



Kabul Edilmiş Araştırma Makalesi (Düzenlenmemiş Sürüm)

Accepted Research Article (Uncorrected Version)

Makale Başlığı / Title

Kararlı durumda seri kapasitörlerin iletim şebekesine etkilerinin incelenmesi

Investigation of the effects of series capacitor on transmission network in steady state

Yazarlar / Authors

Doğan Can SAMUK^{1*}, Fatih Mehmet NUROĞLU²

Referans No / Reference No

PAJES-76009

DOI

10.5505/pajes.2019.76009

Bu PDF dosyası yukarıda bilgileri verilen kabul edilmiş araştırma makalesini içermektedir. Sayfa düzeni, dizgileme ve son inceleme işlemleri henüz tamamlanmamış olduğundan, bu düzenlenmemiş sürüm bazı üretim ve dizgi hataları içerebilir.

This PDF file contains the accepted research article whose information given above. Since copyediting, typesetting and final review processes are not completed yet, this uncorrected version may include some production and typesetting errors.



Öz
Elektrik enerjisi gün geçtikçe artmaktadır. Yeni nesil enerji kaynakları, birincil enerji kaynaklarına yakın kurulan enerji santralleri ile karşılanmaktadır. Üretilen enerji yük taşıyıcı hatlara ile yük bölgelerine taşınmaktadır. Enerji taşıyıcı hatların kapasite düşmesi, güç açısı bazı problemlere sebep olmaktadır, özellikle üretim ve yük bölgeleri arasındaki uzak bölgelerde, seri kapasitörler kullanılarak kapasite artırılmaktadır. Seri kapasitörlerin paralel hatlar arasındaki kapasite paylaşımını ve geçici kararlılığı iyileştirmeye yardımcı olur. Ayrıca, seri kapasitörün uzak bölge rölesi üzerindeki etkisi de araştırılmıştır. Bu amaçla, seri kapasitörün yüksek gerilimli bir sistemde kullanılması, Digsilent PowerFactory yazılımı kullanılarak bir test sistemi oluşturulmuş ve seri kapasitörün uzak bölge rölesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Uzun hatların geçici kararlılığı, uzak bölge rölesi akımı ve kısa devre analizi gerçekleştirilmiştir. Seri kapasitörlerin avantajları ve dezavantajları araştırılmıştır.

¹Elektrik-Elektronik Mühendisi, Pamukkale Üniversitesi, E-Posta: dogancan.samuk@erdogan.edu.tr

²Elektrik-Elektronik Mühendisi, Pamukkale Üniversitesi, E-Posta: fmn@ktu.edu.tr

Geliş Tarihi/Received 2501.2018, Kabul Tarihi/Accepted 2501.2019
doi: 10.5505/pajes.20176009

Öz

Elektrik enerjisi gün geçtikçe artmaktadır. Yeni nesil enerji kaynakları, birincil enerji kaynaklarına yakın kurulan enerji santralleri ile karşılanmaktadır. Üretilen enerji yük taşıyıcı hatlara ile yük bölgelerine taşınmaktadır. Enerji taşıyıcı hatların kapasite düşmesi, güç açısı bazı problemlere sebep olmaktadır, özellikle üretim ve yük bölgeleri arasındaki uzak bölgelerde, seri kapasitörler kullanılarak kapasite artırılmaktadır. Seri kapasitörlerin paralel hatlar arasındaki kapasite paylaşımını ve geçici kararlılığı iyileştirmeye yardımcı olur. Ayrıca, seri kapasitörün uzak bölge rölesi üzerindeki etkisi de araştırılmıştır. Bu amaçla, seri kapasitörün yüksek gerilimli bir sistemde kullanılması, Digsilent PowerFactory yazılımı kullanılarak bir test sistemi oluşturulmuş ve seri kapasitörün uzak bölge rölesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Uzun hatların geçici kararlılığı, uzak bölge rölesi akımı ve kısa devre analizi gerçekleştirilmiştir. Seri kapasitörlerin avantajları ve dezavantajları araştırılmıştır.

Abstract

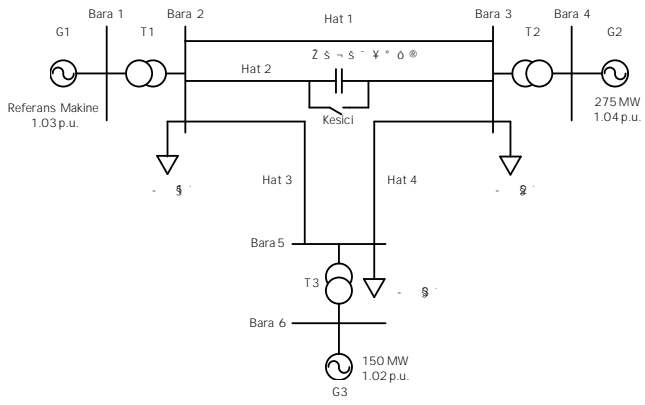
Electrical energy need is increasing day by day along with developing industry and growing population. New generation are established near the primary energy sources to meet the generated energy is transported to the load locations via transmission lines. Decrease of the power transfer capacity value of the power angle cause some problems, especially at distant places between the generation and the load locations, series capacitors are used to increase transfer capacity of the transmission lines. It is also known that the series capacitors sharing between the parallel lines and improve transient stability. In addition, the series capacitor affects operation of the distance relay negatively, a sample test system is modeled by using Digsilent PowerFactory software in order to investigate the effect of series capacitors of long transmission lines, transient stability of the network, operation of distance protection relay, load flow and short circuit analysis were performed on the test system. Advantages and disadvantages of the series capacitors on the transmission system were investigated.

Anahtar kelimeler: Seri Kapasitör, Mesafe Koruma Rölesi, Uzun Hatların Geçici Kararlılığı, Uzak Bölge Rölesi Akımı, Kısa Devre Analizi, Digsilent PowerFactory

Keywords: Series Capacitor, Distance Relay, Load Flow Analysis, Short Circuit Analysis, Digsilent PowerFactory

1. Giriş
Elektrik enerjisi gün geçtikçe artmaktadır. Yeni nesil enerji kaynakları, birincil enerji kaynaklarına yakın kurulan enerji santralleri ile karşılanmaktadır. Üretilen enerji yük taşıyıcı hatlara ile yük bölgelerine taşınmaktadır. Enerji taşıyıcı hatların kapasite düşmesi, güç açısı bazı problemlere sebep olmaktadır, özellikle üretim ve yük bölgeleri arasındaki uzak bölgelerde, seri kapasitörler kullanılarak kapasite artırılmaktadır. Seri kapasitörlerin paralel hatlar arasındaki kapasite paylaşımını ve geçici kararlılığı iyileştirmeye yardımcı olur. Ayrıca, seri kapasitörün uzak bölge rölesi üzerindeki etkisi de araştırılmıştır. Bu amaçla, seri kapasitörün yüksek gerilimli bir sistemde kullanılması, Digsilent PowerFactory yazılımı kullanılarak bir test sistemi oluşturulmuş ve seri kapasitörün uzak bölge rölesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Uzun hatların geçici kararlılığı, uzak bölge rölesi akımı ve kısa devre analizi gerçekleştirilmiştir. Seri kapasitörlerin avantajları ve dezavantajları araştırılmıştır.

fl s °) ± a ± ± 150 150 80 50
 & i ¶ ¥ ° s a - 15 15 8 5
 & i s s ° s a - 75 75 40 25



Tablo 3: Hatların teknik bilgileri

Hatlar	Parametreler	0	20	40	60	80
Hat 1	P (MW)	72.9	68	61.7	53.8	45.1
	Q (MVar)	-10	-9.3	-7.9	-5.2	0.3
	Yüklenme(%)	17.9	16.7	15.1	13.2	10.9
Hat 2	P (MW)	72.9	83.5	97.2	115	136
	Q (MVar)	-10	-15	-25	-43	-89
	Yüklenme(%)	17.9	20.7	24.4	30	39.5
Hat 3	P (MW)	83.9	78	70.8	61.7	51.8
	Q (MVar)	-3.6	-24	-0.6	2.4	8.6
	Yüklenme(%)	20.4	19	17.2	15	12
Hat 4	P (MW)	82.6	77	70.1	61.1	51.4
	Q (MVar)	-29.	-28	-26	-22	-14
	Yüklenme(%)	21.6	20.2	18.4	16	13.1

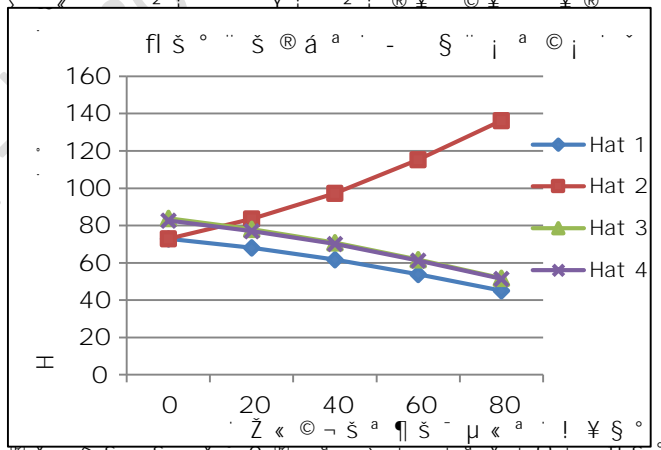
test sistemi

Tablo 1: Hatlara ait teknik bilgiler

Parametre	Hat 1	Hat 2	Hat 3	Hat 4
fl s °) ± a ± ±	150	150	80	50
& i ¶ ¥ ° s a -	15	15	8	5
& i s s ° s a -	75	75	40	25

Tablo 2: Yüklere ait teknik bilgiler

Parametre	Yük 1	Yük 2	Yük 3
Aktif Güç (MW)	150	500	150
Reaktif Güç (MVar)	30	50	10
Görünür Güç (MVA)	152.9	502.5	150.3



ile ona paralel olan Hat 1

Çalıştırılarak, Hat 1'in kapasitör

3.1 - Çalıştırılarak, Hat 1'in kapasitör

Çalıştırılarak, Hat 1'in kapasitör

Çalıştırılarak, Hat 1'in kapasitör

Çalıştırılarak, Hat 1'in kapasitör

Çalıştırılarak, Hat 1'in kapasitör

Çalıştırılarak, Hat 1'in kapasitör

Çalıştırılarak, Hat 1'in kapasitör

Çalıştırılarak, Hat 1'in kapasitör

Yüklenme(%)

Yüklenme(%)

Yüklenme(%)

Yüklenme(%)

Yüklenme(%)

Yüklenme(%)

Yüklenme(%)

Yüklenme(%)

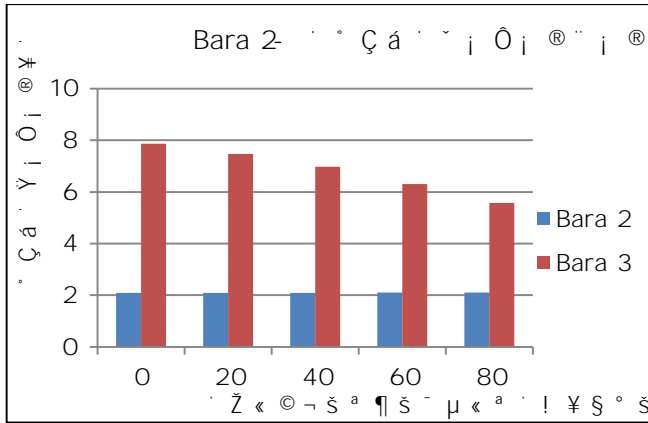
Yüklenme(%)

Yüklenme(%)

Tablo 4: Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV)

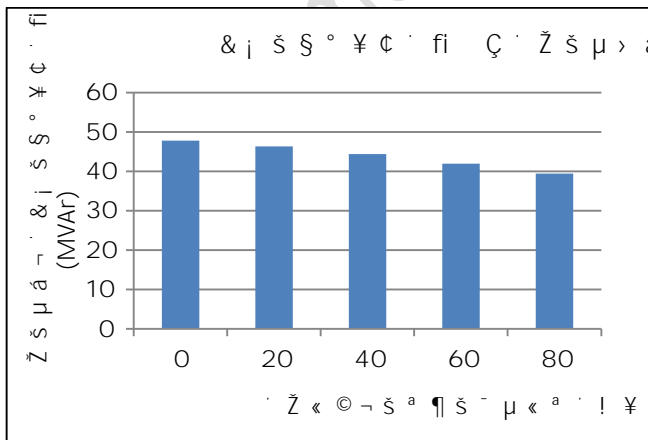
Bara	Parametre	Zaman (s)				
		0	20	40	60	80
2	Gerilim (kV)	236.6	236.6	236.8	237.1	237.8
	Açık	-2.09	-2.09	-2.09	-2.1	-2.1
3	Gerilim (kV)	236.4	236.3	236.2	236.0	235.3
	Açık	-7.87	-7.47	-6.97	-6.31	-5.57
5	Gerilim (kV)	234.83	234.8	234.8	234.8	234.8
	Açık	-5.58	-5.34	-5.02	-4.62	-4.16

Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.



Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.

Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.



Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.

Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.

Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.

Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.

Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.

Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.

Hat Parametreleri			
Z	Ç	R	X
76.49	78.69	15	75

Bölge	Faz		Toprak			
	% Hat	Ç	% Hat	Ç	(°)	
1	80	61.19	78.69	80	6669	63.55
2	120	91.78	78.69	120	100.03	63.55
3	196	107.08	78.69	147	116.7	63.55

Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.

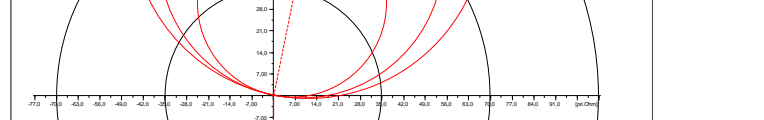
Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.

Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.

Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.

Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.

Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.



Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.

Şarj ve deşarj sırasında hat üzerindeki gerilim düşüşleri (kV) için grafikler aşağıda sunulmuştur.

4 Sonuçlar

incelenmek üzere örnek bir test sistemi Digsilent PowerFactory

seri kapasitörün etkisiyle &

veya bu durumun çözümü için yeni yöntem

(IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, 94, 1970.

[10] Ziegler G. Numerical Distance Protection: Principles and Applications. 4th ed. Erlangen, Germany, Publicis Publishing, 2011.

[11] Glover JD, Sarma MS. Overbye Power System Analysis and Design. 5th ed. Samford, USA, 2011.

[12] ...

[13] ...

[14] ...

[15] ...

[16] ...

[17] Digsilent Power System Software and Engineering. <https://www.digsilent.de/en/protectionfunctions.html> (22.01.2018).

[18] Kundur P. Power System Stability and Control. New York, USA, McGraw-Hill, 1994.

5 (i i S S ®

6 Kaynaklar

[1] Saadat H. Power System Analysis. 5th ed. New York, USA, McGraw-Hill, 1999.

[2] De Kock J, Strauss P. Practical Power Distribution for Industry. 1st ed. Burlington, USA, Newnes Press, 2004.

[3] ...

[4] Gencer ÖÖ. Seri Kompanzasyon Sistemlerinin Geçici Hal ...

[5] ...

[6] Lee HJ, Kim SH, Hur K, Choi JS, Oh HJ, Lee BJ, Chow JH. ...

[7] ...

[8] ...

[9] Kumar BSA, Parthasarathy K, Prabhakara FS, Khincha HP. ...

[10] ...

[11] ...

[12] ...

[13] ...

[14] ...

[15] ...

[16] ...

[17] ...

[18] ...