

YÜKSEK GERİLİM İLETİM HATLARINDA YENİ BİR YAKLAŞIMLA EN UYGUN TEKRAR KAPAMA ZAMANININ BULUNMASI

İlker İŞGÖR, Ferit ATTAR, Mehmet UZUNOĞLU

*Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü,
Yıldız-İSTANBUL*

Geliş Tarihi: 02.04.2003

COMPUTATION OF OPTIMAL RECLOSURE TIME FOR TRANSMISSION LINES WITH A NEW APPROACH

ABSTRACT

Today, protecting transmission lines from transient and continuous faults is one of the most important point. A section of a transmission line which is affected by a transient or a continuous fault must be disconnected quickly. Also preserving system stability must be a necessity for a system. For this reason system must be reenergized after clearing the fault. This operation named reclosing and a fixed time must be determined for this operation. A different method introduced and a simulation made at this study.

ÖZET

Günümüzde yüksek gerilim hatlarının geçici ve sürekli arızalardan korunması önem arz eden konulardan birisidir. Bir iletim ağı üzerinde geçici veya sürekli bir arızaya maruz kalan kısım acil olarak şebekeden ayrılmalıdır. Yüksek gerilim hat korumasında arızalara anında müdahale etmenin yanında sisteme tekrar enerji verildiğinde sistem stabilitesinin de bozulmaması gerekmektedir. Bu yüzden arıza ortadan kalkar kalkmaz en uygun zamanda sisteme tekrar enerji verilmelidir. Tekrar kapama adı verilen bu işlem için en uygun zamanın tespit edilmesi enerjinin devamlılığı açısından önem gösterir. Bu çalışmada tekrar kapama zamanının bulunması ile ilgili farklı bir yöntem tanıtılmış ve bir modelleme yapılmıştır.

1. GİRİŞ

İletim hatları için tekrar kapama zamanının sistem stabilitesi üzerinde önemli bir etkisi vardır (Mason, 1956). Burada, geçici enerji fonksiyonunu (TEF) temel alan en uygun kapama zamanının hesaplamasında kullanılacak yeni bir metot anlatılmıştır. En uygun kapama zamanının otomatik kapama cihazını kapamak için kullanılabilmesi gösterilmiş, böylece sistem stabilitesi veya güç transferi özelliklerinin önemli ölçüde artırılabilmesi ispat edilmiştir.

Güç sistemi TEF (transient energy function)'in klasik modellerini temel aldığı düşünülmüştür. Ayrıca 4 generatör ve 11 baralı bir test sistemi kullanılarak yük açısının değişimi incelenmiş ve en uygun tekrar kapama zamanının yük açısı değişiminden etkilendiği ispat edilmiştir (Baohui ve Yuan, 2002).

2. ARIZANIN TESPİTİ

Bir arızanın yapısını (sürekli mi geçici mi) bilmeden o arızaya müdahale etmek bazen arızadan daha vahim sonuçlar doğurabilir. Araştırmalar sonucu, bir çok durumda üç fazlı devamlı arıza hallerinde, generatörün yüksek gerilim bağlantılarının yanlış zamanlarda kapatıldığı ortaya

çıkarılmıştır. Bu kapama sonucunda generatör şaftına çok fazla yük binerek şaftın ve dolayısıyla generatörün ömrü azalmaktadır (Elmore, 1994). Üç fazlı arızalarda genellikle arızayı ortaya çıkaran ve kapamayı engelleyen bir yöntem kullanılır. Diğer bir metot ise kritik olmayan bir noktada kapamanın gerçekleştirilmesidir. Eğer kapama başarılı ise kritik noktada kapama bloke edilmelidir, ama bu metot devamlı arızalarda kritik olmayan noktaları da etkileyebilir. Üçüncü bir metottan yani "Uygun Kapama" dan bahsedilebilir. Uygun kapamanın temel prensibi; öncelikle arızanın geçici mi yoksa devamlı mı olduğunu belirlemek ve devre kesiciye kapama emrinin verilip verilmeyeceğidir. Uygun kapama tekniğinin amacı devamlı bir arızada kapama yapılmasının engellenmesidir (Djuric ve Terzica, 1995).

Bütün bunlara rağmen, sistem stabilitesi düşünüldüğünde devamlı bir arızada kapama yapılması her zaman negatif etkiler doğurmaz. (Kundur, 1994) 1960'larda Kanada'da BC Hydro tarafından yapılan bir iletim sistemi için farklı stabilize kontrol çalışmaları hızlı kapatmaların daha iyi olmadığını göstermiştir. BC Hydro'nun yaptığı testlerde kullandığı iletim sistemindeki başarısız kapama işlemleri için (devamlı arızalarda) 45 periyotluk kapamanın en uygun kapama zamanı olduğu gösterilmiştir. Arızanın başlangıcından 25 periyot sonra yapılan kapama ise en kötü olup sistem stabilitesini bozar. Yukarıdaki örnekten de anlaşılacağı üzere, devamlı arızalarda en uygun bir tekrar kapama zamanı olabilir. Normal olarak ilk arıza generatörün hızında bir değişime yol açar; generatör hızlanır veya yavaşlar (Phadke, 1990-1994). Hızlanma esnasında tekrar kapama yapılırsa ikinci bir hızlanma oluşur. Bu durumda sistem stabilitesi daha kötüye gider. Eğer sistem hızlanma periyodundan sonra yavaşlama periyoduna girerse, ikinci arızadan yani devamlı arıza üzerine yapılan tekrar kapamadan dolayı, oluşan hızlanma yavaşlamayı kompanze edebilir. Tek bir makine ve sonsuz baralı sistemler üzerinde yapılan çalışmalarda en uygun zamanda yapılan kapamaların, sadece sistem stabilitesini korumadığı aynı zamanda sistemdeki osilasyonlarını da bastırdığı tespit edilmiştir (Yaozhang, 1989).

Uygulamada geçici bir arıza ile devamlı bir arızayı birbirinden ayırt etmek zordur. Bu yüzden bir çok kapama arızanın yapısı bilinmeden yapılır. Bazı iletim sistemlerinde maksimum iletim kapasitesi sınırlandırılarak sistem stabilitesi sağlanır, devamlı arızalarda sabit bir kapama zamanının kullanılması ile elde edilebilir. Stabil olmayan sistemlerde sistem stabilitesini sağlamak için kullanılan uygun bir kapama zamanı bile aktarılan gücün artmasına neden olabilir (Chen, 1999).

Bu bölümde tek makineli ve sonsuz bir baraya sahip bir sistemde geçici enerji ve sistemdeki dalgalanmalar arasındaki bağlantı incelenmektedir. Ayrıca en uygun kapamaya yönelik kriterler incelenmekte ve çok makineli sistemlere genişletilmektedir. En uygun kapama zamanına yönelik kriterler ele alınmaktadır.

3. EN UYGUN KAPAMA KRİTERLERİ

Tek makineli sonsuz baralı bir sistemde arızadan sonra verilen geçici enerji fonksiyonu:

$$V = \frac{1}{2} M \omega^2 - P(\delta - \delta_s) - P_e (\cos \delta - \cos \delta_s) \quad (1)$$

bu formülde;

M	Generatörün enerji sabiti
δ	Sonsuz bara gerilimine bağlı generatör gerilimi açısı
δ_s	Generatör gerilimi açısının stabil eşitlik noktası
$P = P_m$	Generatörün mekanik güç girişi
P_e	Generatörün elektriksel güç çıkışı.

Eğer iletim kaybı ihmal edilirse;

$$P_e = EU/X_c$$

E	Generatörün geçici reaktansının önündeki gerilim
U	Sonsuz bara gerilimi

Yüksek Gerilim İletim Hatlarında Yeni Bir...

X_{Σ} Generatör ve sonsuz bara arasındaki eşdeğer reaktans.

Eşitlik 1'in ilk terimi generatörün açılı hızının değişimine karşılık gelir ve kinetik enerji olarak adlandırılır. Diğer terimler ise generatörün açılışına bağlıdır. Arızadan sonra sistemin geçici enerjisi potansiyel enerji ile kinetik enerjinin toplamına eşittir. Kinetik enerji sıfır olduğunda, generatör açılış eşitlik noktasından maksimum derecede saparak potansiyel enerjinin en büyük değerini almasını sağlar. Bundan dolayı potansiyel enerjinin en büyük değeri, sistemin geçici enerjisine eşittir ve stabil bir süpürme açılışına sahip generatörün maksimum açılışına bağlıdır (Yaozhang vd., 1989).

Devamlı bir arızada, devre kesiciler tekrar kapandığında sistem ikinci bir arızaya maruz kalacaktır. Devre kesiciler açıldığında arıza sona erer. Başarısız kapanmalar sonucu oluşan dalgaları minimize etmek için tek makineli ve sonsuz baralı sistemlerde en uygun kapama kriteri, ikinci arıza ortadan kaldırıldıktan sonra sistemin geçici enerjisini minimize etmektir. Bu kriterler çok makineli bir sisteme uygun olacak şekilde de genişletilebilir. Çok makineli bir sistem için Lyapunov fonksiyonu:

$$V = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n M_i \varpi_i^2 - \sum_{i=1}^n P_i (\Theta_i - \Theta_{is}) - \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n [C'_{ij} (\cos \Theta_{ij} - \cos \Theta_{ijs})] + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n D'_{ij} \int_{\Theta_{is} + \Theta_{js}}^{\Theta_i + \Theta_j} \cos \Theta_{ij} d(\Theta_i + \Theta_j) \quad (2)$$

burada;

M_i	i. generatörün enerji sabiti,
P_i	$P_{mi} - E_i^2 G_{ii}$,
Θ_{ijs}	$\Theta_{is} - \Theta_{js}$,
Θ_{is}	i generatörünün stabil eşitlik noktası,
P_{mi}	i generatörünün giriş mekanik gücü,
Θ_i	$\delta_i - \delta_0$;
ϖ_i	$\omega_i - \omega_0$;
Θ_{ij}	$\Theta_i - \Theta_j$;
C'_{ij}	$E_i E_j B_{ij}$;
D'_{ij}	$E_i E_j G_{ij}$;
δ_0	$\sum_{i=1}^n (M_i / M) \delta_i$;
ω_0	$\sum_{i=1}^n (M_i / M) \omega_i$;
M	$\sum_{i=1}^n M_i$;
E_i	i generatörünün geçici reaktans önündeki gerilimi ;
G_{ii}	ağın Y matrisinin i'inci çapraz elemanının reel kısmı ;
G_{ij}, B_{ij}	ağın Y matrisinin ij'inci reel ve imajiner kısımları ;
Y Matrisi	Devre kesicinin tekrar çalışmasından sonra oluşan admitans matrisi

İki başarısız tekrar kapamaya ait geçici enerjinin $[V(t_1 + \Delta t), V(t_n + \Delta t)]$ (Δt devre kesicinin tekrar açma zamanına ait bir sabittir) iki adet zaman sınırı içinde (t_1, t_n) olduğunu kabul edelim. Eğer t_r (t_1, t_n) aralığında bir tekrar kapama sabiti ise ($t_r + \Delta t$), devre kesicinin tekrar çalışmasına ait bir sabittir ve $V(t_r + \Delta t)$ başarısız bir tekrar kapamaya ait geçici enerjidir. t_r

koşulunda $V(t_r + \Delta t)$ en uygun tekrar kapama sabiti haline gelerek $[V(t_1 + \Delta t), V(t_n + \Delta t)]$ aralığında en düşük değerini alır. Normal olarak arıza ortadan kaldırıldıktan sonraki ilk seferde $t_1 = 0.5$ s ve $t_n = 2.0$ s'dir. Başarısız bir kapamadan sonraki devre kesicinin tekrar çalışmasında Θ'_{is} 'i stabil eşitlik noktası olarak kabul edelim. P'_i ve C'_{ij} devre kesicinin tekrar çalışmasından sonraki generatörler arasındaki karşılıklı admitans ve generatörlerin kendi admitanslarıdır. Ardından $V(t_{rc})$ ($t_{rc} = t_r + \Delta t$) aşağıdaki şekilde hesaplanabilir :

$$V(t_{rc}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n M_i \omega_{itrc}^2 - \sum_{i=1}^n P'_i (\Theta_{itrc} - \Theta'_{is}) - \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n [C'_{ij} (\cos \Theta_{ijtrc} - \cos \Theta_{ijs})] + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n D'_{ij} \int_{\Theta'_{is} + \Theta'_{js}}^{\Theta_{itrc} + \Theta_{jtrc}} \cos \Theta_{ij} d(\Theta_i + \Theta_j) \quad (3)$$

Eşitlik (3)'te son integral, ilk arıza ile devre kesicinin tekrar çalışması arasında geçen zaman diliminde sistemin durum değişkenlerine bağlıdır ve aşağıdaki gibi basitleştirilebilir:

$$\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n D'_{ij} \int_{\Theta'_{is} + \Theta'_{js}}^{\Theta_i + \Theta_j} \cos \Theta_{ij} d(\Theta_i + \Theta_j) = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n I_{ij} \quad (4)$$

Hesaplama için ilk arıza ile devre kesicinin tekrar çalışması arasında geçen zaman diliminde sistem durum değişkenlerinin gidişatı bilinmektedir ve sayısal bir entegrasyon için eşitlik (3) ve (4) kullanılabilir.

m basamak için :

$$I_{ij}(m) = I_{ij}(m-1) +$$

$$\frac{1}{2} D'_{ij} [\cos(\Theta_i(m) - \Theta_j(m)) + \cos(\Theta_i(m-1) - \Theta_j(m-1))] \times [(\Theta_i(m) + \Theta_j(m)) - (\Theta_i(m-1) + \Theta_j(m-1))] \quad (5)$$

ve

$$I_{ij}(0) = 0 \quad (6)$$

En uygun tekrar kapama zamanı eşitlik (3)'teki V_{trc} zamanının $[V(t_1 + \Delta t), V(t_n + \Delta t)]$ aralığında aldığı en küçük değerdir. Gerçi çeşitli optimizasyon tekniklerini kullanarak en uygun tekrar kapama zamanını tespit etmek zordur, fakat burada basit bir hesaplama yöntemi kullanılmaktadır (Zhang, 2002).

4. EN UYGUN KAPAMA ZAMANININ HESABI

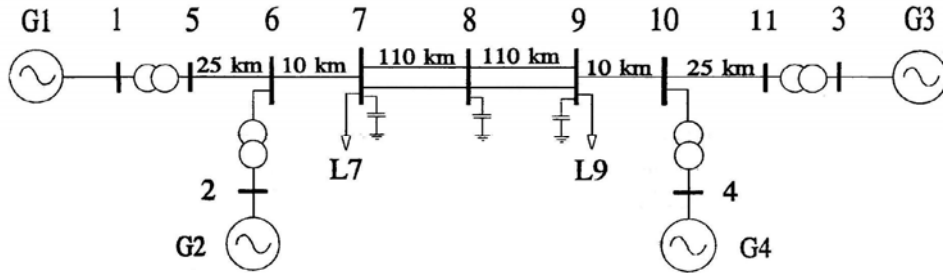
Daha önce tartışılan potansiyel ve kinetik enerji göz önüne alınarak, sistemin ikinci kez kapanmasındaki geçici enerji, arızanın ortadan kaldırıldığı andaki geçici enerjiye eşittir. Potansiyel enerji, arızanın başladığı andan, arızanın ortadan kaldırıldığı kinetik enerjinin açılma hızına bağlı olarak hesaplandığı ana kadar hesaplanmalıdır. Potansiyel ve kinetik enerjinin toplamı geçici enerjiyi verir. $[t_1, t_n]$ aralığında her muhtemel t tekrar kapama değeri için uygun durum değişkenleri $\Theta(t + \Delta t)$, $\Theta(t + \Delta t) = [\Theta_1(t + \Delta t), \Theta_2(t + \Delta t), \dots, \Theta_n(t + \Delta t)]^T$, $\Omega(t + \Delta t) = [\varphi_1(t + \Delta t), \varphi_2(t + \Delta t), \dots, \varphi_n(t + \Delta t)]^T$ ve arızanın temizlenmesinden sonraki t anındaki $V(t + \Delta t)$ geçici enerjisi hesaplanabilir. En uygun kapama kriterlerine bağlı olarak, minimum geçici enerjiye sahip olunan an en uygun kapama zamanıdır. Hesaplama basamakları aşağıdaki gibidir.

- 1) Arıza öncesi, güç sisteminin yük akışı hesaplanır.
- 2) Arıza esnasındaki şartlar ve operasyon sırası belirlenir. Bunlar; arıza tipi, arızanın temizleme koşulları, üç fazlı veya tek fazlı kapama ve devamlı bir arızadan sonra devre

- kesicilerin açıldığı sistemin konfigürasyonudur.
- 3) Devre kesiciler açıldıktan sonra stabil eşitlik noktası hesaplanır ve basitleştirilmiş sistem admitans matrisi oluşturulur (yalnızca generatör uçlarında).
 - 4) Kapama zamanı sınırı olarak t_1 ve t_n ayarlanır, burada t_1 minimum kapama zamanı (ark söndürmeden, arıza yolunun deionizasyonundan ve devre kesicilerin korunmasından dolayı) ve t_n , maksimum kapama zamanıdır.
 - 5) Devamlı bir arıza esnasında t_i 'nin en uygun kapama zamanı olduğu farz edilir. ($i=1,2,\dots,n$) ve Δt kapama ile açma arasındaki sabit bir periyottur. $t_i + \Delta t$ zamanına eşit sistem dinamiklerini kullanarak sayısal entegrasyonları hesaplanır. $\Theta(t_i + \Delta t)$ ve $\Omega(t_i + \Delta t)$ durum değişkenleri elde edilir. Ardından $V(t_i + \Delta t)$ sistem geçici enerjisi hesaplanır ve kaydedilir.
 - 6) t_i , b_i kadar arttırılır (b_i integralin basamak uzunluğudur) ve $t_i=t_n$ olana kadar 5. basamak tekrar edilir.
 - 7) Kaydedilen geçici enerjinin minimum miktarı aranır. Minimum geçici enerjinin elde edildiği zaman en uygun tekrar kapama zamanıdır. (t_i) (Zhang, 2002)

5. YÜK AÇISININ DEĞİŞİMİ İNCELENEREK Yük Açısının Değişimi İncelenerek 11 BARALI 2800 MW GÜCÜNE SAHİP BİR TEST SİSTEMİ İÇİN EN UYGUN TEKRAR KAPAMA ZAMANININ BULUNMASI

Bu bölümde 2800 MW gücüne sahip Prapha Kundur (1994) tarafından yük akışı hesaplarında kullanılan sistem ele alınmış ve Matlab 6.5 Demo kullanılarak tek faz – toprak arızası için sistemin stabilitesi bozulmadan kullanılacak en uygun tekrar kapama zamanı bulunmuştur. Sistem 700'er MW gücüne sahip 4 generatörden ve yine 4 adet 20/230 kV yıldız – üçgen bağlı transformatörden oluşmuştur. Modelin çalışabilmesi için tüm generatörlere mekanik güç girişi yapılmış ve trafolar ile generatörlerin seri bağlı olmasından dolayı çıkabilecek problemleri engellemek için generatörlerin hemen çıkışına yıldız noktası topraklanmış 100'er MW gücünde yük bağlanmıştır. Generatörün dördüncü çıkışı olan simulink ölçüm çıkışına bağlanan basitleştirilmiş senkron makine ölçümleri yapabilen bir blok eklenmiş ve bloğa bağlanan "scope" sayesinde hat akımları, yük açısı ve elektriksel güç (P_e) ölçülerek sistemin stabilitesi incelenmiştir. Sistem 60 Hz frekansında çalışmaktadır (Simpow User Manual).



Şekil 1. Analizlerde kullanılan örnek sistem (Simpow User Manual)

İletim hattı modeli olarak orta ve kısa uzunluklarda 10 km'lik iki adet, 25 km'lik iki adet ve 110 km'lik dört adet iletim hattı kullanılmıştır. Bu modelde çok uzun iletim hatları özel çözümlere veya farklı modelleme elemanlarına ihtiyaç duyulabileceği için özellikle tercih edilmemiştir. 7 ve 8. baralara 200 MVar ve 9. baraya ise 350 MVar gücüne sahip şönt kondansatörler bağlanarak kompanzasyon yapılmıştır. 7. barada 967 MW gücünde, 9. barada ise, 1767 MW'lık iki yük bağlıdır.

Mevcut model için en uygun kapama modelinin hesaplanabilmesi amacıyla Matlab 6.5 Demo versiyonu kullanılarak 8. ve 9. baralar arasında bulunan 110 km'lik iletim hatlarından birisi üzerine iki adet kesici yerleştirilmiş ve birinci kesicinin çıkışına ise arıza esnasındaki ve arıza sonrasındaki sistem verilerini incelemek vasıtasıyla bir adet ölçüm bloğu yerleştirilmiştir. Ayrıca arızanın olduğu noktaya en yakın generatörün yani 2 nolu generatörün çıkışı da incelenerek rotor açısı değişimi, yük açısı, rotor hızı değişimi ve elektriksel güç çıkışı kontrol altında tutulmuştur.

5.1. Modelin Çalışması

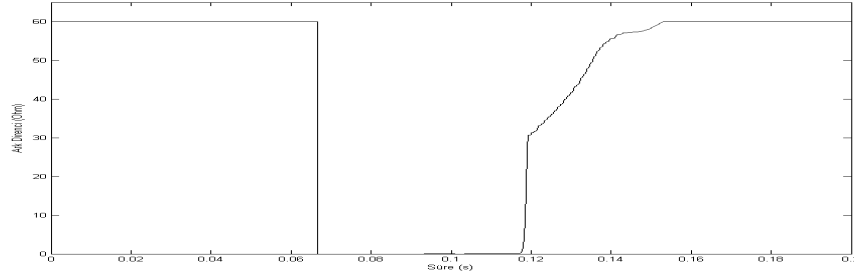
110 km'lik iletim hattının hemen başında tek faz – toprak arızasının meydana geldiği kabul edilmiştir. Ark modelini tetiklemek için kullanılan zamanlayıcı 1 veya 0 lojikleri ile ark modelini devreye sokmaktadır. Arıza sistem çalıştırdıktan 4 döngü yani 0.06 sonra oluşmakta ve 6. döngüde yani 0.1'inci saniyede kesicilerin açılmasıyla birlikte arızanın sona erdiği varsayılmaktadır. Ark modelinde gerçekte olduğu gibi aşağıdaki formüle bağlı kalınarak değişken bir direnç kullanılmıştır :

$$R_{arc} = R_0 \times \exp(-k \times i) \quad (7)$$

R_0, k Ark parametreleri

i Ark akımının rms değeri (A)

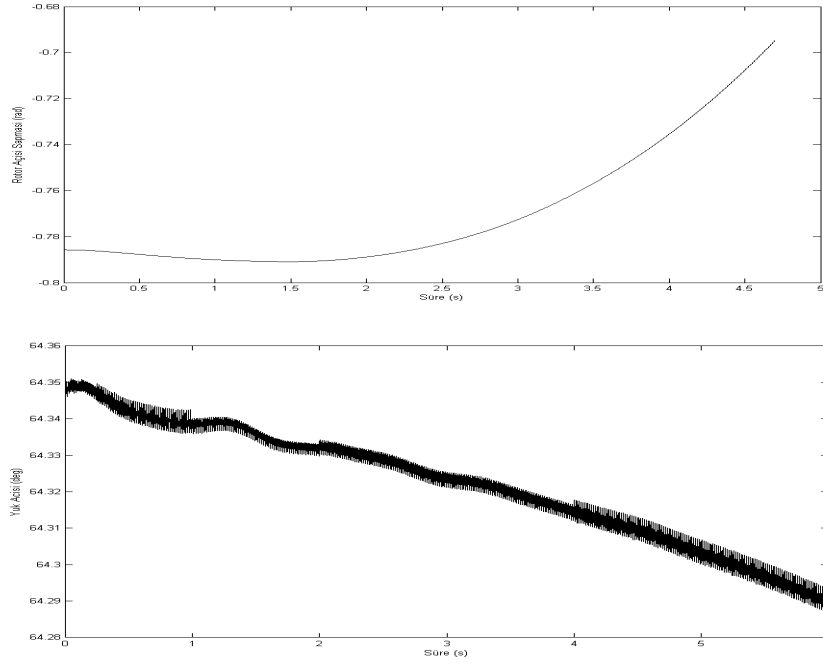
Ark akımı eşiği olarak 50 A seçilmiştir. Arızanın olduğu faz kesildikten sonra bir miktar akım ark üzerinden akmaya devam eder. Eğer bu akımın değeri 50 A'den büyük olursa arıza devamlı bir arıza kabul edilir ve 50 A'in üzerindeki bir akım akıtan ark üzerine tekrar kapama yapıldığında arıza devam eder. Arızanın sona ermiş sayılması için ayrıca değişken ark direncinin kararlı hal değerine ulaşması yani arkın sönmüş olması gerekmektedir. Eğer ark tam olarak sönmeyen tekrar kapama yapılırsa arıza tekrar eder.



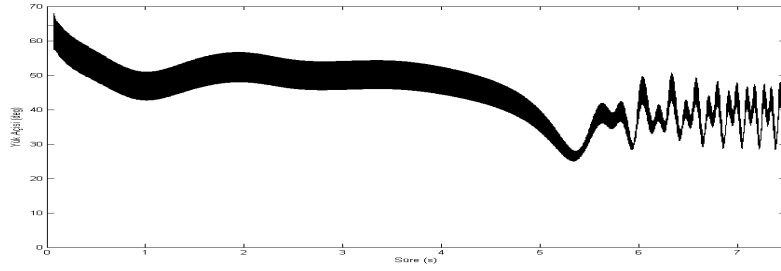
Şekil 2. Ark direncinin zamanla değişimi

Generatörün “simulink” ölçüm çıkışına bağlanan “scope” sayesinde yapılan ölçüm sonuçları Şekil 3'te görülmektedir. Rotor hızı ve yük açısı değişimleri “scope” çıkışından incelenebilir.

Bu sistem için kararlılık bozulmadan en uygun kapama zamanının tespiti için δ_s 'in dolayısıyla yük açısının minimum olduğu nokta aranır. Yük açısının en düşük olduğu noktayı bulmak için sistem arıza konumuna girdikten sonra kesiciler açılmadan bir süre kısa devre konumunda çalıştırılarak generatör uçlarındaki yük açısının değişimi aranır.

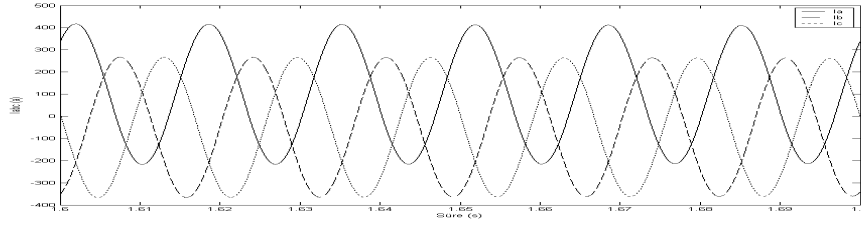


Şekil 3. Sistemde arıza yok iken rotor hızı ve yük açısı değişimleri

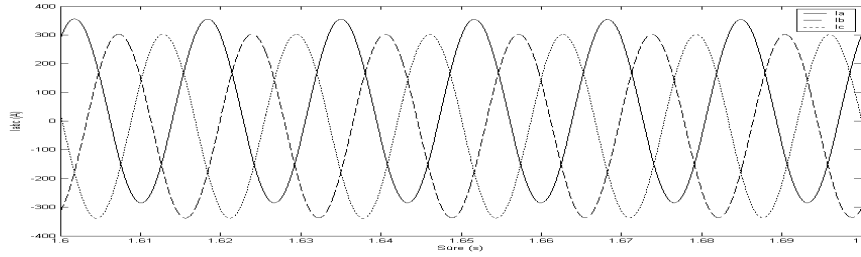


Şekil 4. Sürekli kısa devre durumunda yük açısının değişimi

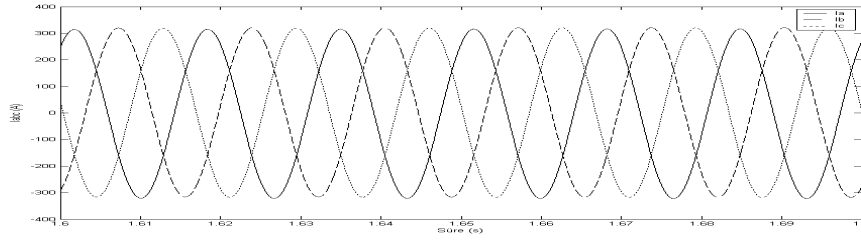
Şekil 4'te de görüldüğü ve simülasyonlardan çıkarıldığı üzere 11 baralı bu sistem için incelenen zaman aralığında en uygun kapama zamanı, sistemin çalışmaya başladıktan sonraki 1.16'ncı saniyesi, yani kesicilerin açılma zamanı olan 0.1'inci saniyeden 1.06 saniye sonrası bir diğer ifadeyle de 61 döngü sonrasıdır. En uygun kapama zamanı belirlenirken çoğunlukla 0.5 s – 2 s aralığı kullanılır. Çünkü 0.5 saniye aralığı içerisinde kesicilerin çalışmasından kaynaklanan ark henüz sönmemişe sistem tekrar arızaya geçebilir. 2s'den daha büyük değerlerde ise sistem kararlılığından zaten söz edilemez. 45, 55, 61, 75 ve 85 döngü sonra yapılan kapamalar için aşağıdaki grafikler elde edilebilir. Şekil 5 – 9'dan da görülebildiği gibi 61 döngü sonrası haricindeki tüm tekrar kapama zamanları için akım kaymakta dolayısıyla kararlılık ve sistem stabilitesi bozulmaktadır.



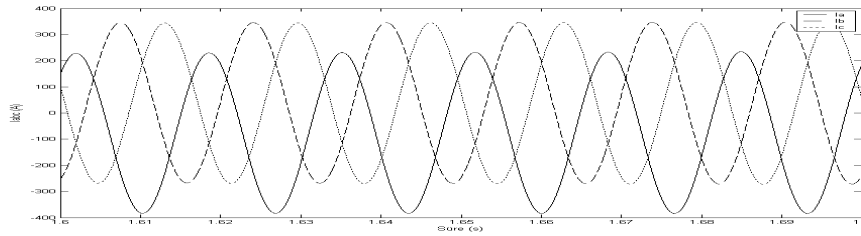
Şekil 5. 45 döngü sonra yapılan kapama sonucu I_{abc} – zaman grafiği



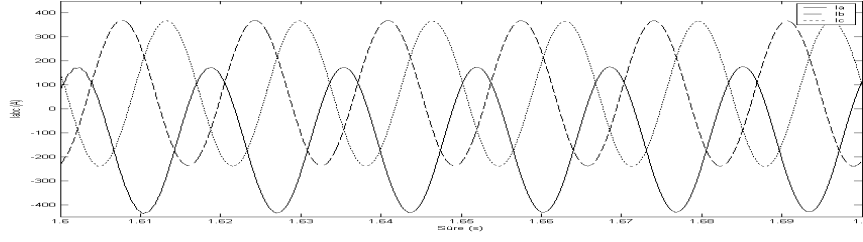
Şekil 6. 55 döngü sonra yapılan kapama sonucu I_{abc} – zaman grafiği



Şekil 7. 61 döngü sonra yapılan kapama sonucu I_{abc} – zaman grafiği



Şekil 8. 75 döngü sonra yapılan kapama sonucu I_{abc} – zaman grafiği



Şekil 9. 85 döngü sonra yapılan kapama sonucu I_{abc} – zaman grafiği

6. SONUÇLAR

Sistemin kararlılığı tekrar kapama zamanından oldukça fazla etkilenir. Bu çalışmada sistemin kararlılığının artırılması için yeni bir kapama zamanı bulma yöntemi tanıtılmış ve bu kapama zamanının elde edilmesi için örnek bir model oluşturulmuştur. Örnek bir sistem üzerinde yapılan simülasyon çalışmaları, kullanılan tekniğin güç transfer kapasitesini arttırdığını göstermiştir. Gerçi hesaplama metodu klasik matematiksel modelden elde edilmiştir. Karmaşık modellerle yapılan simülasyon çalışmaları metodun verimliliğini göstermiştir. Uygulamada tekrar kapamanın yapılmasının gerektiği durumlarda arızanın geçici mi yoksa devamlı bir arıza mı olduğu bilinemez, fakat arıza devamlı olsa bile kullanılan metod sistemin geçici kararlılığını artırır.

KAYNAKLAR

- [1] Baohui H. Zhang, Yuchun C. Yuan, (2002) “Computation of Optimal Reclosing Time for Transmission Lines”.
- [2] Chen Z., Bo Z. Q., Zhang B., (1999) “Adaptive Optimal Reclosure Using Fault Current Transients”.
- [3] Djuric M.B., V.V. Terzija (1995) “A New Approach to the Arcing Faults Detection for Fast.
- [4] Elmore W.A. ABB Power T&D (1994) “Protective Relaying Theory and Applications”.
- [5] Fitton D. S., Dunn R. W., Aggarwal R. K., Johns A.T., (1995) “Design and Implementation of an Adaptive Single Pole Autoreclosure Technique for Transmission Lines Using Artificial Neural Networks”.
- [6] “IEEE Guide for Protective Relay Applications to Transmission Lines” (2000).
- [7] Kundur Prapha “Power System Stability and Control” (1994).
- [8] Mason C. R., (1956) “The Art and Science of Protective Relaying”.
- [9] Phadke Arun G., Thorp James S.(1994) “Computer Relaying for Power Systems”.
- [10] Phadke Arun G., Horowitz S.H., McCabe A. G., (1990) “Adaptive Automatic Reclosing”.
- [11] Simpov User Manual (ABB).
- [12] Yaozhang Ge, Funghai Sui, Yuan Xiao, (1989) “Prediction Methods for Preventing Single-Phase Reclosing on Permanent Fault.