

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**LİSANS TEZİ**

**Elektronik Aletlerin Robotlaşması**

**Ahmet Hamdi Tanpınar**

**KOCAELİ 2013**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**BİTİRME PROJESİ**

**Elektronik Eşyaların**  
**Akıllılaştırılması**

**Ahmet Hamdi Tanpınar**

**Prof.Dr. Nevcihan Duru**  
**Danışman, Kocaeli Üniv.**

.....

**Doç.Dr. Onur Gök**  
**Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.**

.....

**Dr. Öğr. Üyesi Orhan AKBULUT**  
**Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.**

.....

**Tezin Savunulduğu Tarih: 01.06.2013**

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması,.....amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmamda desteğini esirgemeyen, çalışmalarına yön veren, bana güvenen ve yüreklendiren danışmanım ..... sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın tüm aşamalarında bilgi ve destekleriyle katkıda bulunan hocam..... teşekkür ediyorum.

Tez çalışmamda gösterdiği anlayış ve destek için sayın..... teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca bana güç veren en büyük destekçilerim, her aşamada sıkıntılarımı ve mutluluklarımı paylaşan sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım.

Mart – 2013

Ahmet Hamdi Tanpınar

Bu dokümandaki tüm bilgiler, etik ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilip sunulmuştur. Ayrıca yine bu kurallar çerçevesinde kendime ait olmayan ve kendimin üretmediği ve başka kaynaklardan elde edilen bilgiler ve materyaller (text, resim, şekil, tablo vb.) gerekli şekilde referans edilmiş ve dokümanda belirtilmiştir.

Öğrenci No: 110702012

Adı Soyadı: Ahmet Hamdi Tanpınar

İmza:.....

## İÇİNDEKİLER

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....              | i   |
| İÇİNDEKİLER.....                    | ii  |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                | iii |
| TABLolar DİZİNİ.....                | iv  |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ..... | v   |
| 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....        | 48  |
| KAYNAKLAR.....                      | 53  |
| EKLER.....                          | 59  |
| KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....       | 68  |
| ÖZGEÇMİŞ.....                       | 69  |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Şekil 1.1. | Yinelenen Fourier ifadesi.....   | 5  |
| Şekil 1.2. | Simetrik bileşenlerin gösterimi a) pozitif bileşenler b) negatif bileşenler c) sıfır bileşenler..... | 7  |
| Şekil 1.3. | Şebekenin a) pozitif bileşen devresi b) negatif bileşen devresi c) sıfır bileşen devresi             | 8  |
| Şekil 1.4. | Arıza öncesi, arıza anı ve arıza sonrası durum.....  | 9  |
| Şekil 2.1. | İletim hattında arıza eşdeğer devresi.....   | 12 |
| Şekil 3.1. | Homojen test sistemi.....  | 20 |

## TABLÖLAR DİZİNİ

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tablo 1.1. | Arıza tiplerine göre pozitif bileşen empedans eşitlikleri.....  | 10 |
| Tablo 3.1. | Homojen test sisteminde farklı uzaklıklardaki çeşitli arıza tipleri için yüzde hata oranları.....         | 21 |
| Tablo 3.2. | Homojen test sisteminde farklı arıza dirençlerindeki çeşitli arıza tipleri için yüzde hata oranları.....  | 23 |
| Tablo 3.3. | Homojen olmayan test sisteminde farklı uzaklıklardaki çeşitli arıza tipleri için yüzde hata oranları..... | 25 |

## Kısaltmalar

|       |   |
|-------|---|
| AC    | : AlternativeCurrent (Alternatif Akım)  |
| ANN   | : ArtificialNeural Networks (Yapay Sinir Ağları)  |
| DDA   | : DeterministicDifferentialApproach (Deterministik Diferansiyel Yaklaşım)                           |
| FACTS | : FlexibleAlternativeCurrentTransmissionSystem (Esnek Alternatif Akım İletim Sistemi)               |
| IEEE  | : TheInstitute of ElectricalandElectronicsEngineers (Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü) |
| Im    | : İmajiner  |
| min   | : Minimum   |
| MOV   | : Metal OxideVaristor (Metal Oksit Varistör)  |
| PMU   | : PhasorMeasurementUnit (Fazör Ölçüm Ünitesi)   |
| R     | : Receiving (Alan)  |
| Re    | : Reel  |
| S     | : Sending (Gönderen)  |
| SC    | : Series Capacitor (Seri Kapasitör)   |

# İLETİM HATLARINDA EMPEDANS TABANLI ARIZA YERİ TESPİTİ İÇİN YENİ BİR YAKLAŞIM

## ÖZET

Elektronik devreler, farklı özelliklerine göre farklı şekillerde sınıflandırılabilirler. Devreleri sinyal türüne göre sınıflandırmak istediğimizde ise analog ve dijital olarak iki sınıfa ayırmamız mümkündür.

Analog devrelerde sinyalin önceden belirlenmiş seviyeleri mevcut değildir ve sinyal sürekli. Örnek olarak, hoparlörlerimizden ses almamızı sağlayan amplifikatör devreleri analog devrelerdir. Bu devrelerde sinyal sürekli, herhangi bir kesintiye uğramadan iletilir.

Dijital devrelerde ise önceden belirlenmiş sinyal seviyeleri bulunur. Bu sinyal seviyeleri genellikle 0 ve 1 gibi iki farklı değeri ifade eder. Sinyalin varlığı çoğunlukla 1 seviyesini, sinyalin ortadan kalkması da 0 seviyesini temsil etmektedir (farklı tipteki devrelerde bu durum tam tersi olabilir). Dijital devrelere örnek olarak bilgisayarımızın içerisindeki neredeyse tüm devreleri ve Arduino gibi mikrokontrolcü devrelerini örnek verebiliriz.

**Anahtar kelimeler:** Yapay Zeka Kullanımı, Algoritmalar ve Veriler, MOV, PMU, Seri Kapasitör.



# **A NEW APPROACH FOR IMPEDANCE BASED FAULT LOCATION ON TRANSMISSION LINES**

## **ABSTRACT**

Purpose of this study is to examine impedance based algorithms on transmission lines for fault location and to develop a new algorithm for series compensated lines.

First of all, one and two end basic fault location algorithms are described. At a sample test system, results of the basic fault location algorithms are compared by changing system and fault related parameters. The system parameters consist of the line model and the cases of the system being homogeneous or nonhomogeneous while the fault related parameters are considered as fault type, fault location and fault resistance.

In the series compensated transmission lines, inadequacy of the basic impedance based fault location algorithms and necessity of a new particular fault location algorithm are shown by a simulation. The particular algorithms are analyzed and summarized. Then a new performance based algorithm is developed for the series compensated transmission lines in this thesis.

The developed algorithm iteratively estimates the fault location based on the calculated fault voltage and current using two end measurements and the line parameters, the algorithm can compare all the samples to attain a single outcome with minimal error. On the various test systems, the proposed algorithm is examined with two algorithm type, the basic algorithms and the particular algorithms designed for series compensated lines and the results are compared. The test systems are modeled and analyzed on DigSILENT and the gained current and voltage information is used in MATLAB for coded algorithms.

**Keywords:** Fault Location Algorithms, Transmission Lines, MOV, PMU, Series Capacitor.

## GİRİŞ

### 1. SAYISAL KORUMADA TEMEL KAVRAMLAR

İletim hatlarında, arıza yerini belirlemek için, temel olarak bir veya iki baradan alınan gerilim ve akım ölçümleri, iletim hattı bilgileri bilinmelidir. Buradan da anlaşılabilceği gibi arıza yerinin tespit edilebilmesi için ilk adım baradan okunan akım ve gerilim verilerini irdelemektir.

#### 1.1. Ayırık İşaretlerin Fazörel Gösterimi

Empedans tabanlı arıza yeri bulma algoritmaları, fazörel akım ve gerilim değerlerine ihtiyaç duyarlar. Baralardan okunan akım ve gerilim değerleri, zaman domenindedirler. Bu verilerin, empedans tabanlı algoritmalarda kullanılabilmesi için öncelikle frekans domenine dönüştürülmeleri gerekmektedir. Fazörel dönüşüm için, öncelikle örnekleme tanımının bilinmesi gerekir. Baradan alınan akım ve gerilim analog işaretlerinin, süresiz özellikteki ayırık işaretlere dönüştürülmesi gerekmektedir, bu duruma örnekleme denilmektedir. Bu şekilde sinüzoidal dalga, örnekleme aralıklarıyla tanımlanarak işlem ve hafıza kullanımı azaltılır, böylece veriyi kullanan röle ve bilgisayar gibi işlemcilerin veri yükü azalır. Örnek olarak belirtilmesi gerekilirse,  $y(t)$  sürekli işareti için;

$$y(t) = Y_m \sin(2\pi f_0 t + \phi) \quad (1.1)$$

Denklem (1.1)'de  $f_0$  işaretin frekansıdır.  $k$ . örnek için Denklem (1.1)'den yola çıkarak Denklem (1.2) elde edilir;

$$y(k) = Y_m \sin(2\pi f_0 (k\Delta t + \phi)) \quad (1.2)$$

$\Delta t$  örnekleme aralıklarıdır,  $f_s = 1/\Delta t$  ise örnekleme frekansını belirtir. Faz farkı  $2\pi$  ve katları olan iki örnek arasında bir fark yoktur. Ayrıca örnekleme frekansı seçilirken, örnekleme frekansının, işaretin frekansının iki katına eşit veya daha büyük olması gerekmektedir [43]. Bu durum sağlanmazsa, örneklenmiş işarete analog işarete olmayan düşük frekans bileşeni ortaya çıkar. Bu aliasing hatası olarak bilinir.

Arıza yeri tespiti için geliştirilen algoritmalarından empedans tabanlı olanlarında, örneklenmiş akım ve gerilim değerlerinin fazörel olarak hesaplanması gerekir. Ayrıca arıza tespiti algoritması simetrik bileşenleri kullanıyorsa, genellikle zaman domenindeki veriler frekans domenine çevrilir, daha sonra fazörel veriler simetrik bileşenlere çevrilir.

Fazörel dönüşüm basitçe, Eşitlik (1.1)'de genel olarak verilen sinüzoidal dalga şekline sahip bir fonksiyonun, maksimum değeri ( $Y_m$ ) ve açısını ( $\phi$ ) elde etmek olarak açıklanabilir;

$$\bar{Y} = \sqrt{2} Y_m \sin(\omega_s t + \phi) = Y e^{j\phi} \quad (1.3)$$

Zaman domenindeki işaretleri, fazörel domende ifade etmek için kullanılabilecek farklı yöntemler vardır. İki örnek yöntemi, üç örnek yöntemi, türev yöntemi ve Fourier dönüşümü bu yöntemlere örnek olarak verilebilir. Bu yöntemlerden, Fourier dönüşümü daha sıklıkla kullanılır.

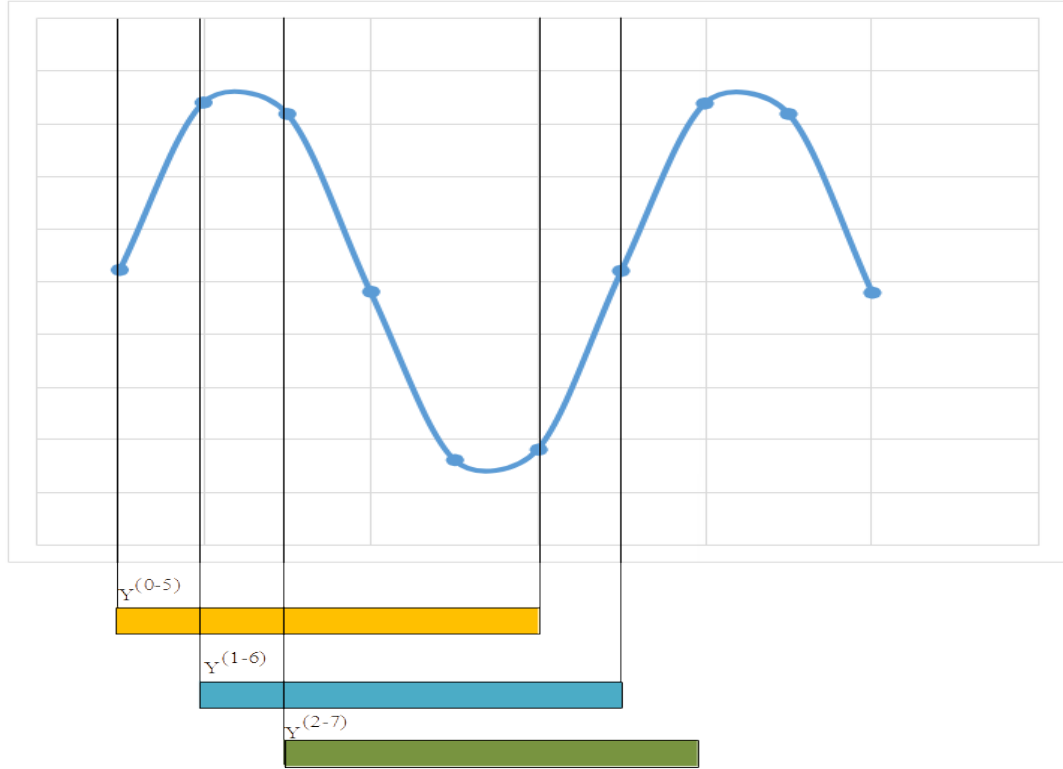
Fourier dönüşümü, sürekli bir işaretin zaman ve frekans domeni arasında ki bağıntıyı açıklarken, arıza yeri algoritmaları gibi uygulamalarda süresiz bir işaret irdelenir. Bu durumlar için ayırık Fourier dönüşümü kullanılır;

$$y(k\Delta t) = \sum_{h=0}^{N-1} Y(h\omega) e^{jkh\omega\Delta t} \quad (1.4)$$

Burada  $\Delta t$  örnekleme adımı,  $h$  harmonik derecesi,  $k$  asal sayı ve bu işaret bir periyotta  $N$  sayıda örneklenmiştir. Ayırık örnekleme için tam periyot veya yarım periyot fazör gösterimi kullanılabilir. Bu tezde, tam periyot fazör gösterimi kullanılmıştır;

$$Y e^{-j\varphi} = \frac{2Y_1}{\sqrt{2N}} = \frac{2}{\sqrt{2N}} \sum_{k=0}^{N-1} y(k \Delta t) e^{-jk2\pi/N} \quad (1.5)$$

Tam periyot fazörel gösterim, Denklem (1.5) yardımıyla yapılır. Anlaşılacağı üzere, bu gösterim sadece bir periyotluk veriyi fazörel çevirmek içindir. Belli bir örnekleme aralığında, fazörel gösterimi kullanmak için yinelenen Fourier ifadesi kullanılmalıdır. Ayrık Fourier dönüşümünde, belirli bir pencere için yapılan fazörel dönüşümdeki ilk veriyi çıkarıp yerine bu periyodu takip eden örneği alırsak, yeni bir pencere oluşturmuş oluruz. Bu ekle ve çıkarma işlemini, toplam örnek sınırına kadar devam ettirebiliriz. Yinelenen Fourier ifadesi, oluşan yeni pencere ile verisi çıkarılan pencereyi karşılaştırarak örnek dizisinin fazörel gösterimini çıkarır. Yinelenen Fourier ifadesinin gösterimi Şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1. Yinelenen Fourier ifadesi

## **ÖZGEÇMİŞ**

**Alkım Çapar 1988’de Balıkesir’de doğdu. Lise öğrenimini Muharrem Hasbi Lisesi’nde tamamladı. 2007 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü’nden 2012 yılında ikincilik ile mezun oldu. Aynı yıl içinde Kocaeli Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı. Yüksek lisans eğitiminde iletim hatlarında arıza yeri bulma algoritmaları konusunda çalışmaları bulunmaktadır. Ayrıca, 2013 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü’nde başladığı araştırma görevlisi görevini halen sürdürmektedir.**