ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/387295545

Negatif Çıkışlı Luo Dönüştürücünün Analizi ve Denetimi

Conference Paper · May 2019

CITATIONS
0

READS
4

4 authors, including:



O. Fatih Kececioglu
Kahramanmaraş Sütçü İmam University
133 PUBLICATIONS **560** CITATIONS
SEE PROFILE



Ahmet Gani
Kayseri University
132 PUBLICATIONS **489** CITATIONS
SEE PROFILE



Mustafa Sekkeli
Kahramanmaraş Sütçü İmam University
137 PUBLICATIONS **641** CITATIONS
SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Ahmet Gani on 21 December 2024.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

NEGATİF ÇIKIŞLI LUO DÖNÜŞTÜRÜCÜNÜN ANALİZİ VE DENETİMİ

Meliha Rigan[1], Ö.Fatih Keçecioğlu[1] Ahmet Gani[1], Mustafa Şekkeli[1]*

[1]Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu yazar: fkececioglu@ksu.edu.tr

ÖZET

Yüksek kazançlı dönüştürücüler arasında yer alan Luo dönüştürücüler klasik yükselten DA –DA dönüştürücülere göre daha yüksek gerilim kazancı ve daha az çıkış gerilim dalgalanmasına sahiptirler. Luo dönüştürücülerde gerilim kazancı gerilim yükseltme yöntemine göre gerçekleştirilmektedir. Gerilim yükseltme yöntemi ile çeşitli devre topolojileriyle gerilim kazancı ayarlanmaktadır. Bu çalışmada yeniden yükseltmeli negatif gerilim çıkışlı Luo dönüştürücü için PI denetleyici tasarlanmış ve iki farklı denetim senaryo içerisinde MATLAB/Simulink kullanılarak denetleyicinin dinamik performansı incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Negatif gerilim çıkışlı LUO dönüştürücü, PI denetim

ANALYSIS AND CONTROL OF NEGATIVE OUTPUT LUO CONVERTER

ABSTRACT

Luo converter, which are among the high-gain converters, have higher voltage gain and less output voltage ripples than conventional DC-DC converters. In Luo converters, the voltage gain is realized according to the voltage lift method. The voltage gain can be adjusted by various voltage topologies by the voltage lift method. In this study, PI controller was designed for the re-lift negative voltage output Luo converter and the dynamic performance of controller was investigated two different control scenarios using MATLAB / Simulink.

Keywords: Negative voltage output LUO converter, PI control

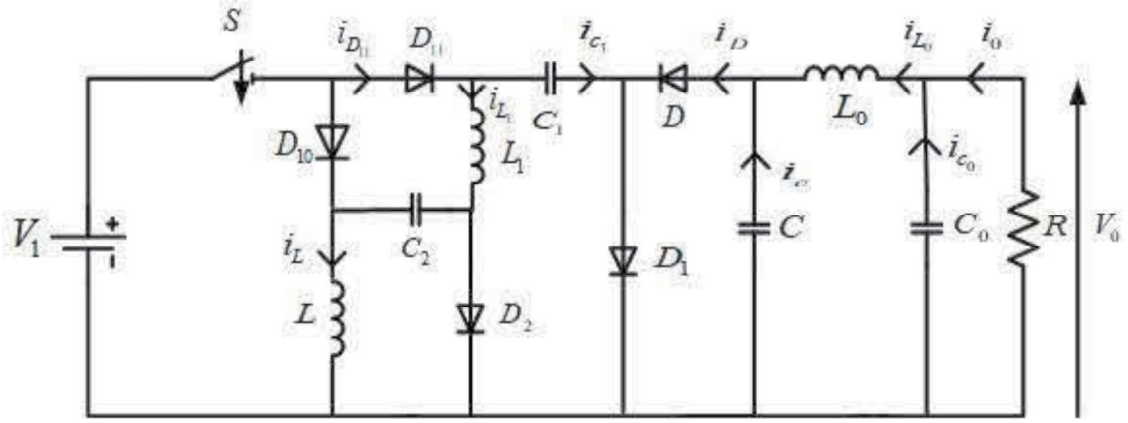
1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile birlikte farklı formlardaki elektrik enerjisine olan ihtiyaç sürekli artmaktadır. Güç elektroniğindeki ilerlemeler birçok dönüştürücünün kullanım alanlarını genişletmiştir. DA-DA dönüştürücüler giriş doğru gerilimini farklı seviyede çıkış doğru gerilimine dönüştüren güç elektroniği dönüştürücüleridir ve bu dönüştürücüler birçok endüstriyel uygulamada kullanılmaktadır(Wu ve ark.2015).Yükseltici DA-DA dönüştürücüler giriş doğru gerilimini giriş doğru geriliminden daha yüksek seviyede çıkış doğru gerilimine dönüştüren dönüştürücülerdir(Fathabadi,2016). LUO dönüştürücü DA-DA dönüştürücüler arasında önemli bir yere sahip olan yapılardan biridir. LUO dönüştürücülerin; yüksek çıkış gerilimi, yüksek güç yoğunluğu, yüksek verimlilik, küçük çıkış gerilim dalgalanmaları olmak üzere birçok avantajı vardır. LUO dönüştürücüleri, diğer yükseltici dönüştürücülerden ayıran özelliği, küçük çıkış gerilim dalgalanmaları ile yüksek çıkış gerilimi sağlamasıdır. Ani gerilim ve yük değişimleri dönüştürücünün kararsız çalışmasına neden olmaktadır. Bunun üstesinden gelebilmek için dönüştürücü mutlaka kapalı bir çevrime sahip denetim sistemi tarafından denetlenmelidir. Denetim yapısında kullanılan denetleyicilerin parametre değişimlerine ve bozucu girişlere karşı dayanıklı olması istenir.Yükseltici dönüştürücünün performansı açısından dönüştürücünün referans çıkış gerilim değerini en az hata ile takip etmesi oldukça önemlidir. Bu noktada uygun denetleyici seçimi çok önemlidir. Klasik PI denetleyici denetim sitemlerinde genellikle kalıcı durum hatalarını en aza indirgemek için kullanılır. Bu çalışmanın ikinci bölümünde negatif çıkışlı Luo yeniden yükseltmeli devre topolojisine sahip dönüştürücünün devre yapısı ve devre eşitlikleri, üçüncü bölümde PI denetim sistemi, dördüncü bölümünde benzetim çalışmaları ve son olarak beşinci bölümde sonuçlara yer verilmiştir.

2. YENİDEN YÜKSELTMELİ NEGATİF ÇIKIŞLI LUO DÖNÜŞTÜRÜCÜ

Negatif çıkışlı Luo-dönüştürücüler (NÇLD) gerilim dönüşümünü gerilim yükseltme yöntemi kullanarak pozitif gerilimden negatif gerilime dönüştürmektedir. Literatürde gerilim yükseltme yöntemi ile çeşitli devre topolojileri vardır; temel devre, kendinden yükseltme devresi, yeniden yükseltme devresi, üçlü yükseltme devresi, dörtlü yükseltme devresi. Aşağıdaki şekilde verilen kendiliğinden kalkma devresinden türetilmiş negatif çıkışlı yeniden yükseltme devresini göstermektedir. Yeniden yükseltmeli negatif çıkışlı LUO dönüştürücü devresi bir anahtar; üç bobin (L, L_1, L_O), dört kondansatör (C, C_1, C_2, C_O) ve

diyotlardan oluşur. Topolojideki kaldırma devresi $C_1 - D_1 - D_{11} - L_1 - C_2 - D_2$ elemanlarından oluşmaktadır. Devredeki C_1 ve C_2 kondansatörleri çıkış voltajını giriş voltajının iki katına çıkarır. L_1 bobini, $C_1 - C_2$ kondansatörlerini ve çıkış voltajını yükseltmek için kullanılırlar. Anahtar kapalıyken, kaynak akımı $i_I = i_L + i_{C1} + i_{C2}$'dir. L bobini, enerjiyi depolar ve i_L akımı, V_I / L eğimiyle doğrusal olarak artar. Bobin L_O çıkış akımı I_O akımını sürekli tutar ve enerjiyi C kondansatöründen R yüküne aktarır, yani, $i_{C-on} = i_{LO}$. Anahtar açıkken, kaynak akımı $i_I = 0$ olur (Rashid,2017). Devre $\left(C - L_O - C_O\right)$ "Π" tipi bir düşük-geçişli filtredir.



Şekil 1. Yeniden yükseltmeli NÇLD devresi

NÇLD devresinde ortalama çıkış akımı denklem 1'de verilmiştir.

$$I_O = I_{LO} = I_{C-ON} \tag{1}$$

Anahtarın açık olması durumunda C kondansatöründen akan akım denklem 2'de verilmiştir.

$$I_{C-OFF} = \frac{k}{1-k} \times I_{C-ON} = \frac{k}{1-k} \times I_O \tag{2}$$

Bobin üzerinden akan akım I_L ise denklem 3'de verilmiştir.

$$I_L = I_{C-OFF} + I_O = \frac{I_O}{1-k} \tag{3}$$

Anahtarın açık olması durumunda C_1 ve C_2 kondansatörlerinden akan akım denklem 4-6'da verilmiştir.

$$I_{C1-OFF} = I_{C2-OFF} = I_{L1} = I_L = \frac{1}{1-k} \times I_O \tag{4}$$

$$I_{C1-ON} = \frac{1-k}{k} \times I_{C1-OFF} = \frac{1}{k} \times I_O \tag{5}$$

$$I_{C2-ON} = \frac{1-k}{k} \times I_{C2-OFF} = \frac{1}{k} \times I_O \tag{6}$$

Devrede kararlı hal durumunda eşitlikler denklem 7-9'daki gibi verilmiştir.

$$V_{C1} = V_{C2} = V_I \tag{7}$$

$$V_{L1-ON} = V_I$$
(8)

$$V_{L1-OFF} = \frac{k}{1-k} \times V_I$$
(9)

Akım I_L'ye bakıldığında, V_I / L eğiminde anahtarın açık olması durumunda artmaktadır ve anahtarın kapalı olması durumunda; $-(V_O - V_{C1} - V_{C2} - V_{L1-OFF}) / L = -[V_O - 2V_I - k \times V_I / (1-k)] / L$ eğiminde azalmaktadır.

$$k \times T \times V_1 = (1-k) \times T \times \left(V_O - 2V_1 - \frac{k}{1-k} \times V_1 \right)$$ (10)

Yeniden yükseltmeli NÇLD devresi gerilim ve akım kazançları denklem 11-12'de verilmiştir.

$$V_O = \frac{2}{1-k} \times V_I$$
(11)

$$I_O = \frac{1-k}{2} \times I_I$$ (12)

Yeniden yükseltmeli NÇLD devresi gerilim kazancı denklem 13'te verilmiştir.

$$M_R = \frac{V_O}{V_I} = \frac{I_I}{I_O} = \frac{2}{1-k}$$ (13)

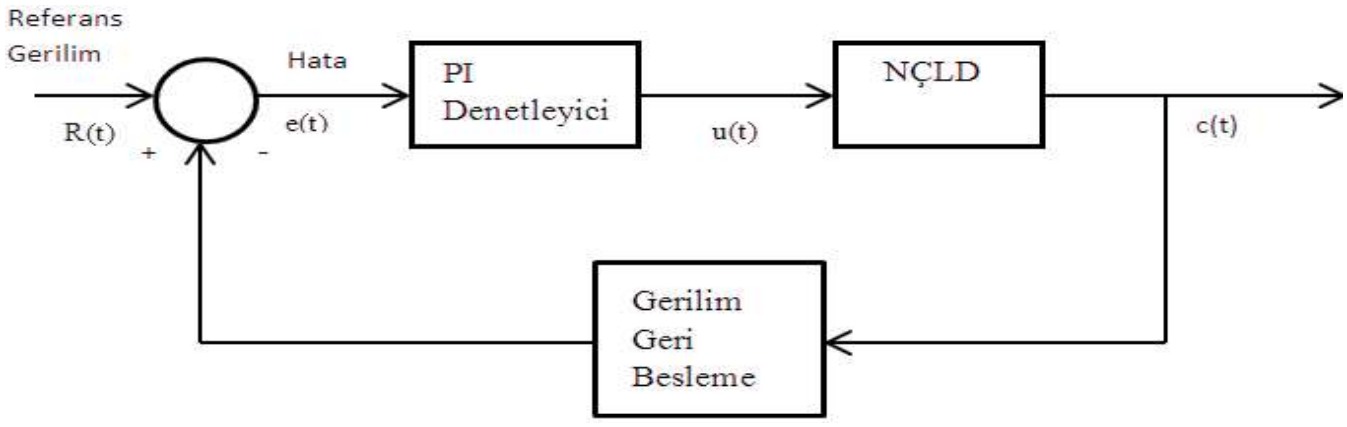
Burada k NÇLD için anahtarlama oranıdır.

3. NÇLD İÇİN PI DENETLEYİCİ TASARIMI

PI denetleyiciler, dayanıklı ve etkin performansları nedeniyle endüstriyel uygulamalarda en sık kullanılan denetleyicilerdir (Gani ve ark. 2014). PI denetleyici denetim sitemlerinde genellikle kalıcı durum hatalarını en aza indirgemek için kullanılır (Kuo,1995). Klasik PI tipi denetleyici, K_P oransal kazanç sabiti ve K_I integral kazanç sabitinden oluşur. Burada Ki hata ile kullanılan kazanç faktörünü, Kp ise hata değişimi ile kullanılan kazanç faktörünü temsil etmektedir (Gani ve ark. 2016). PI denetleyicinin denetim işareti denklem 14'te verilmiştir;

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t)dt$$ (14)

PI denetleyici kullanılarak denetlenen sisteme ait blok diyagram şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. PI denetleyici ile denetlenen sistemin blok diyagramı

4. BENZETİM ÇALIŞMALARI

Yeniden yükseltmeli negatif çıkışlı LUO dönüştürücünün çıkış gerilimi denetimi için PI denetleyicinin dinamik performansı incelenmiştir.Benzetim çalışmaları için dönüştürücünün anahtarlama frekansı 50 kHz olarak seçilmiştir. Tasarlanan yeniden yükseltmeli negatif gerilim çıkışlı LUO dönüştürücüye ait devre elemanlarının değerleri Tablo 1'de verilmiştir. PI denetleyicinin kazanç katsayıları K_P ve K_I, en iyi sistem cevabı oluşturacak şekilde, Ziegler-Nichols yöntemi ile belirlenmiştir. Tasarlanan PI denetleyiciye ait kazanç katsayıları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Tasarlanan Dönüştürücü Parametreleri

Parametreler	Değerler
L	$96\mu H$
L_0	$192\mu H$
L_1	$96\mu H$
C	$6.25\mu F$
C_0	$6.25\mu F$
C_1	$6.25\mu F$
C_2	$6.25\mu F$
R_1	800Ω
R	400Ω
V_i	$10V$
V_0	$50V$
L	$96\mu H$
L_0	$192\mu H$
L_1	$96\mu H$
M	5
k	0.6

Tablo 2. PI Denetleyici Kazanç Parametreleri

Parametreler	Değerler
K_P	0.001
K_I	500

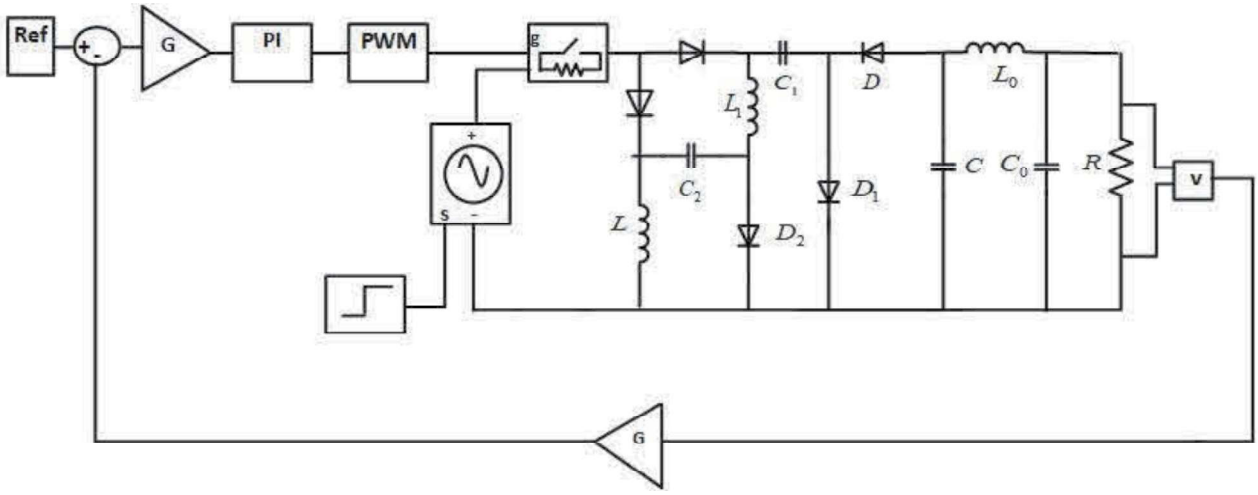
Yeniden yükseltmeli NÇLD için PI denetleyicinin başarımını incelemek amacıyla üç farklı çalışma koşulu oluşturulmuş ve benzetim çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma koşulları şu şekildedir,

Durum 1: Durum 1'de referans takip edebilme yeteneğini incelemek için yeniden yükseltmeli NÇLD girişine 10V'luk sabit bir referans gerilim değeri verilmiştir.

Durum 2: Bu çalışma durumunda referans gerilimi takip edilmesi istenmiştir, 15.ms'de giriş gerilimi 10V gerilim seviyesinden 12V gerilim seviyesine çıkarılmıştır. Çıkışın bu çalışma durumunda giriş gerilimindeki bozucu etkenlerin kontrolünün başarısı izlenmektedir.

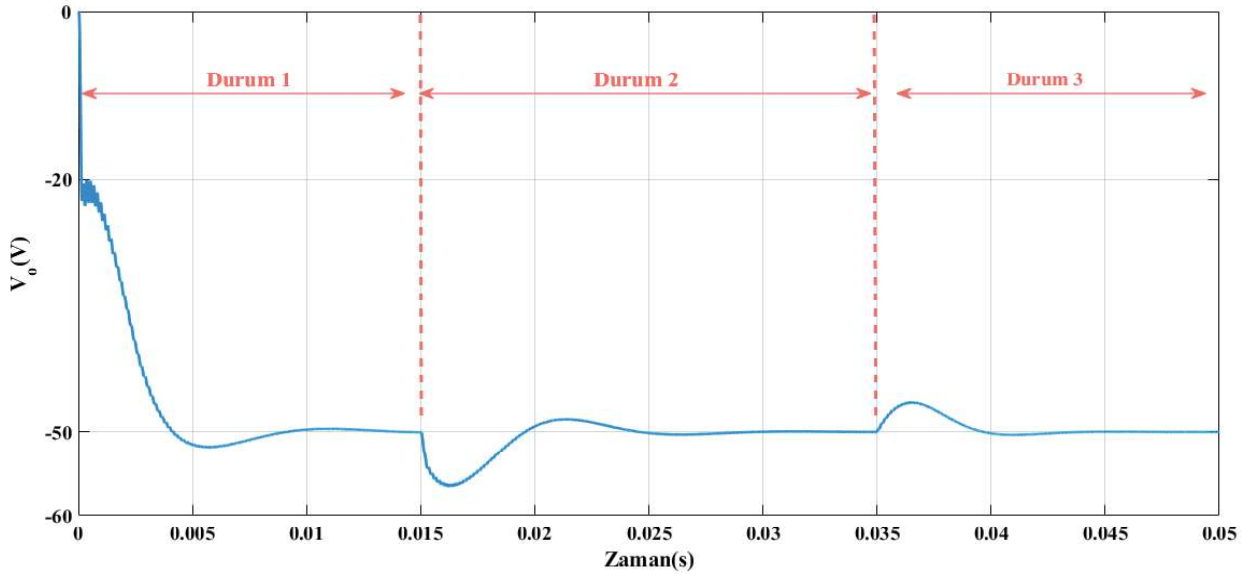
Durum 3: Üçüncü olarak ise, 35. ms'de yük değeri 400 ohm'dan, 266.6 ohm'a düşürülmüştür.

Yeniden yükseltmeli NÇLD devre denetim modeli Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Yeniden yükseltmeli NÇLD devre denetim modeli

Durum 1 çalışma koşulunda, yeniden yükseltmeli negatif gerilim çıkışlı Luo dönüştürücü girişine sabit 10V gerilim uygulanmıştır. Dönüştürücü giriş gerilimi ve yük sabit tutulmaktadır. Durum 2 çalışma koşulunda giriş gerilimi 10V gerilim seviyesinden 12V gerilim seviyesine çıkarılmıştır. Dönüştürücü yükü sabit tutulmaktadır. Durum 3 çalışma koşulunda yük değeri R=400 ohm'dan, R= 266.6 ohm'a düşürülmüştür. Dönüştürücü giriş gerilimi sabit tutulmuştur. Üç çalışma koşulunda NÇLD çıkış gerilim denetimi için önerilen PI denetleyicinin dinamik cevabı şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Üç çalışma koşulunda NÇLD çıkış gerilim denetimi için önerilen PI denetleyicinin dinamik cevabı

Durum 1 çalışma koşulunda 10 ms'de PI denetleyici istenilen çıkış gerilimini yakalamıştır. Durum 2 çalışma koşulunda 15.ms'de referans giriş geriliminin arttırılması ile çıkış gerilimi de artmış 25.ms'de PI denetleyici çıkış gerilimini yakalamıştır. Durum 3 çalışma koşulunda 35.ms'de yük direnci azaltılmış bu durumun sonucu olarak çıkış gerilimi de azalmıştır.40.ms'de PI denetleyici referans gerilimi yakalamış ve başarılı bir şekilde takip etmiştir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, önerilen yeniden yükseltmeli negatif gerilim çıkışlı Luo dönüştürücünün devre tasarımı yapılmış olup üç farklı denetim senaryosunda PI denetleyicinin dinamik performansı incelenmiştir. Benzetim çalışması sonuçları incelendiğinde PI denetleyicinin üç farklı denetim senaryosu için de oldukça etkili bir dinamik performans sergilediği görülmüştür.

6. KAYNAKLAR

View publication stats

Fathabadi, H. (2016). Novel high efficiency DC/DC boost converter for using in photovoltaic systems. Solar Energy, 125, 22-31.

Gani, A., Kılıç, E., Keçecioğlu, Ö.F., Açıkgöz, H., Şekkeli, M.,(2016). Endüstriyel Uygulamalarda Kullanılan Karışım Tankının Seviye ve Sıcaklık Denetimi için PID ve Bulanık Mantık Denetleyici Tasarımı, Mühendis ve Makina, 57 (675), 14-48.

Gani, A., Özçalık, H. R., Açıkgöz, H., Keçecioğlu, Ö. F., Kılıç, E. (2014). Farklı Kural Tabanları Kullanarak PI-Bulanık Mantık Denetleyici ile Doğru Akım Motorunun Hız Denetim Performansının İncelenmesi. Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 2(1), 16-23.

Kuo, B. C., & Golnaraghi, F. (1995). Automatic control systems (Vol. 9). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Rashid, M. H. (Ed.). (2017). *Power electronics handbook*. Butterworth-Heinemann.

Wu, K. C., Wu, H. H., & Wei, C. L. (2015). Analysis and Design of Mixed-Mode Operation for Noninverting Buck–Boost DC–DC Converters. IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs, 62(12), 1194-1198.