

# GÜÇ SİSTEMLERİ KONFERANSI IV



## GÜÇ TRANSFORMATÖRÜ SARGILARINDA SFRA YÖNTEMİ İLE ARIZA TESPİTİ

*Fault Detection in Power Transformer Windings Using SFRA*

*Cemal Keleş, Mehmet Salih Mamiş, Müslüm Arkan, Murat Köseoğlu*

*Sunumu Yapan:*

**Cemal KELEŞ**

**Dr. Öğretim Üyesi**

**Bildiri ID Numarası: 0183**



İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
Elektrik-Elektronik Mühendisliği

- Bu çalışmada, güç transformatörlerinde meydana gelebilecek sargı arızalarının tespitinde **Sweep Frequency Response Analysis (SFRA)** yönteminin etkinliği incelenmiştir.
- Laboratuvar ortamında oluşturulan kısa devre arızalarıyla, SFRA grafiklerinde meydana gelen değişimler analiz edilmiştir.



- Güç transformatörleri enerji sürekliliği için kritik öneme sahiptir.
- Arızalar ciddi enerji kesintilerine ve ekonomik kayıplara yol açar.
- CIGRE raporlarına göre arızaların  $> \%50$ 'si sargı kaynaklıdır.
- Bu nedenle arızaların **erken teşhisi** büyük önem taşır.



## Mevcut Koruma Yöntemleri

Yağlı tip trafolarda **Buchholz rölesi** en yaygın koruma yöntemidir.

Ancak:

- Düşük enerjili ark arızalarında geç tepki verir.
- Küçük trafolarda ekonomik değildir.
- Sadece yağlı trafolarda kullanılabilir.

→ Bu nedenlerle **sayısal/dijital arıza tespiti** yöntemlerine ihtiyaç vardır.



## SFRA Yönteminin Temelleri

- SFRA, transformatör sargılarının **frekans cevabını** analiz ederek mekanik deformasyonları veya kısa devreleri belirler.
- Yöntem, giriş-çıkış sinyalleri arasındaki genlik/faz farklarını değerlendirir.

$$\text{Genlik} = 20 \log \left( \frac{Ch1}{Ch0} \right)$$

$$\text{Faz} = \text{Faz} \left( \frac{Ch1}{Ch0} \right)$$

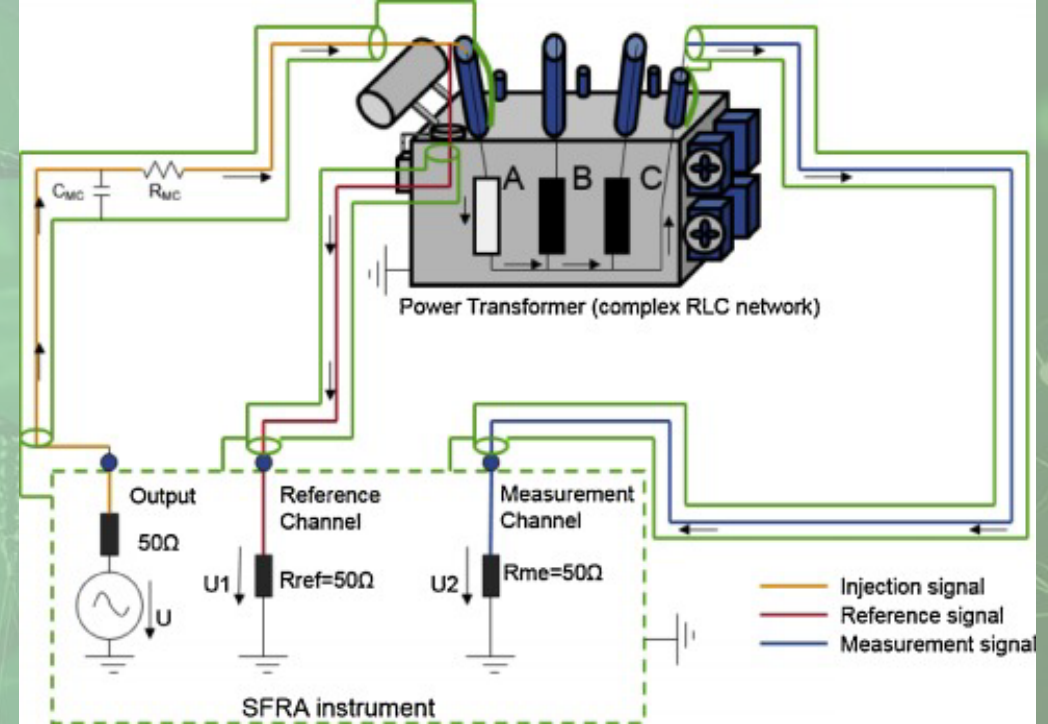
- Kullanılan cihaz: **FRAX 101**
- Frekans aralığı: **10 Hz – 2 MHz**

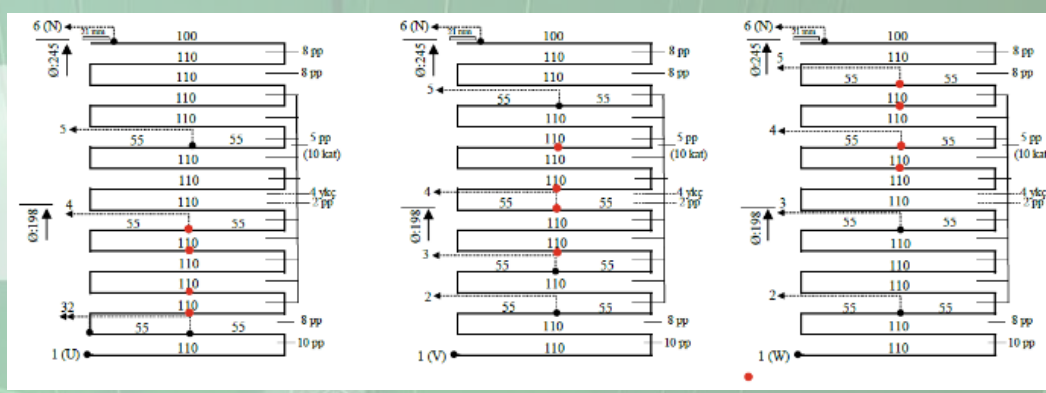


## SFRA Yönteminin Üstünlükleri

- DGA'ya göre **erken arıza tespiti** sağlar.
- Gürültüden az etkilenir.
- Düşük enerjili testlerle yüksek doğruluk sağlar.
- Hem çevrimdışı hem çevrimiçi kullanılabilir.

→ Erken teşhis ve bakım planlamasında avantajlıdır.





## Deney Düzenneđi

Laboratuvar ortamında test sistemi kurulmuştur.

Test edilen transformatörde:

- Aynı faz içi kısa devre
- Fazlar arası kısa devre oluşturulmuştur.

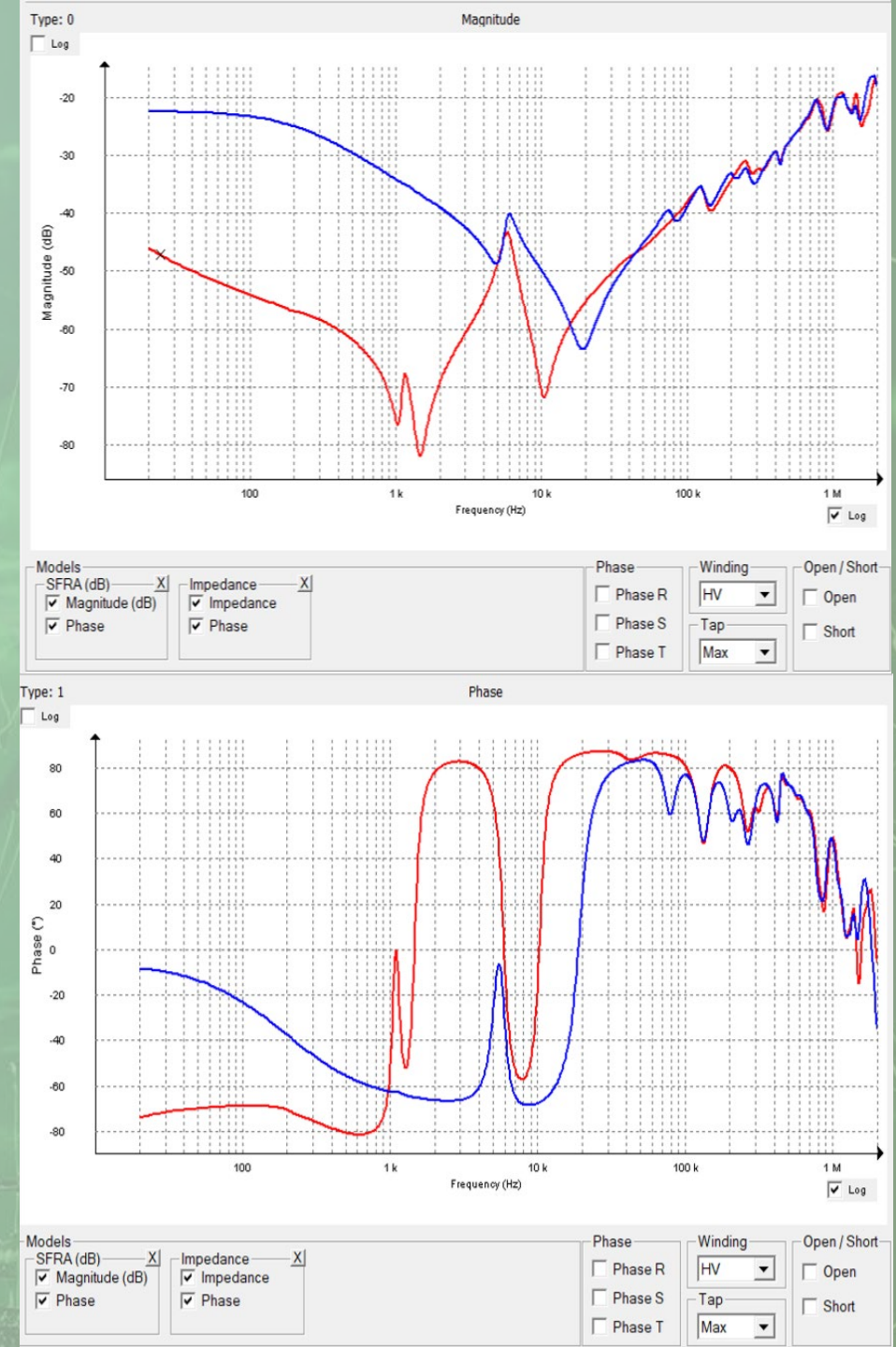
Ölçümler **FRAX 101 cihazı** ile gerçekleştirilmiştir.

Ölçüm sonuçları genlik (dB) ve faz olarak değerlendirilmiştir.



## Aynı Faz Arızası

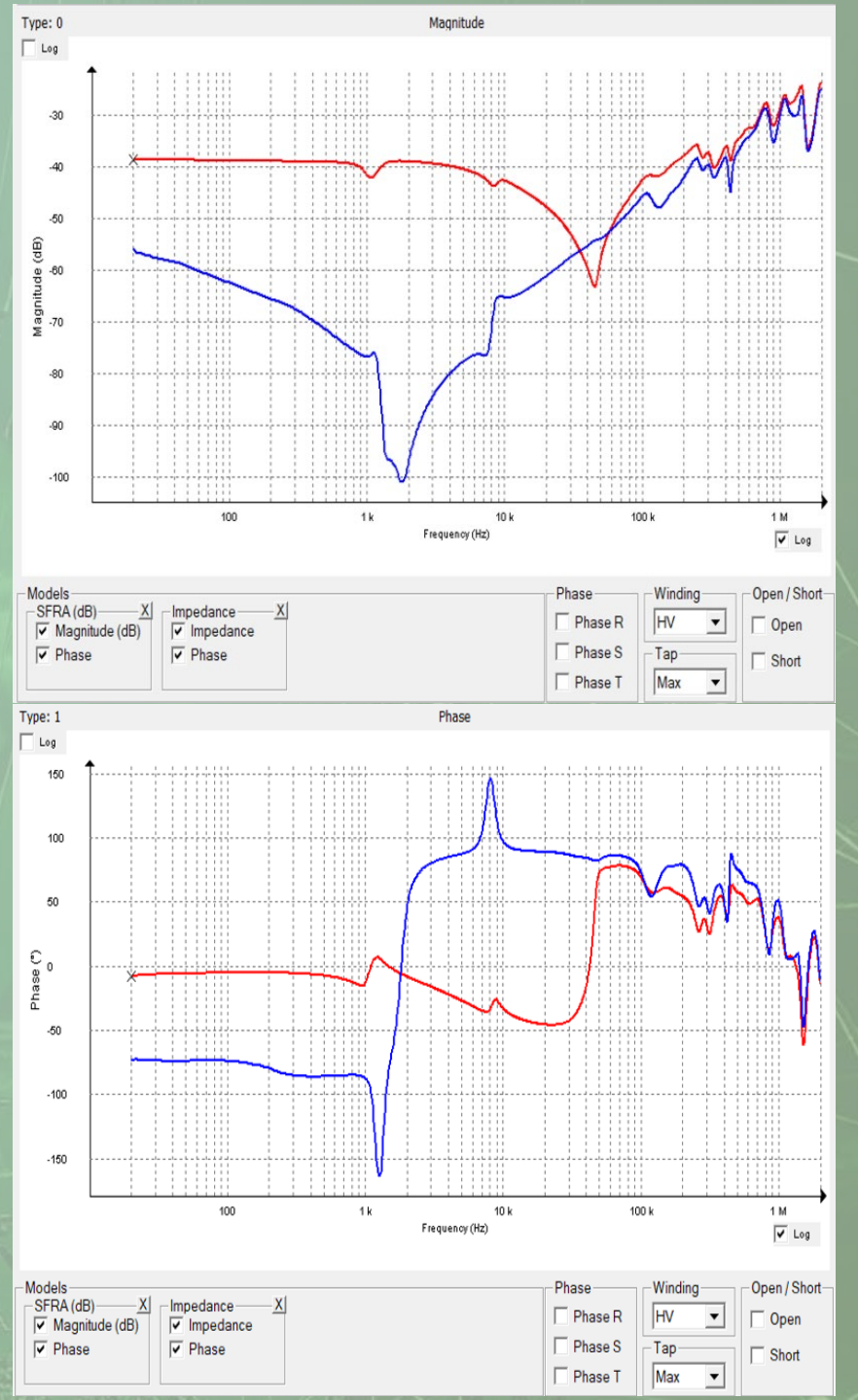
- U fazında **2U–3U noktaları** arasında doğrudan kısa devre oluşturulmuştur.
- Arızasız (kırmızı) ve arızalı (mavi) SFRA grafiklerinde fark gözlemlenmiştir.
- Düşük frekans bölgesinde (0.02–1 kHz) **belirgin genlik farkı** oluşmuştur.





## Fazlar Arası Arıza

- U–V fazları arasında **1100  $\Omega$**  dirençli kısa devre oluşturulmuştur.
- Arızasız duruma (mavi) göre arızalı durum (kırmızı) genlik eğrisi düşük frekanslarda yukarı kaymıştır.
- SFRA yöntemi, **fazlar arası kısa devreleri güvenilir biçimde tespit etmiştir.**



## SFRA Sonuç Grafikleri

Arızalı ve arızasız durumlar için genlik ve faz değişimleri incelendiğinde;

- Düşük frekans bölgesinde (0.02–1 kHz) fark **5–8 dB** aralığında.
- Korelasyon katsayısı ( $R^2$ ): **0.81–0.94**

→ SFRA, arıza duyarlılığında yüksek performans göstermiştir.



## Sayısal Sonuçlar

Frekans Aralığı (kHz)	Ortalama Genlik (dB)	Korelasyon Katsayısı ( $R^2$ )
0.02–0.1	5.2	0.89
0.1–1	8.7	0.81
1–10	3.5	0.94



## Sonuçlar

- SFRA yöntemi, hem aynı faz hem fazlar arası kısa devreleri **başarıyla tespit etmiştir.**
- Yöntem, enerji sürekliliği ve güvenli işletme için **önleyici bakım aracı** olabilir.
- Deneysel bulgular, SFRA'nın **yüksek güvenilirlikte bir teşhis yöntemi** olduğunu göstermektedir.



## Gelecek Çalışmalar

- SFRA testlerinin **çevrimiçi** koşullarda uygulanması,
- **Saha tipi trafolar**da doğrulama,
- **Makine öğrenmesi** ile otomatik arıza tanıma,
- Gerçek zamanlı **izleme sistemlerine entegrasyon.**



## Teşekkür

Bu çalışma,

- **Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)** tarafından **123E658** numaralı proje kapsamında,
- **İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi** tarafından **FDP-2024-3702** numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Teşekkür ederiz.



# GÜÇ SİSTEMLERİ KONFERANSI IV



**Dinlediğiniz için teşekkür ederiz.**

**Soru&Cevap**

**cemal.keles@inonu.edu.tr**



**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
Elektrik-Elektronik Mühendisliği