

ARDIŞIK BAĞLI BİR İLETİM HATTI-KABLO SİSTEMİNDE MEYDANA GELEN KISA DEVRE OLAYLARININ GEÇİCİ REJİM ANALİZİ: ARIZA DİRENCİNİN ETKİSİ

Siyami HİDİROĞLU¹

¹e-posta: siyami_hidiroglu@yahoo.com

Ali ÖZTÜRK²

²e-posta: ozturk_a@ibu.edu.tr

Anahtar sözcükler: İletim Hattı, Kablo, Aşırı Gerilim, Aşırı Akım, Geçici Rejim Analizi, Kısa Devre arızası

ÖZET

Bu bildiriye, çift taraftan beslenen 380 kV'luk ardışık bağlı bir iletim hattı/kablo sisteminde kısa devre olayları esnasında meydana gelen geçici kısa devre akım ve gerilimleri incelenmiştir. Bu amaç için, Geliştirilmiş Fourier Dönüşüm metodu kullanılmıştır. Bilgisayarda Matlab ortamında yapılan bu çalışmada, 0Ω, 1Ω, 10Ω arıza dirençleri üzerinden tek faz-toprak arızası olma şartları ayrı ayrı temsil edilmiştir. Arızanın faz 2 gerilimi tepe değerinde iken bu fazın toprakla temas etmesi sonucu oluştuğu varsayılmıştır. Arıza direncinin, geçici gerilim ve akım dalga şekilleri üzerindeki etkileri gözlenmiş ve elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

1. GİRİŞ

Yüksek gerilimli iletim sistemlerinde, yıldırım gibi atmosferik deşarjlardan kaynaklanan dış aşırı gerilimlerin yanında açma-kapama olayları, kısa devre arızaları, generator yükünün kalkması, boşa çalışan hatlardaki ferranti olayı gibi nedenlerden kaynaklanan iç aşırı gerilim ve akımlara da sıkça rastlanmaktadır. Hiç şüphe yok ki, bu akım ve gerilimlerin mümkün olan en yüksek doğrulukta tespiti, koruma elemanlarının dizaynı ve izolasyon koordinasyonu açısından son derece önem teşkil etmektedir.

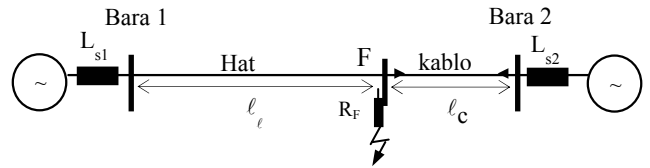
Burada, yukarıda bahsedildiği gibi geçici iç aşırı gerilimlerin ve akımların bir diğer kaynağı olan kısa devre geçici rejimi incelenmiştir. Bu maksatla, homojen olmaması sebebiyle, daha büyük geçici aşırı gerilim ve akımlar üreten, ardışık bağlı ve uygulamada çok sık karşılaşılan çift taraftan beslenen bir enerji iletim hattı/kablo sistemi ele alınmıştır. İncelenen sistemin ardışık bağlanma noktasında farklı arıza dirençleri için temsil edilen tek faz-toprak arızada, iletim sisteminin muhtelif noktalarında oldukça dikkat çekici geçici aşırı akım ve gerilimler oluştuğu gözlenmiştir.

Bu çerçevede, elde edilen dalga şekilleri (şekil 4-5-6) ve sayısal sonuçlar Bölüm 2'de sunulmuştur.

2. UYGULAMA ÇALIŞMALARI

Bu çalışmada, Şekil 1'de görülen iletim sistemi incelenmiştir. Sistemde arıza öncesi akımlar ihmal edilmek suretiyle ikinci faz tam tepe değerindeyken bu fazda tek faz-toprak kısa devresi olduğu varsayılmıştır. Bu amaçla arızanın, Şekil 1'de gösterilen F noktasında, ya da başka bir ifadeyle hat ve kablunun birleşme noktasında olduğu düşünülerek üç farklı durum için, (arıza direncinin 0 Ω, 1 Ω, 10 Ω, olma halleri) gönderici uç gerilimleri, gönderici uç akımları ve arıza noktası gerilimlerinin zamana bağlı değişimini gösteren dalga şekilleri elde edilmiştir.

Yapılan simülasyonda, geçici kısa devre akım ve gerilim ifadeleri hat ve kablo parametrelerinden yararlanılarak önce frekans bölgesinde elde edilmiş daha sonra Fourier Dönüşüm Metodu yardımıyla istenilen noktadaki akım ve gerilim dalga şekilleri zamana bağlı olarak bulunmuştur [1-2-3-4-5-6]. Arızanın temsilinde süperpozisyon yöntemi kullanılmıştır [7-8]. İlgilenilen noktalardaki akım ve gerilimlere ilişkin matematiksel ifadeler, daha önce benzer bir iletim sistemi için, kaynak 7 ve 8' de türetildiği için burada yeniden verilmemiştir.

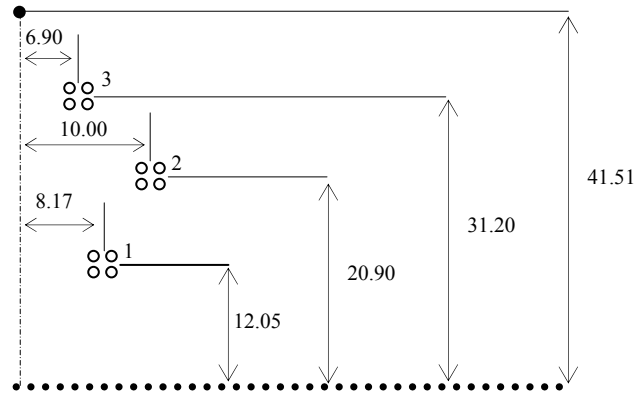


Şekil. 1 İletim sisteminin tek hat şeması

Yukarıda tek hat şeması verilen iletim sisteminde, toprağın homojen olduğu ve 30 Ohm-m lik bir özdirence sahip olduğu varsayılmıştır. İşletme gerilimi 380 kV'tur. Kaynaklar sisteme 0.12 Henri'lik endüktanslar üzerinden bağlanmıştır. Kullanılan kablo her 1 km de çaprazlanmış ve kablo kılıfı çaprazlama noktalarında direkt olarak topraklanmıştır. İletim hattı 50 km uzunlukta ve kablo ise 20 ana bölmeden oluşmaktadır.

İncelenen iletim sistemine ait hat ve kablunun arazideki yerleşim profilleri sırasıyla Şekil 2 ve 3' de,

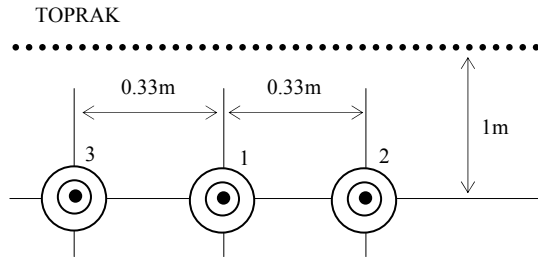
parametreleri ise sırasıyla Tablo 1 ve 2'de görülmektedir.



Şekil 2 İletim Hattının Profili (mesafeler: metre)

Tablo-1. İletim Hattına Ait Parametreler

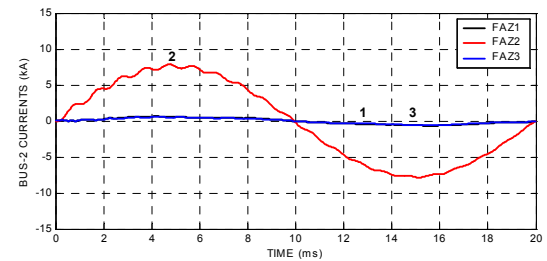
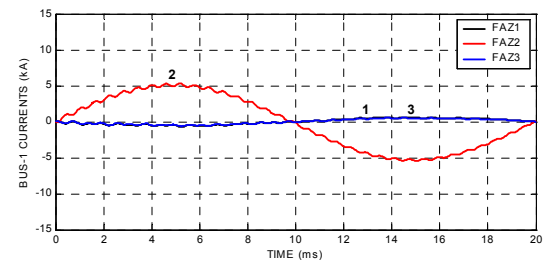
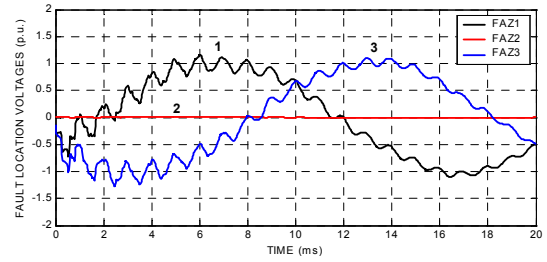
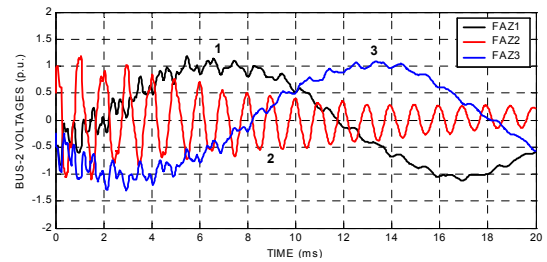
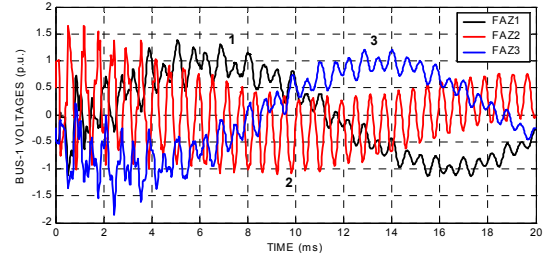
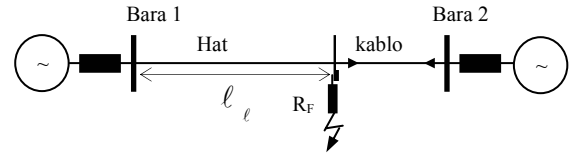
Parametreler	Faz İletkeni	Toprak İletkeni
Çap(cm)	30.902	2.858
Damar çapı (cm)	0.318	0.318
Özdirenç (ohm-m)	$3.21 \cdot 10^{-8}$	$3.21 \cdot 10^{-8}$
Dış damar sayısı	24	24
Etkin damar sayısı	54	54
Endüktans düzelt. faktörü.	0.21088	0.21088
Her fazdaki iletken sayısı	4	-
Koruma iletkeni sayısı	1	-



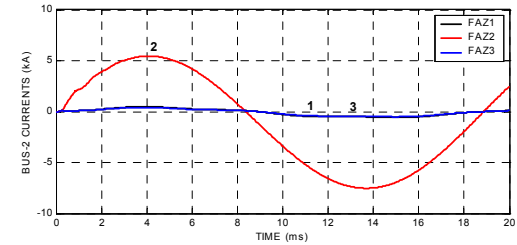
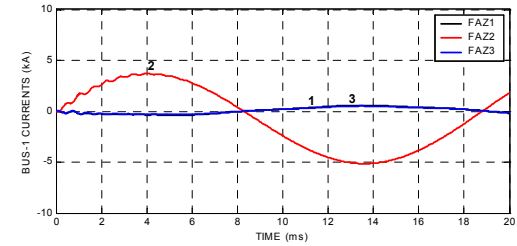
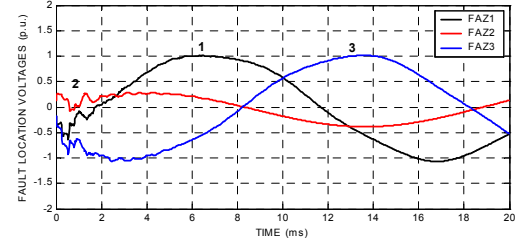
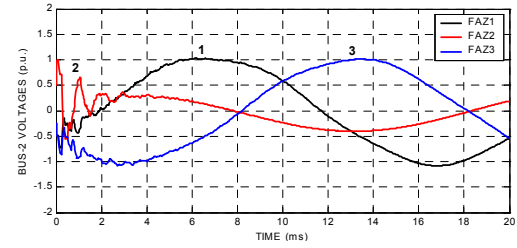
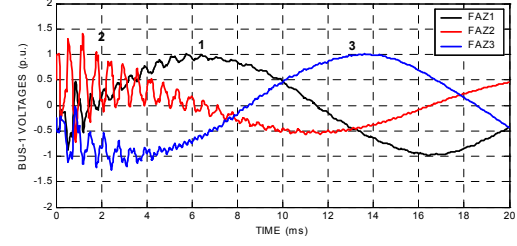
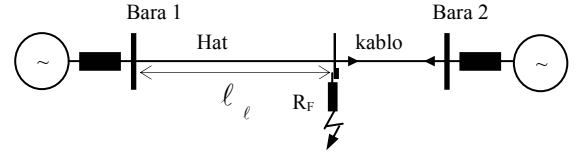
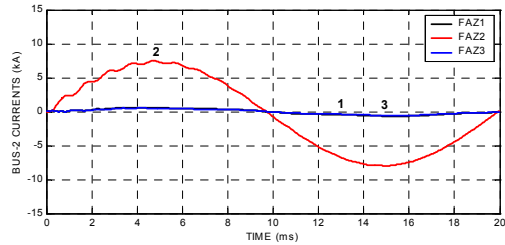
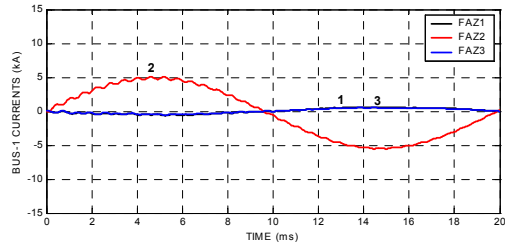
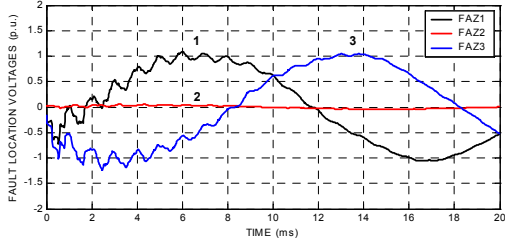
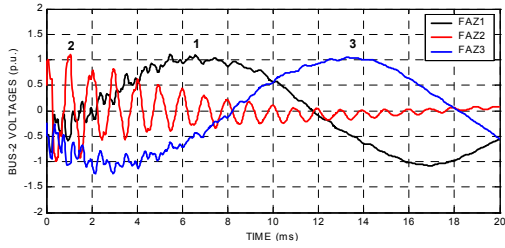
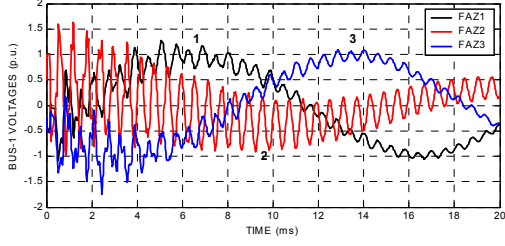
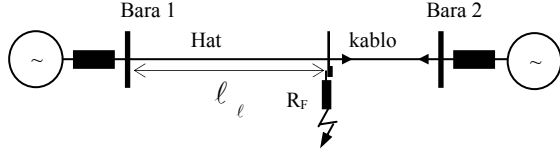
Şekil 3 Yeraltı Kablosunun Yerleşim Profili

Tablo-2. Kabloya Ait Parametreler

Parametre Adı	Parametre Büyüklüğü
Nüve yarıçapı	2.44 cm
Kılıf iç yarıçapı	4.20 cm
Kılıf dış yarıçapı	4.60 cm
Kablo yarıçapı	5.10 cm
Nüve özdirenç	$1.72e-8 \Omega m$
Kılıf özdirenç	$3.58e-8 \Omega m$
Nüve izolasyonunun bağıl dielektrik sabiti	3.55
Kılıf izolasyonunun bağıl dielektrik sabiti	8
Nüvenin bağıl geçirgenlik sabiti	1
Kılıfın bağıl geçirgenlik sabiti	1



Şekil 4 Hat ve kablunun birleşme noktasında tek faz-toprak arızası olduğunda meydana gelen kısa devre akım ve gerilimleri ($R_F=0$ ohm)



Şekil 5 Hat ve kablunun birleşme noktasında tek faz-toprak arızası olduğunda meydana gelen kısa devre akım ve gerilimleri ($R_F=1$ ohm)

Şekil 6 Hat ve kablunun birleşme noktasında tek faz-toprak arızası olduğunda meydana gelen kısa devre akım ve gerilimleri ($R_F=10$ ohm)

3. SONUÇ

Ardışık bağlı tipik bir iletim hattı/kablo iletim sistemi üzerinde yapılan çalışmada, arıza direncinin sistemde oluşan geçici aşırı gerilim ve akımların dalga şekillerini ve maksimum değerlerini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Yapılan simülasyon, Geliştirilmiş Fourier Dönüşüm Yöntemi kullanılarak Matlab ortamında hazırlanmış bir program marifetiyle gerçekleştirilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir[9];

- Arıza direncinin 10^{-6} ohm alındığı durum için, arıza yerinde arızalı faza ait gerilim, beklendiği gibi sıfır olarak görülmektedir.
- Tüm arızalı faz gerilimlerinde, arızalı faz akımlarına kıyasla daha fazla bozulmalar oluşmakta ve ana frekans bileşeni üzerine binmiş yüksek frekanslı salınımlarla karşılaşmaktadır.
- Yapılan kısa devre arızası simülasyonlarında, sistemde oluşan geçici aşırı gerilimlerin büyüklüğünde yaklaşık iki katına kadar artış ve ilgili dalga şekilleri üzerinde de muhtelif frekanslardaki harmoniklerin oluşturduğu bozulmalar görülmektedir.
- Beklendiği gibi sağlıklı fazlardan kuplaj endüktansı nedeniyle ihmal edilebilecek nispette akım akarken, arızalı fazlardan arıza tipine bağlı olarak ilgili arızaya doğru devre empedansı ile de ilişkili olarak, çok yüksek seviyede akımlar akmaktadır.
- Arıza direncinin artması halinde, arıza noktasındaki arızalı faz geriliminde ilk anda bir yükselme daha sonra sınırlı süreli bir salınım izlenmektedir. Bunun sebebi, arıza noktasından gönderici uçlara giderek yansıyan dalgaların geri dönüp arıza direncinden tekrar yansması ve burada kırılması sebebiyle direnç büyüdükçe burada ilk anlarda daha yüksek değerlere yapılan bir sıçramaya neden olmasıdır. Ayrıca arıza direncinin büyümesiyle beraber gerilim dalga şekilleri üzerinde görülen salınımların sönümlenme süresi azalmaktadır. Sistemde görülen maksimum akım ve gerilimler açısından bir değerlendirme yapıldığında ise, arıza direnci büyüdükçe devre empedansının büyümesinden dolayı arızaya akan akım azalmakta, gönderici uçlarda meydana gelen geçici aşırı gerilimler ise, arıza noktasına giden dalganın daha az bir bölümünün yansıtılmasından dolayı küçülmektedir.
- İncelenen iletim sistemiyle ilgili olarak yukarıda anlatılanların, sayısal sonuçlarının aşağıdaki gibi özetlenmesi mümkündür;
 - Arıza direncinin olmaması halinde; en büyük gerilim 1. gönderici uçta Faz 3' e ait 1.858 p.u., en büyük akım ise 2. gönderici uçta Faz 2 için 7.888 kA,
 - 1 ohm arıza direnci için; en büyük gerilim 1. gönderici uçta Faz 3' e ait 1.745 p.u., en büyük akım ise 2. gönderici uçta Faz 2 için 7.975 kA
 - 10 ohm arıza direnci için; en büyük gerilim 1. gönderici uçta Faz 2' ye ait 1.402 p.u., en büyük akım ise 2. gönderici uçta Faz 2 için 7.527 kA,

olarak ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Galloway R.H., Shorrocks W.B., Wedepohl L.M., "Calculation of Electrical Parameters for Short and Long Polyphase Transmission Lines", Proc. IEE, Vol. 111, No. 12, pp., 2051-2059, 1964.
- [2] Wedepohl L. M. And Wilcox D.J., "Transient Analysis of Underground Power Transmission Systems, System Model and Wave-Propagation Characteristics", Proc. IEE, Vol. 120, No. 2, pp. 253-260, 1973
- [3] Day Sylvia J., Mullineux N. and Reed J.R., "Developments in Obtaining Transient Response Using Fourier Transforms, Part 1: Gibbs Phenomena and Fourier Integrals" Int. Jour. of Elect. Engineering Educ., Vol. 3, pp. 501-507, 1965.
- [4] Day Sylvia J., Mullineux N. and Reed J.R., "Developments in Obtaining Transient Response using Fourier Transforms, Part 2: Use of the Modified Fourier Transform" Int. Jour. of Elect. Engineering Educ., Vol 4, pp. 31-40 1966.
- [5] Day Sylvia J., Mullineux N. and Reed J.R., "Developments in Obtaining Transient Response using Fourier Transforms, Part 3: Global Response" Int. Jour. of Elect. Engineering Educ., Vol 6, pp. 259-265, 1968.
- [6] Day Sylvia J., Mullineux N. and Reed J.R., "Developments in Obtaining Transient Response using Fourier Transforms, Part 4: Survey of the Theory" Int. Jour. of Elect. Engineering Educ., Vol 10, pp. 256-267, 1972.
- [7] Ünver M.Uğur, "Enerji nakil hatlarının kısa devre analizi: çift taraftan beslenen hatlar", Elektrik Müh. 6. Ulusal Kongresi, 1995.
- [8] Hıdıroğlu S., "Ardışık bağlı Y.G.iletim hattı/kablo sistemlerinde meydana gelen kısa devre arızalarının geçici rejim analizi" Doktora Tezi, Sakarya, 2004.
- [9] Yüksel İ. "Matlab ile Mühendislik Sistemlerinin Analizi ve Çözümü" Vipaş A.Ş., Bursa, 2000.