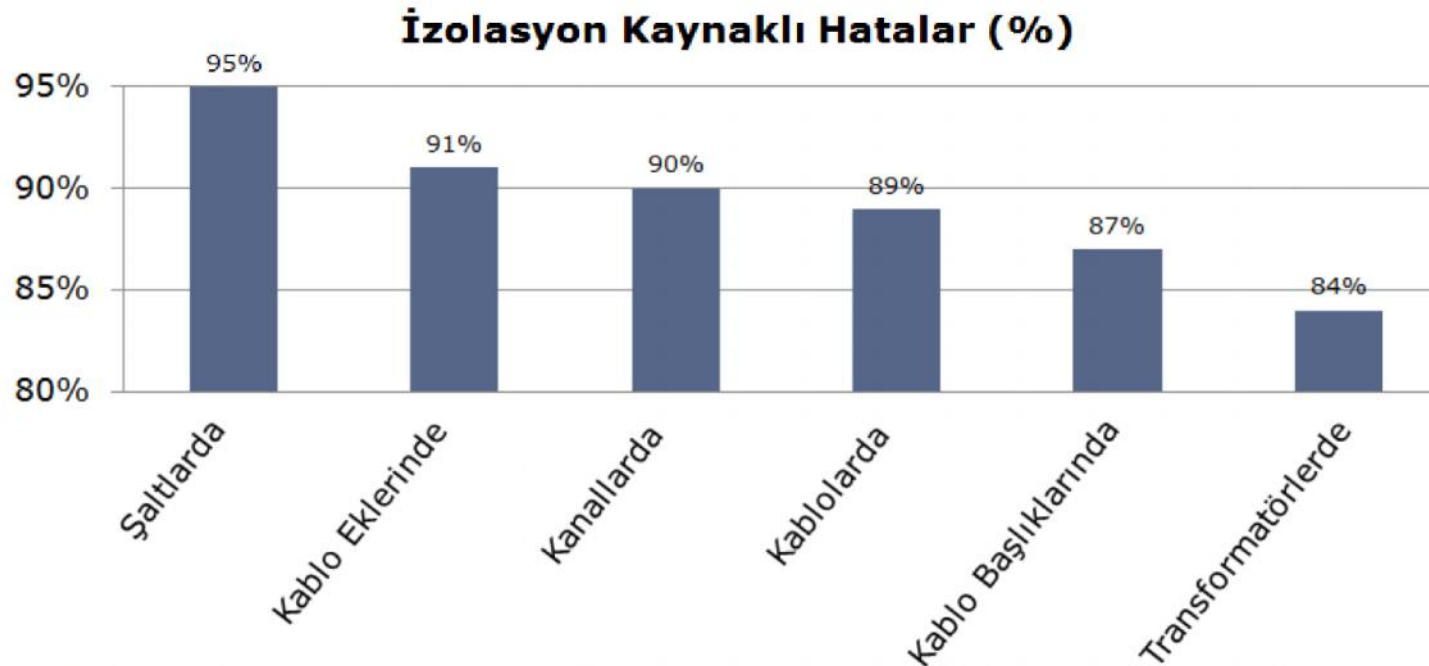


- Kısmi boşalma örnekleri: dış (a,b) ve iç kısmi boşalmalar (c, d ,e)

Kısmi Boşalma (PD) Nerede Oluşur ?

- IEEE'nin yaptığı araştırmaya göre; orta gerilim ve yüksek gerilim sistemlerinde meydana gelen yıkıcı hataların **büyük bir oranı (%80)** elektriksel kısmi boşalma kaynaklıdır.

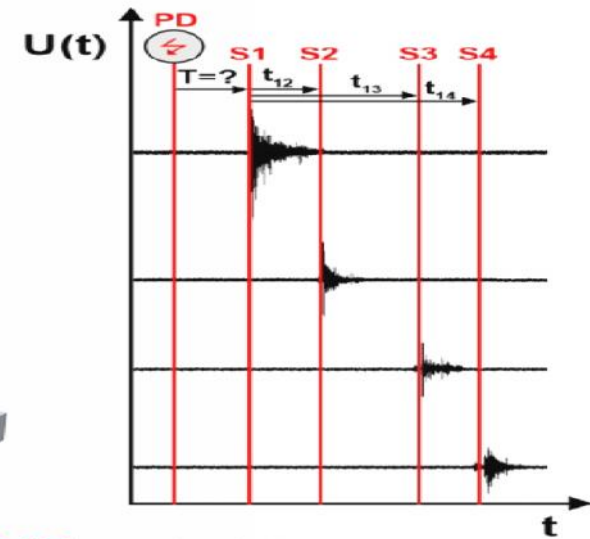
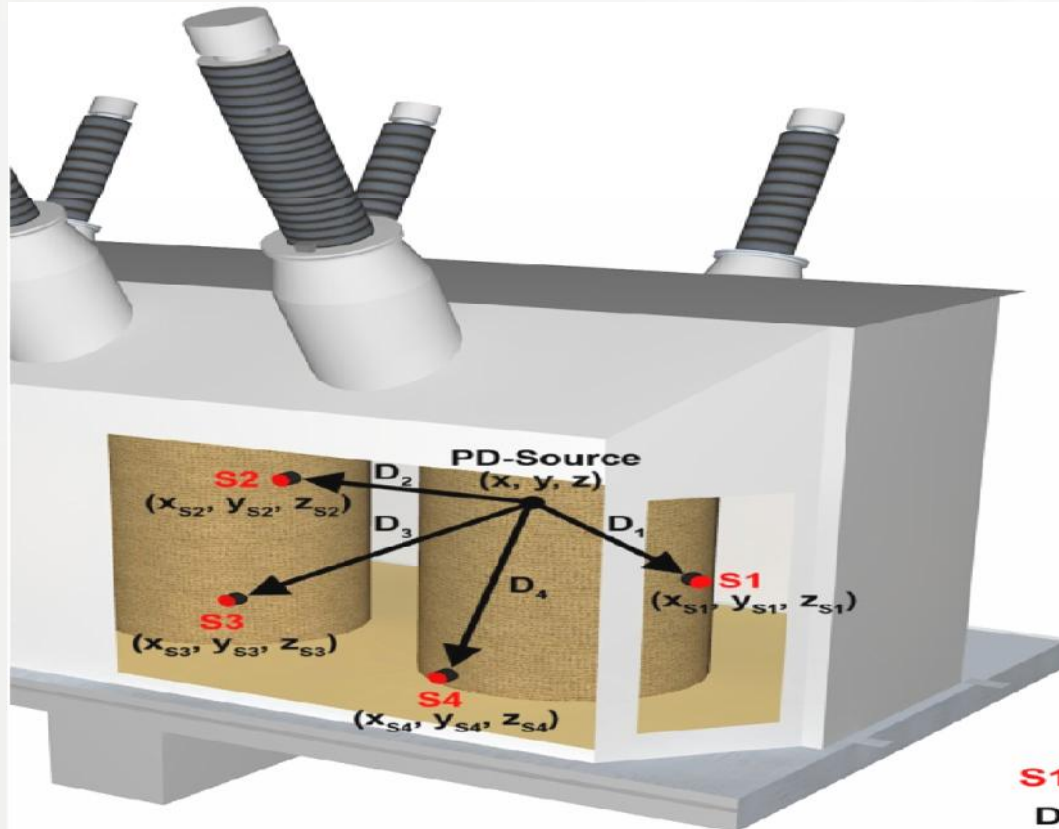
Orta Gerilim ve Yüksek Gerilim sistemlerinde oluşan yıkıcı hataların %80'i Kısmi Deşarj ile ilişkilidir.



Kaynak: 493-1997 - IEEE Recommended Practice for the Design of Reliable Industrial and Commercial Power Systems (Gold Book)

Kısmi Boşalma (PD) Nerede Oluşur ?

- Katı izolasyon sistemindeki boşluklarda (**kağıt, polimer vs.**)
- Çok katmanlı katı izolasyon sistemlerinin birleşme yüzeylerinde (farklı izolasyon malzemelerinin **dielektrik sabitlerinin farklı olması** sebebi ile)
- Sıvı izolasyon sistemlerindeki **gaz kabarcıklarında** veya gaz ortamındaki **iletkenin çevresinde**



S1-S4 acoustic emission sensors
 D_1-D_4 distance between PD source and AE sensor

Kısmi Boşalma (PD) Tespiti



Kısmi deşarj olayı mevcut değil ya da kritik seviyelerin altında



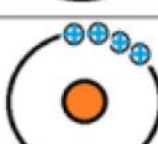
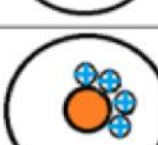
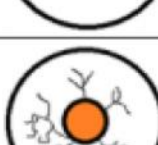
Kısmi deşarj olayı var ve hatanın ilerleyeceğini, daha detaylı incelemeye ve izlemeye ihtiyaç duyduğunu gösteren bir seviyede



Kısmi deşarj olayının çok ilerlediğini, arızanın gerçekleşmek üzere olduğunu ve tehlike arz ettiğini gösteren bir seviyede

Bu seviye, acil inceleme ve müdahale gerektirir

Kısmi Boşalma (PD) Tespiti

İzolasyon Modeli	İzolasyon Durumu	Megger Test	Polarizasyon İndeksi Testi	Dielektrik Dayanım Testi	Kısmi Deşarj Testi
	iyi	yüksek	iyi	kaçak akım vs. gerilim: lineer	ölçülemeyen deşarj
	sınırlar dahilinde	uygun	uygun	kaçak akım vs. gerilim: stabil	minimal deşarj, negatif ve pozitif boşalma dengede
	kuru ancak izolasyon delamine	uygun ancak zayıf sonuç	uygun ancak zayıf sonuç	kaçak akım vs. gerilim: olusuz	deşarj gözlemlendi; geleneksel yöntemle testpit edilemeyen izolasyon problemleri var
	zayıf: temizlik, bakım ya da tamirat gerekli	düşük	zayıf	yüksek miktarda kaçak akım. Limitli test gerilimi gerekebilir. Test sırasında potansiyel hata riski	yüksek pozitif polarizasyon deşarjı, muhtemel yüzey hatasının olacağını gösteriyor.
	kabul edilemez: ağır tamirat ya da yeniden imalat gerekli				yüksek negatif polarizasyon deşarjı, iletkenin yanında boşluk olduğunu gösteriyor.
	tamamen hata oluşmak üzere, deşarj arkları hasar oluşturmuş	çok düşük	çok düşük	yüksek miktarda kaçak akım. Test sırasında muhtemel hata.	minimal deşarj, deşarj arkları kalıcı hasarın olduğu noktaya doğru ilerliyor.

Kısmi Boşalma Tespiti ve Ölçülmesi

PD Ölçüm Sistemi

- Kısmi Boşalmanın tespiti için kullanılan **Kısmi Boşalma (PD) Dedektörü** ve **Kısmi Boşalma Kalibratörü**

Neden PD Ölçümleri ?

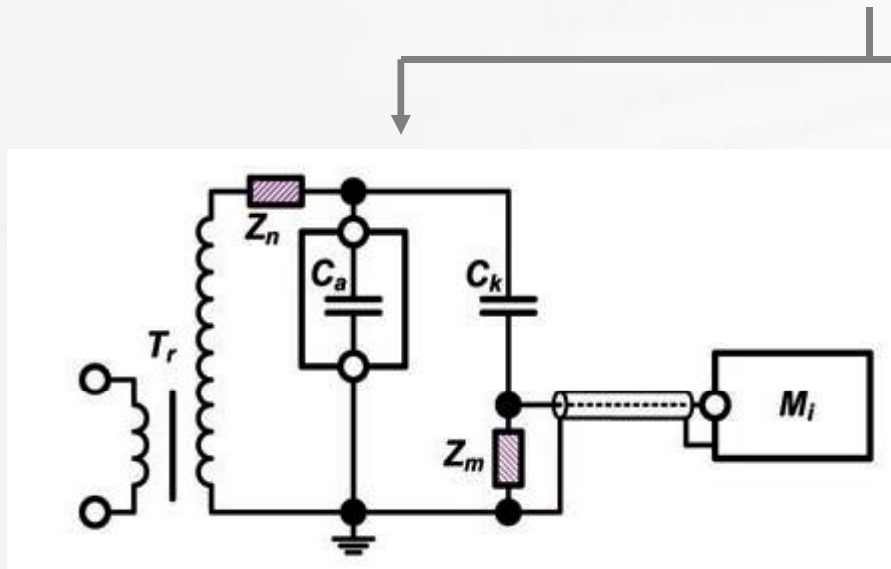
- Elektromekanik sanayi endüstrisinde PD ölçümleri üretilen ürünlerin **kalitesini ve güvenilirliğini** belirleyen en önemli parametrelerden biridir
- Ürünün **kullanım ömrü tespitinin** belirlenmesini sağlayan en geçerli testlerden biridir

HEDEF ?

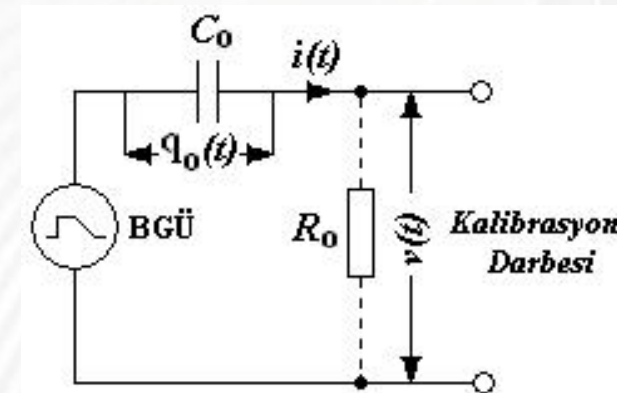
- Kısmi Boşalma olayı nedeniyle üründe oluşabilecek **elektriksel tahribatların** önceden tespiti yapılarak önlenmesi sağlanır

Kısmi Boşalma (PD) Ölçüm Sistemi

Kısmi Boşalma Ölçüm Sistemi ve Kalibratör Elektriksel Eşdeğer Devresi



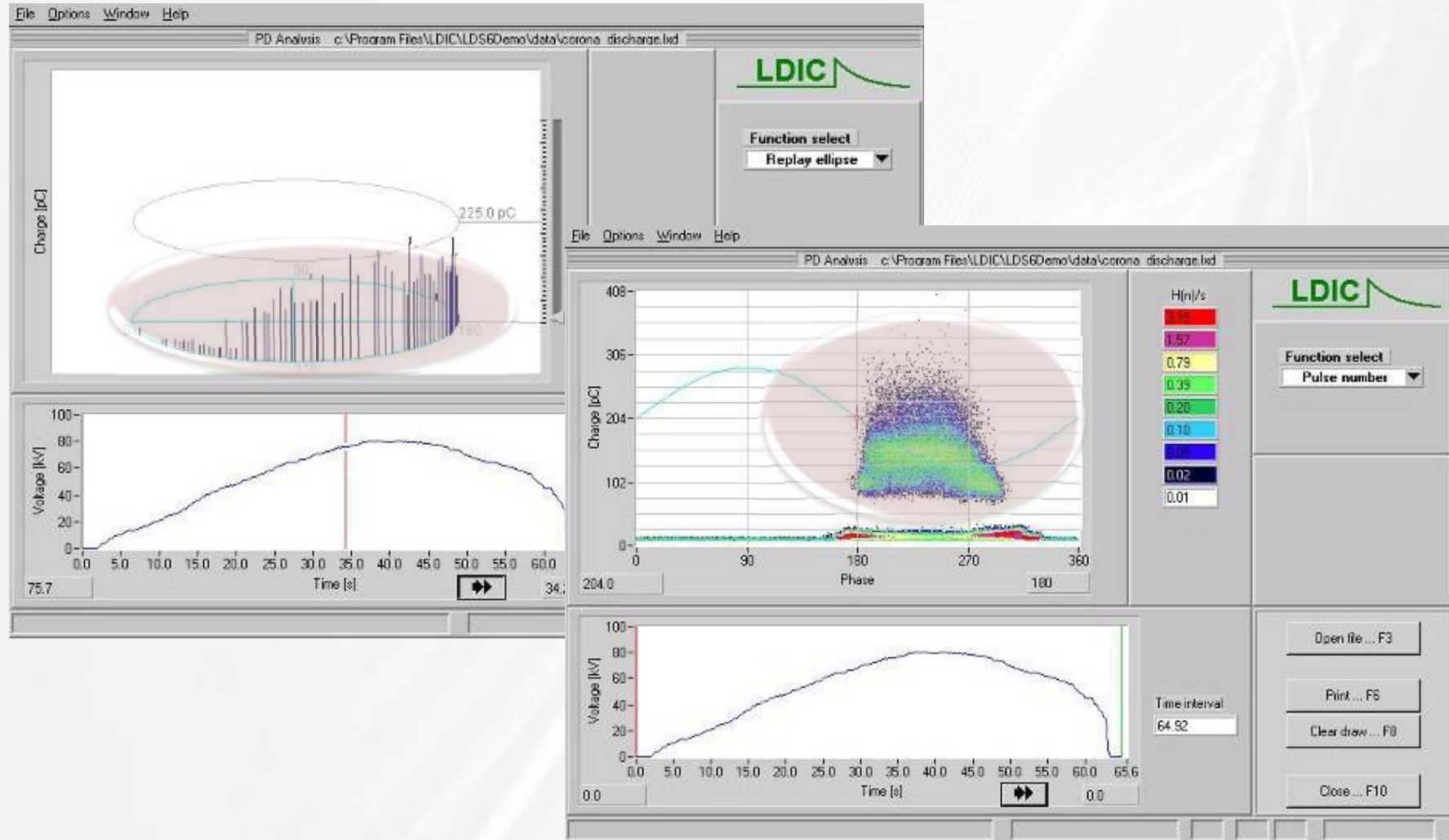
T_r - YG Test Trafosu
 C_a - Kapasitans Test Objesi
 Z_m - Kuplaj Kapasitör Ölçüm Empedansı
 Z_n - Gürültü Önleme Filtresi
 C_k - Kuplaj Kapasitörü
 M_i - PD ölçüm cihazı



$BGÜ$ - Basamak Gerilim Üretici
 C_0 - Kalibratör Kapasitesi (100 pF)
 Q_0 - Kalibratör Yük Değeri
 R_0 - Kalibratör Yük Değeri Tespit Direnci

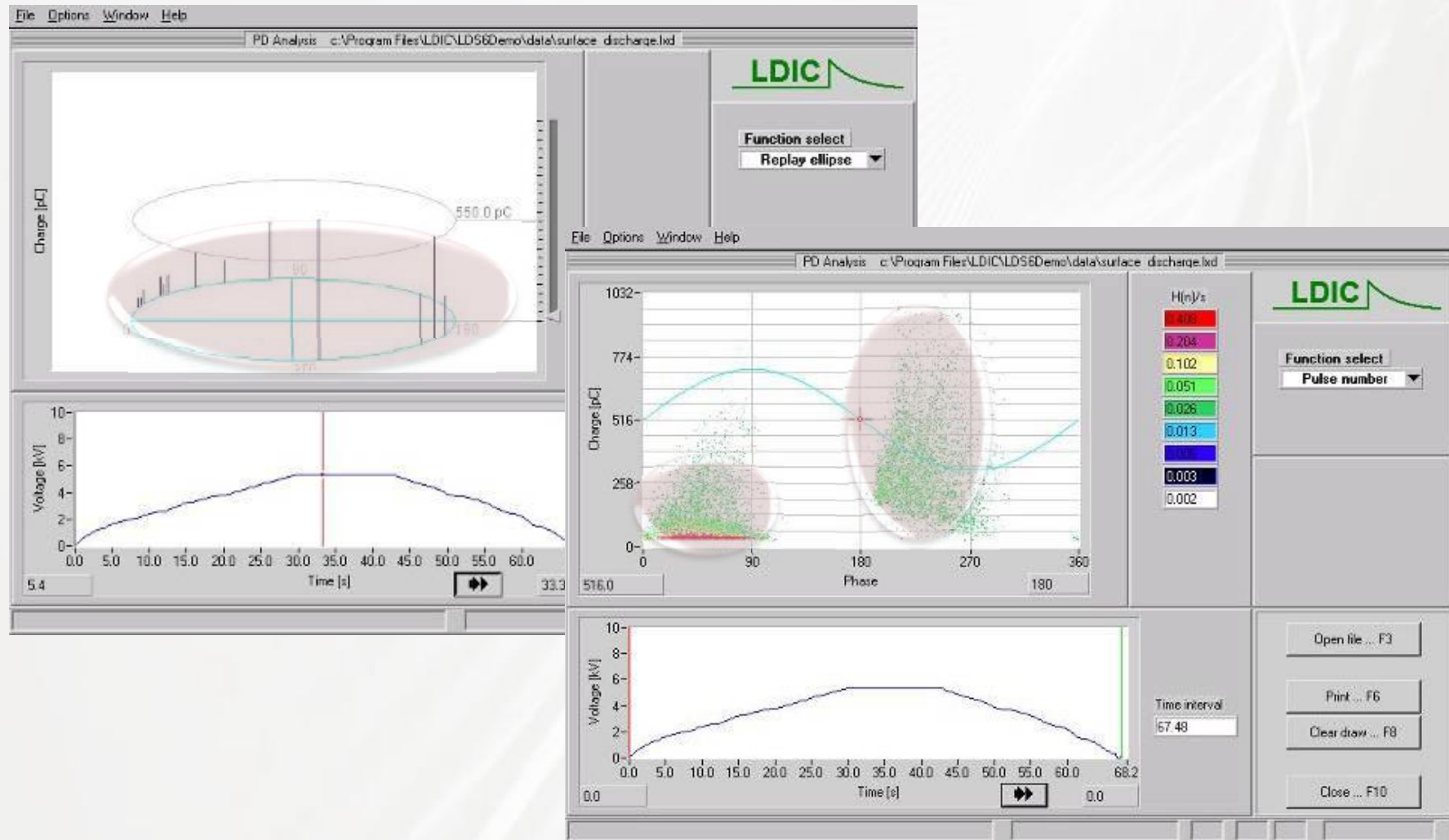
Kısmi Boşalma (PD) Analizi

KORONA KİSMİ BOŞALMALARI (Y.G. ALTINDA)



Kısmi Boşalma (PD) Analizi

YÜZEYSEL KISMİ BOŞALMALARI (Y.G. ALTINDA)



Kısmi Boşalma (PD) Kalibratörü

Kısmi Boşalma yük (q_0) miktarlarını nitelendirmek için kullanılan darbe akım üreticidir.

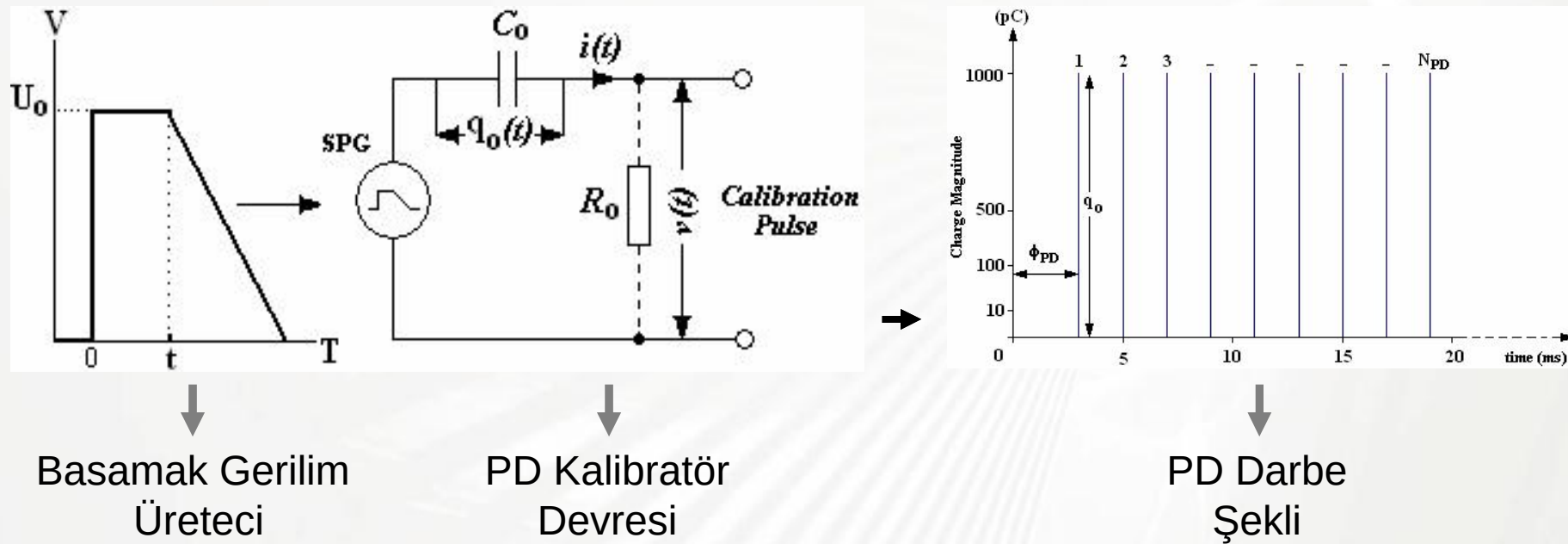


Kısmi Boşalma Ölçüm Sisteminin Skala Faktörü k değerini belirlemek için kullanılır.



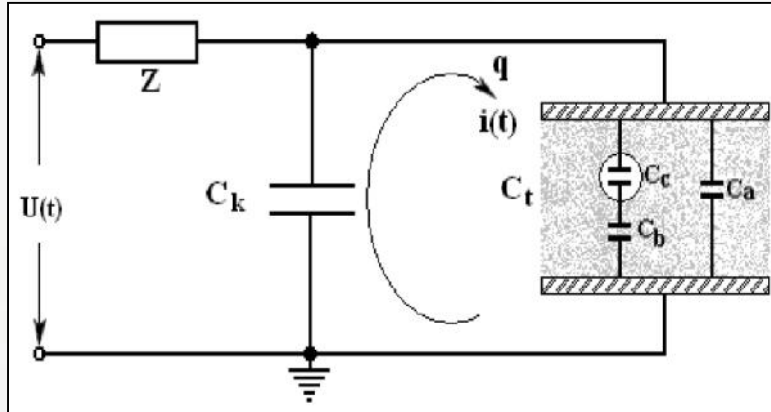
Kısmi Boşalma Kalibratörünün q_0 yük değeri, t_r yükselme süresi ve N darbe tekrarlama frekans değerleri belirlenmelidir.

Kısmi Boşalma (PD) Kalibratörü



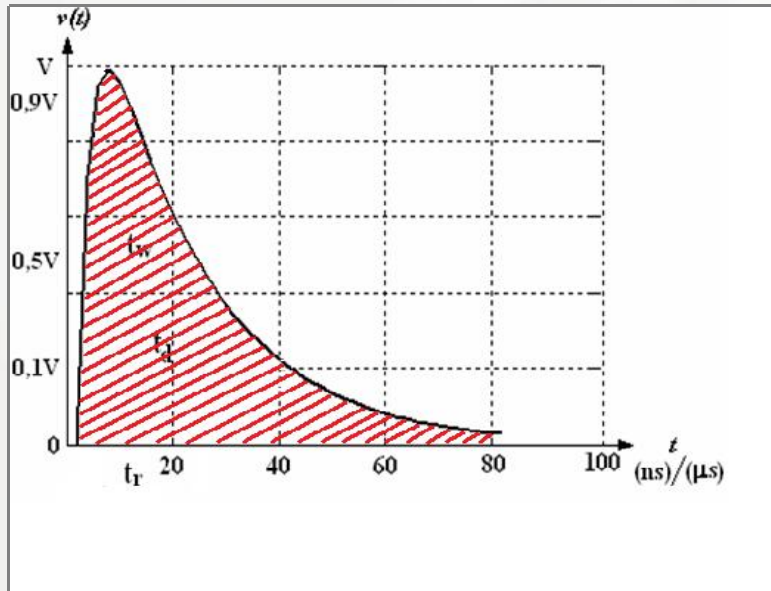
Q_0	$U_0 * C_0$
U_0	$\approx 1 \text{ V}$
C_0	100 pF
N	$\approx 1 \text{ kHz}$

PD Kalibratör Kalibrasyonu



- Kısmi Boşalma Elektriksel Devresinde C_c kapasitöründen geçen $i(t)$ akımı ;

$$q = \int i(t) \cdot dt = C_c \cdot \Delta U(t)$$



- Kısmi boşalma yük (q_0) değeri $i(t)$ akımı grafiğinde alan hesaplama yöntemi ile tespit edilir.

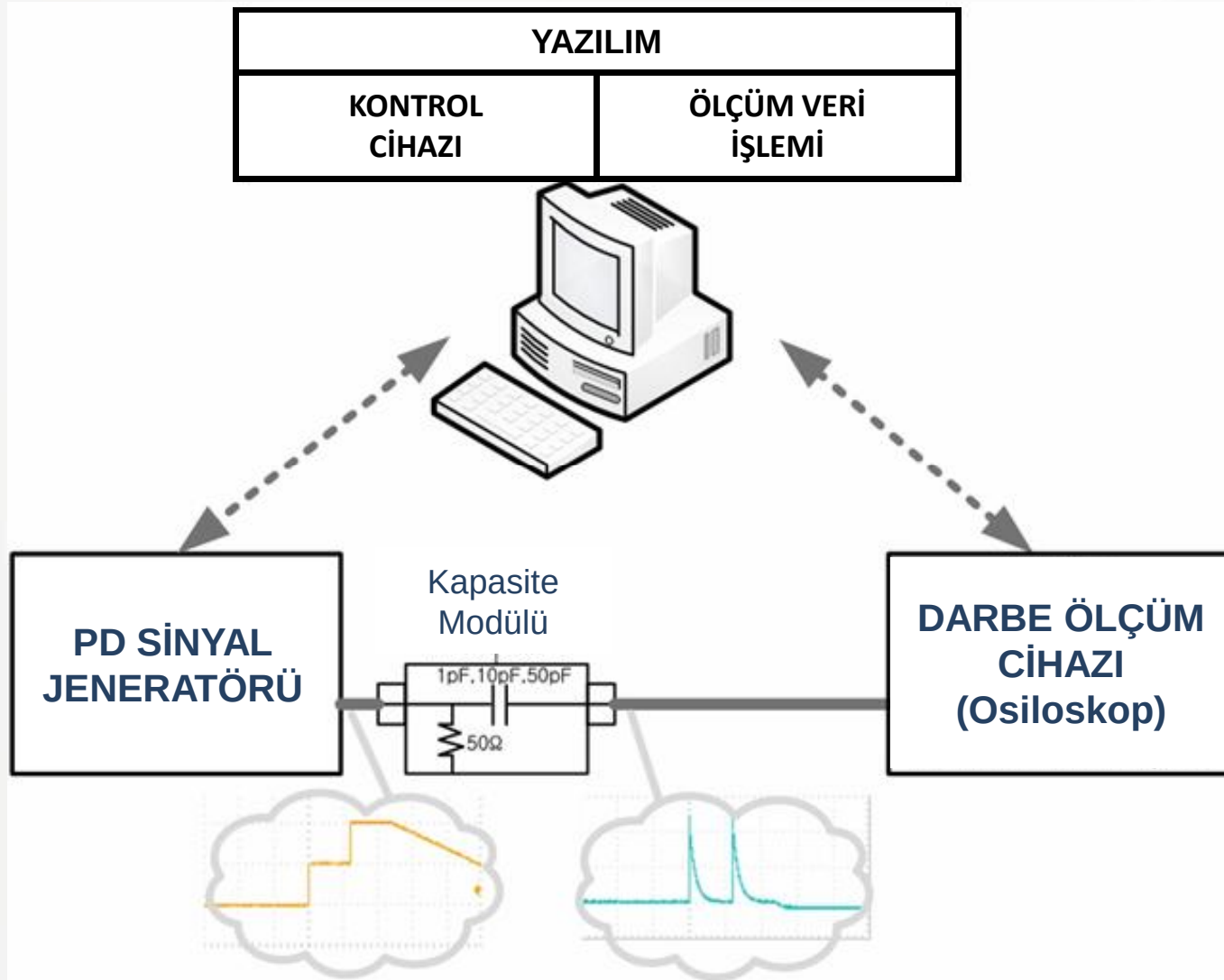
$$q_0 = C_0 \cdot U_0$$

PD Kalibratör Belirsizlik Değerleri

PD Kalibratör Performans Deneyleri Analizi

KALİBRATÖR BELİRSİZLİK DEĞERLERİ	ÖĞELER	Belirsizlik Değerleri	NOT
	Kalibratör Yük Değeri (q_0)	$\pm 5\%$ veya ≤ 1 pC	IEC 60270 Madde 7.2.3
	Darbe Yükselme Süresi (t_r)	$\pm 10\%$ (≤ 60 ns)	
	Darbe Tekrarlama Oranı (N)	$\pm 1\%$	

UME Referans PD Ölçüm Şeması



Referans PD Ölçüm Sistemi Yazılımı

Main

START STOP

PD Q pC Tr ns

RESET PD CALIBRATOR

PD Calibrator PD Q

Slope T. Base

POS 50n

Cal. Resistance Counter

200 0

To File: ..\TUBITAK UME.xls

☐ Clear File At PreRun & Open

complete

TÜBİTAK
UME

PD CALIBRATOR

START STOP

PD CAL ADJUST (pC)

200 400 600 800 1000

0

CAPACITANCE (pF)

100

FREQUENCY (Hz)

1000

TÜBİTAK
UME

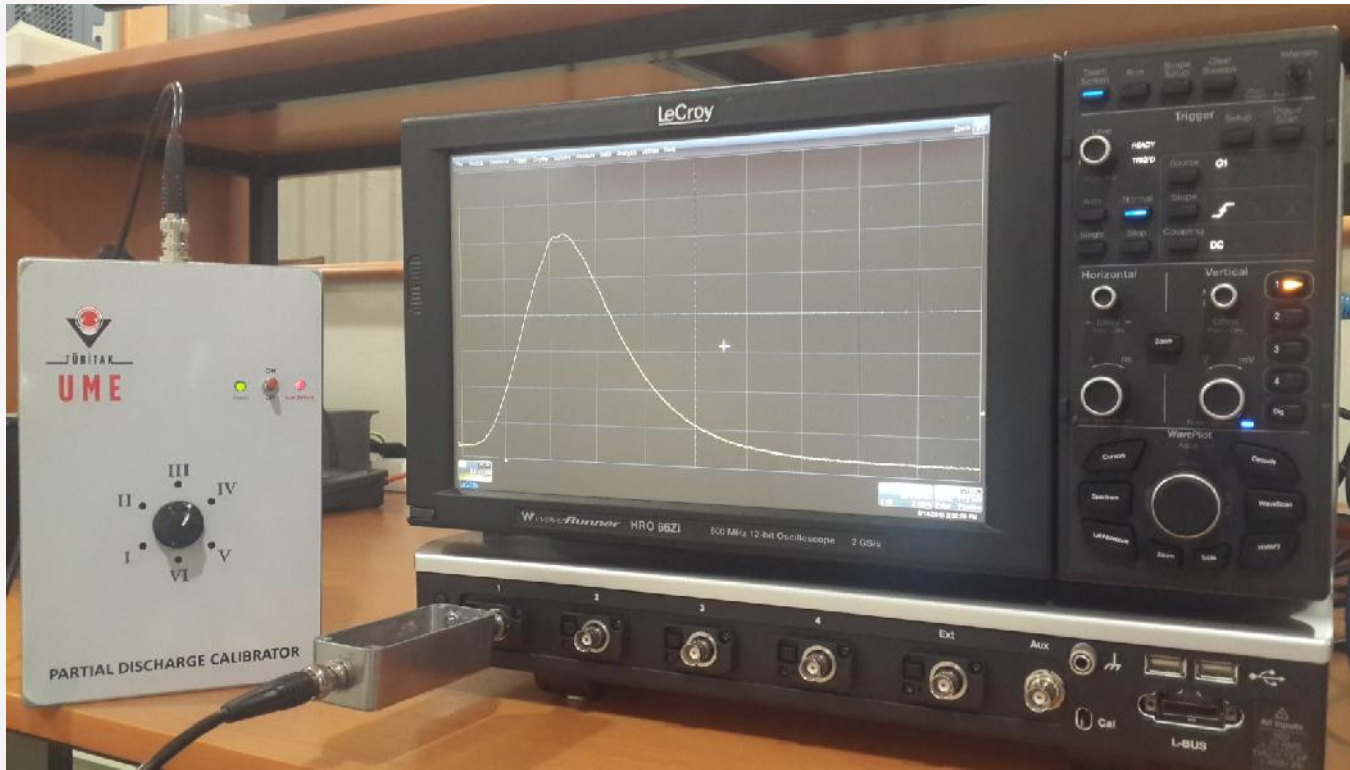
PD Ölçüm Sistemi

PD Yük (q)	0.5 pC – 2nC
Zaman Genişliği	1 ns – 10 μ s
Örnekleme	2 Gs/s
Yazılım	Agilent VEE

PD Kalibratör

PD Yük (q)	0.5 pC– 1 nC
Frekans	1 Hz – 1 MHz
Yükselme Süresi (tr)	< 3 ns
Kapasite	100 pF
Hassasiyet	0.1 pC
Yazılım	Agilent VEE

Endüstriyel PD Kalibratör



PD KALİBRATÖR

ÜRETİCİ	TÜBİTAK UME
MODEL	PDC
Yük Değerleri (q)	5-20-50-100-200-500 pC
Çalışma Frekansı (N)	1 kHz
Yükselme Süresi (tr)	< 60 ns

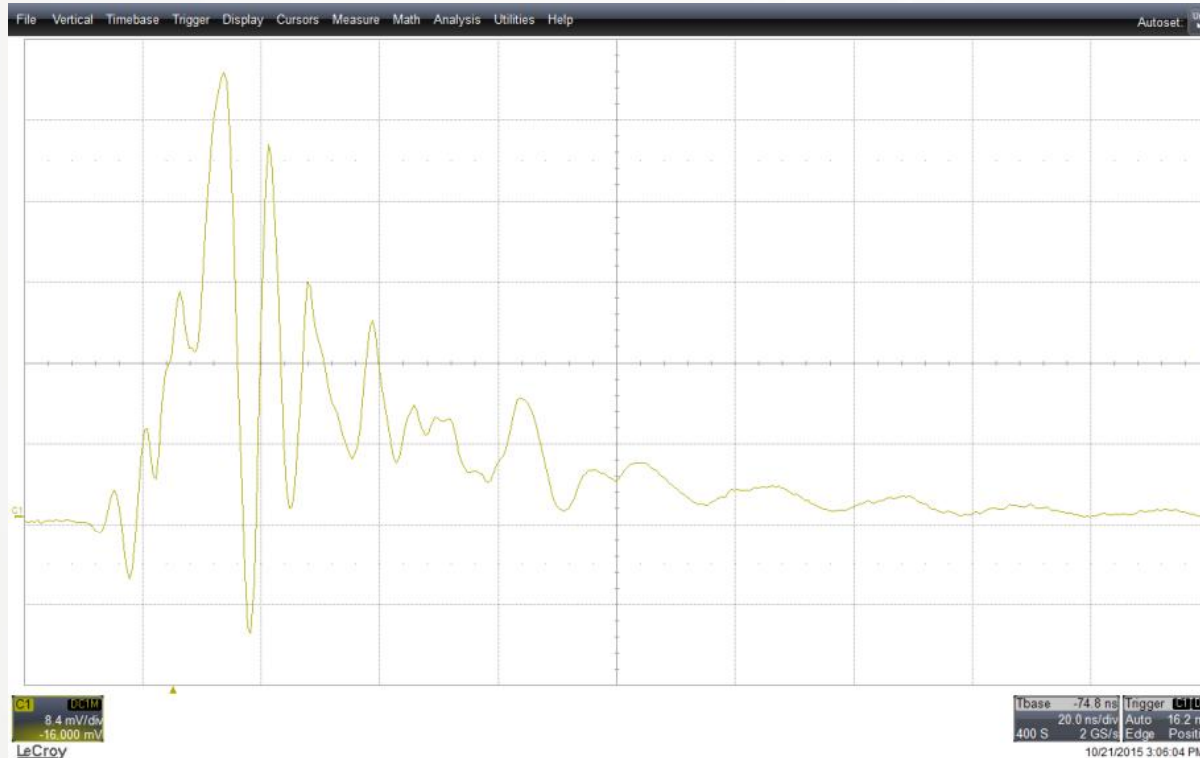
PD Kalibratör Performans Testleri



20 pC Yük Değerinde Darbe Şekli
(TÜBİTAK UME)

Yük Değeri (q)	20.05 pC	✓
Yükselme Süresi	11 ns	✓
Frekans	1 kHz	

PD Kalibratör Performans Testleri



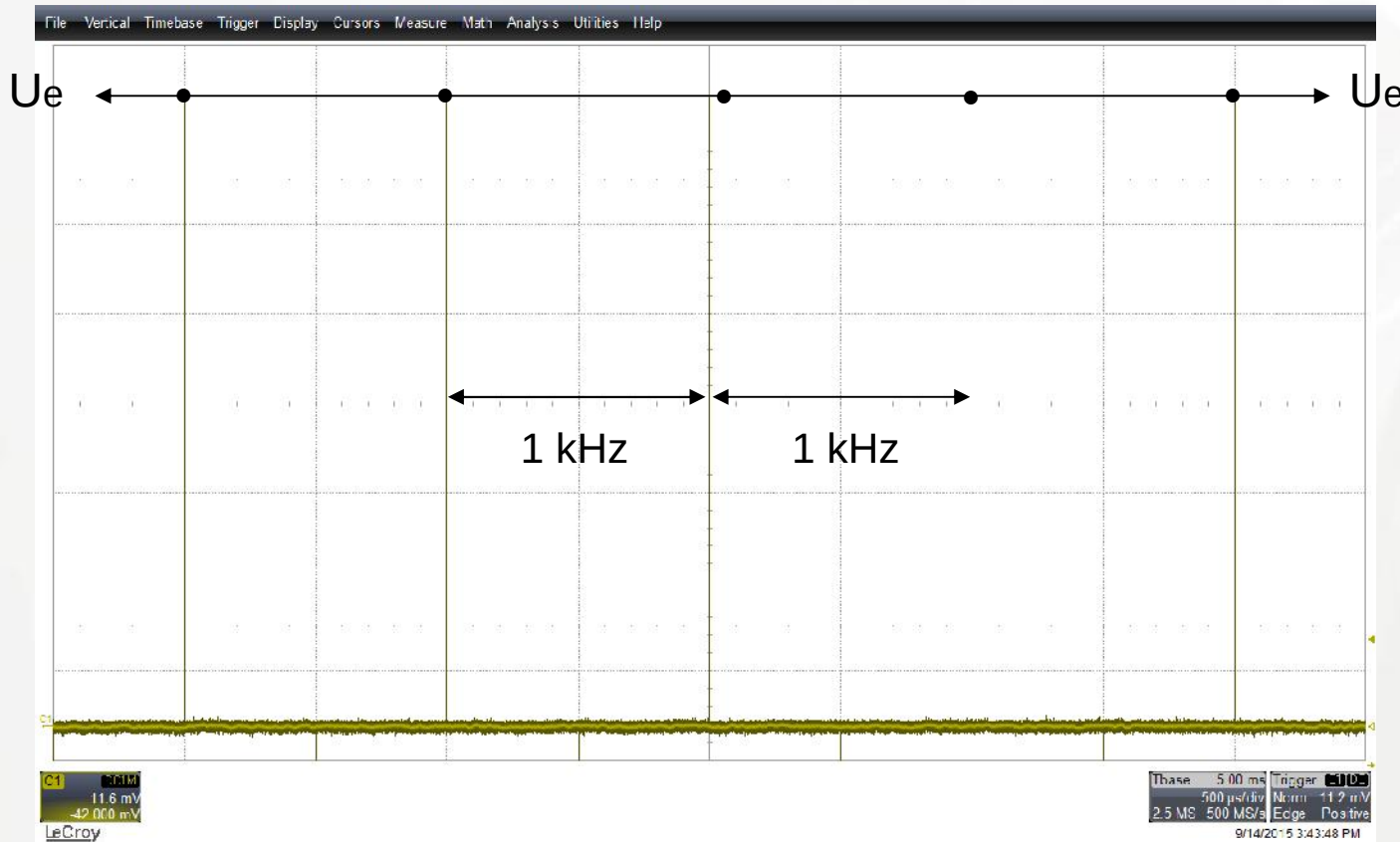
20 pC Yük Değerinde Darbe Şekli
(X MARKA)

Yük Değeri (q)	18.45 pC	✗
Yükselme Süresi	82 ns	✗
Frekans	1,5 kHz	

* q, yük değeri $\pm 5\%$ ve ya ≤ 1 pC olmalıdır

* tr, yükselme süresi ≤ 60 ns olmalıdır

PD Kalibratör Performans Testleri



20 pC Yük Değerinde Darbe Sıklığı
(TÜBİTAK UME)

- Darbe Genlik ve Frekans Değerleri Sabit

PD Kalibratör Performans Testleri



20 pC Yük Değerinde Darbe Sıklığı
(X MARKA)

- Darbe Genlik ve Frekans Değerleri Değişken

Katılımınız için teşekkürler...