



ISSN:1306-3111
e-Journal of New World Sciences Academy
2008, Volume: 3, Number: 1
Article Number: A0060

NATURAL AND APPLIED SCIENCES
ELECTRICITY AND ELECTRONIC ENGINEERING

Received: September 2007

Accepted: December 2007

© 2008 www.newwsa.com

Mehmet Üstündağ
Mehmet Gedikpınar
University of Firat
mustundag@firat.edu.tr
Elazığ-Türkiye

PIC KONTROLLÜ KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAĞI TASARIMI VE GERÇEKLEMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, şebeke geriliminin kesilmesine karşı, hassas yükleri sınırlı sürede besleyen kesintisiz güç kaynakları incelenmiştir. Gerçeklenen kesintisiz güç kaynağı, şebeke enerjisi kesildiğinde hassas yükleri besleyecek şekilde Off-Line yapıda tasarlanmıştır. Çalışmanın temel amacı, kesintisiz güç kaynaklarının anahtarlama süresinin iyileştirilmesidir. Bu amaçla, kesintisiz güç kaynağı mikrokontrolör yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Sistem; doğrultucu, akü gurubu, da-da çevirici, evirici, geçiş anahtarları ve mikrokontrolör devresi olmak üzere altı ana bölümden oluşmaktadır. Deneysel sonuçlar, sistemin beklenen özelliklere sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kesintisiz Güç Kaynağı, Doğrultucu, Çevirici, Evirici, Mikrokontrolör

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A PIC CONTROLLED UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY

ABSTRACT

In this paper, Uninterruptible Power Supplies (UPS) which supply a sensitive load for a limited time during the line energy break up is investigated. The UPS supplying the load, when the line energy is break up, is designed off-line structure. The main objective of this paper is to improve the switching time of the UPS. For this purpose, the UPS is controlled with microcontroller. The system is composed of six main stages: rectifier, battery, DC-DC converter, inverter, transition switches and microcontroller units. The experimental results show that the system has the expected properties.

Keywords: Uninterruptible Power Supply, Rectifier, Converter, Inverter, Microcontroller

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde hassas ve kritik yüklerin emniyetle beslenmeleri büyük önem taşımaktadır. Bilgisayar sistemleri, denetim sistemleri, haberleşme sistemleri, alarm sistemleri, bazı aydınlatma sistemleri, ameliyathaneler, yaşam destek üniteleri ve kayıt cihazları gibi sürekli ve düzgün besleme gerektiren uygulamalar oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Kritik yüklerin, yalnız şebeke enerjisinin kesildiği durumlarda beslenmesinin sürdürülmesi amaç değil, şebekedeki gerilim dalgalanmalarından etkilenmeden sağlıklı çalışmalarının temini için de Kesintisiz Güç Kaynakları'nın (Uninterruptible Power Supply/KGK) tasarım ve üretimini gerekmektedir [1, 2, 3 and 4].

Kesintisiz Güç Kaynakları; On-Line (Sürekli devrede), Off-Line (Beklemede kalan) ve Line-Interactive (Hat etkileşimli) olmak üzere üç grupta toplanabilir [5].

Off-Line yapıya sahip KGK sistemi, bir batarya, batarya şarj edici, evirici ve statik anahtardan meydana gelir bazı durumlarda yalıtım (izolasyon) trafosu da kullanılabilir. Hat gerilimi (şebeke gerilimi) kesilmediği zaman yük şebekeden beslenmesine devam eder, bu arada batarya şarjlı konumda bekler. Şebeke gerilimi kesildiği zaman, statik anahtar yükü evirici grubu üzerinden besleyecek şekilde anahtarlar. Anahtarlama zamanının periyodun maksimum $\frac{1}{4}$ 'ü kadar olması istenir çünkü hassas ve kritik yüklerin (bilgisayar gibi) etkilenmemesi istenir [6]. Off-Line Kesintisiz Güç Kaynağı sistemlerinin avantajı, tasarımının kolay olup, daha küçük boyutlu ve düşük maliyetli olmasıdır. Bu sistemin sakıncası, nonlinear (doğrusal olmayan) yüklerle birlikte kullanıldığında, uzun anahtarlama süresinden dolayı düşük performans göstermesidir [5]. Off-Line yapıya sahip bir KGK. sistemi, otomatik gerilim regülasyonu sağlayamaz ama aktif güç filtresi gibi davranabilir [7 ve 8].

On-Line (Sürekli Devrede) olan KGK sistemleri, çıkışa bağlı olan yükleri her zaman evirici üzerinden besler. Böylece şebeke dalgalanmalarından etkilenmeden yükün beslenmesi sabit bir gerilim, akım ve düzgün sinüs çıkışı ile sağlanmış olur. Evirici hatası veya aşırı yük durumlarında bir statik anahtar yükü şebeke geriliminden beslenecek şekilde anahtarlar. Bu tip bir KGK, Darbe Genişlik Modülasyonu (Pulse Width Modulation/DGM) Doğrultucu/Evirici' den meydana gelir ve giriş (şebeke) geriliminden farklı olarak, düzgün bir çıkış gerilimi sisteme sağlar. Bu tip KGK modellerinin maliyeti oldukça yüksektir [6].

On-Line yapıya sahip KGK, üç çalışma moduna (konumuna) sahiptir. Bu modlar, normal çalışma, acil durum modu ve yedek çalışma modları olmak üzere sıralanabilir[4].

- **Normal Çalışma:** On-Line olan bir KGK sisteminde, yükün bütün enerjisi şebekeden çekilerek KGK üzerinden yüke gider. KGK şebeke gerilimini önce d.a'ya (doğru akım) daha sonrada a.a'ya (alternatif akım) dönüştürdüğü için yükü şebekeden izole eder.
- **Acil Çalışma:** Acil çalışma durumunda, şebeke gerilimi olmadığı zaman yük KGK bataryasından beslenir. Yük ile şebeke arasındaki anahtarlı bağlantıdan dolayı yükün beslenmesinde herhangi bir kesinti meydana gelmez.
- **Yedek Çalışma:** KGK normal çalışmadığı durumlarda, yük gücünün KGK gücünden fazla olduğu durumlarda kullanılır. Bu çalışma şeklinde yük şebeke geriliminden beslenir.

Line-Interactive Kesintisiz Güç Kaynağı sistemleri, şebeke gerilimi istenen değerlerdeyken Off-Line modunda çalışmasına devam eder. Off-Line sistemlerden farklı olarak regülasyon ve frekans kararlılığı sağlar. Şebeke gerilimin belirli aralıkların dışına

çıkması veya kesilmesi halinde yük bataryalar (akü) üzerinden beslenir. Evirici gurupla gerilim uygun değere getirilir [9].

Kesintisiz Güç Kaynağı sistemleri için kullanılan yüksek performans terimi, genellikle cevap hızı ve çıkış gerilimi ile ilgilidir. Bu kriterleri (cevap hızı, çıkış gerilimi) başarmak için yani KGK sisteminin performansını yükseltmek için, çıkış geriliminin sisteme tekrar geri beslenmesi (feedback control) gerekmektedir. KGK sistemlerinin kontrol stratejileri iki şekilde tasarlanabilir, ayrık zaman (Discrete-Time) ve sürekli zaman (Continuous-Time)[10]. Hızlı mikrokontrolörlerin kullanılmaya başlamasıyla ayrık zaman kontrol stratejilerinin kullanılması önerilmektedir [11 ve 12].

Bir KGK sistemi genellikle doğrultucu, batarya şarj devresi, batarya ve eviriciden'den oluşur. Doğrultucu devresi şebeke gerilimini, batarya şarj edici ve eviricinin girişine uygun d.a gerilime dönüştürür. Evirici devresinin görevi ise, doğrultucudan veya bataryadan aldığı giriş gerilimini yükü besleyecek şekilde a.a gerilime dönüştürmektir [2].

KGK sisteminin görevleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Şebeke geriliminin kesildiği durumlarda, bunu yüke hissettirmeden evirici üzerinden yükü besleyebilmek.
- Şebekedeki geriliminin bozulması ve frekans dalgalanmaları gibi istenmeyen durumları evirici grubu ile düzenlemek.
- Şebeke gerilimine eklenen bozucu gerilimleri ve darbeleri yüke yansıtılmamaktır.

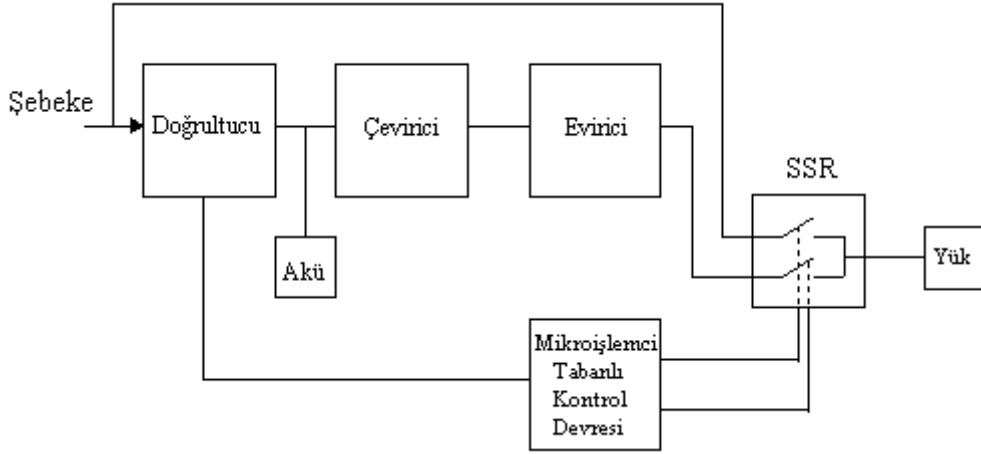
Kesintisiz Güç Kaynağı kullanırken bazı önemli noktalara dikkat edilmesi gerekir. Bunlardan en önemlisi; seçilecek KGK sağlayabileceği güçtür. Beslenecek yükün toplam gücü bulunarak, uygun güçte KGK bağlanmalıdır.

2. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada, konu ile ilgili literatürlerde pek fazla ele alınmayan kesintisiz güç kaynaklarının anahtarlama süresinin iyileştirilmesi hususunda yapılması gerekenler açıklanmaya çalışılmıştır. Kesintisiz güç kaynağı mikrokontrolör yardımı ile gerçekleştirilmiş olup kesintisiz güç kaynaklarının anahtarlama süresinin iyileştirilme sağlanmıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular bundan sonraki süreçte ve bu konuda yapılacak benzer çalışmalara ışık tutması veya yol göstermesi bakımından önemli görülebilir.

3. KGK'NIN MODELİ (MODEL OF UPS)

Günümüzde hassas yüklerin artması ile birlikte KGK olan talepte artmaktadır. Şebeke geriliminin kesilmesi veya bozulması gibi durumlarda hassas yükleri korumak ve sistemin çalışmasını ara vermeden devam ettirmek için KGK gereklidir. Yükü sorunsuz bir şekilde besleyebilmek için amaca uygun KGK kullanmak gerekir. KGK sistemden bağımsız düşünülmemelidir. Çünkü besleyeceğimiz yükün gücü, çekebileceği maksimum akım seçeceğimiz KGK modelini de değiştirecektir. Tercih edilen hangi KGK olursa olsun sistemde, evirici katı, doğrultucu katı, akü gurubu ve bir geçiş anahtarına ihtiyaç duyulur. Şekil 1'de gerçekleştirilen KGK ın blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 1. KGK Blok Diyagramı
(Figure 1. The diagramme of UPS)

Gerçeklenen KGK Off-Line yapıya sahiptir. Şebeke geriliminde kesilme olduğu durumlarda geçiş anahtarı sayesinde yük evirici gurubu üzerinden beslenir. Gerçeklenen sistemde, çıkış transformatör orta uçlu (push-pull) evirici devresi bağlantısı yapılmıştır. KGK gücünü, bu çıkış trafosu belirler. Çevirci devresi, çıkış gerilimi giriş geriliminden büyük olacak şekilde yükseltici tiptedir.

Gerçeklenen kesintisiz güç kaynağında tüm devreler için gerekli olan enerji, doğrultucu devresi ile sağlanır. Bu devrede şebeke gerilimi kesilmeden önce doğrultucu devre çıkış gerilimi 15V'dur. Şebeke gerilimi kesildikten sonra doğrultucu devre çıkış gerilimi 12V olmaktadır. Sistemin 15V ve 12V'luk doğrultucu devre çıkış gerilimi 7815 ve 7812 (pozitif gerilim regülatörü-düzenleyici) entegre devrelerinin kullanılmasıyla gerçekleştirilir.

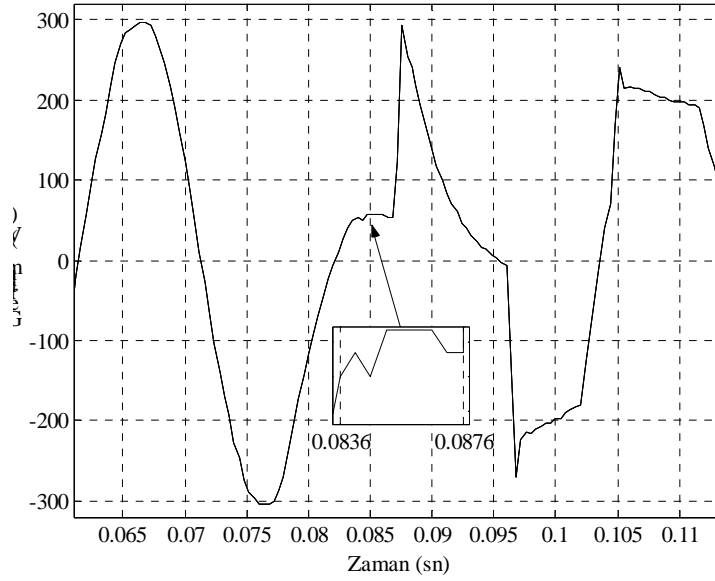
Akülerin bir akım kaynağı ile sabit gerilimde şarj edilmesi gerekmektedir. Off-Line yapıya sahip kesintisiz güç kaynağında, aküler genellikle beklemede kalacakları için düşük akımlarla şarj edilebilirler. 12V etiket değerine sahip bir akünün en az 13.6V ve en fazla 14.5V'a şarj olması gerekmektedir. Bu doğrultucu devresinde, TL431 elamanı yardımıyla şarj akım ve gerilimi sınırlandırılmıştır.

Kesintisiz güç kaynaklarında geçiş anahtarının anahtarlama süresi oldukça önemlidir. Gerçeklenen sistemde kullanılan anahtar (Solid State Relay-SSR-MP240D3) sıfır gerilim geçişli plastik kılıflı bir anahtardır. Anahtarlama zamanının periyodun maksimum $\frac{1}{4}$ 'ü kadar olması istenir çünkü hassas ve kritik yüklerin (bilgisayar gibi) etkilenmemesi önemlidir [6]. Şebeke geriliminin kesilmesi veya istenen seviyenin altına düşmesi durumlarında geçiş anahtarı, yükü evirici gurubu üzerinden besleyecek şekilde anahtarlanmasını sağlar. Aynı şekilde yük evirici üzerinden beslenirken şebeke gerilimi normal seviyesine ulaşırsa, tekrar geçiş anahtarı yükü şebeke geriliminden beslenecek şekilde anahtarlar. Bu anahtarlama durumlarında hassas yüklerin etkilenmemesi için geçiş süresi oldukça önemlidir. Çünkü bu geçiş süresinde uzun bir süre yükün enerjisiz kalması, sistem akışının kopmasına sebep olabilir.

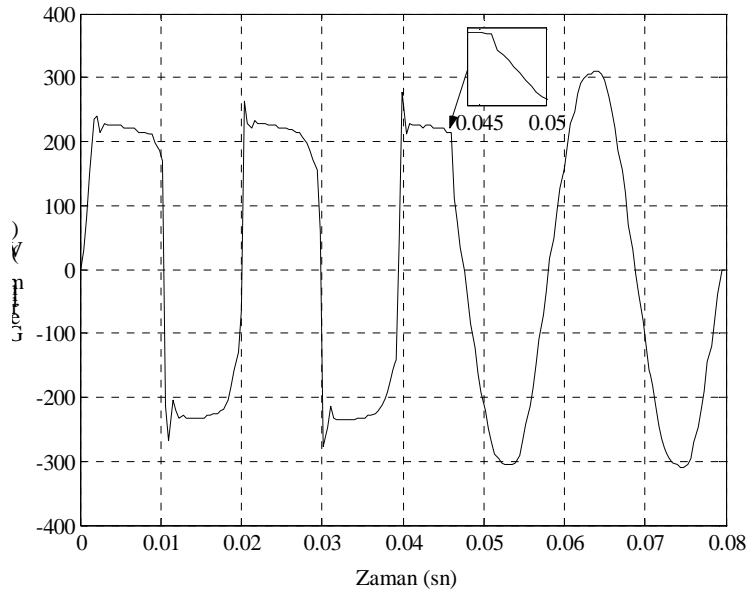
Gerçeklenen KGK bu problemi en aza indirebilmek için mikroişlemci tabanlı PIC16F84 mikrocontrolör tercih edilmiştir. Şebekede enerjinin var/yok durumu doğrultucu devresinden alınan uygun referans sinyali ile belirlenir. Bu referans sinyali bir karşılaştırmacı devreye uygulanarak devrenin çıkışı, sinyalin durumuna göre +Vcc veya 0'a çekilir.

4. DENEYSEL SONUÇLAR (RESULTS OF EXPERIMENTAL)

Gerçekleştirilen devreden sonuç grafikleri, hafızalı osiloskopta incelenmiş ve daha sonra bu görüntüler bilgisayara aktarılmıştır. KGK yapısı Off-Line olduğu için, şebeke gerilimi mevcut durumda yük şebekeden beslenirken, şebeke gerilimi kesildiğinde ise evirici gurubunun 4ms gibi kısa bir sürede devreye girerek yükü sorunsuz şekilde beslediği aşağıdaki grafiklerden izlenmiştir. Çevirici devresinin çalışma frekansı 56khz'dir. Bu değer çıkış gücüne ve elamanların özelliklerine göre en ideal frekanstır. Evirici devresinin anahtarlama frekansı 100Hz'dir. Şekil 2 ve Şekil 3'de verilen grafikte evirici çıkışı ile şebeke gerilimi arasında tepe değer farkı görülmektedir. Bu iki sinyalin etkin değerleri dikkate alınacağı için, yük üzerindeki gerilimin her iki beslemede birbirlerine yakın olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 2. Yükün şebekeden kesintisiz güç kaynağına aktarılması
(Figure 2. The transfer of load to UPS from AC line energy)



Şekil 3. Yükün kesintisiz güç kaynağından şebekeye aktarılması
(Figure 3. The transfer of AC line energy from load UPS)

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER (RESULTS AND SUGGESTIONS)

Günümüzde, kesintisiz güç kaynakları hassas yüklerin artması ve şebeke gerilimindeki bozulmalardan dolayı daha fazla kullanılmaya başlanılmıştır. KGK'ları ihtiyaca göre beklemeli, beklemesiz veya hat etkileşimli olarak farklı şekillerde tasarlanabilir. Sistemlerin KGK ile beslenmesi durumunda, sisteme ait belirli parametrelerin önceden bilinmesi gereklidir.

Bu çalışmada, mikroişlemci tabanlı beklemeli kesintisiz güç kaynağı gerçekleştirilmiştir. Bu yapıda kesintisiz güç kaynağı, şebekede herhangi bir kesinti yaşanmadığı sürece beklemede kalan ve ancak kesinti olduğu durumlarda kısa zamanda devreye girerek yüke enerji sağlanabilmektedir.

Çalışmada daha çok anahtarlama zamanı önemsenmiş ve anahtarlama zamanını iyileştirebilmek için PIC mikrokontrolör kullanılmıştır. Bu mikrokontrolör sistemde, şebeke gerilimini sürekli kontrol ederek SSR elamanlarına uygun sinyaller göndermektedir. Böylece mikrokontrolör anahtarın iletim/kesim durumlarına karar vermektedir. Anahtarlama zamanı hassas yükler için bir periyodun maksimum $\frac{1}{4}$ 'ü kadarlık bir süreçte olmasının gerekliliğine dikkat edilmiştir [6]. Kesintisiz güç kaynağında yapılan deneylerde, anahtarlama zamanının 4ms olarak gerçekleştiği gözlenmiştir.

Bu çalışmada, kesintisiz güç kaynağının çıkış gerilimi 50Hz'lik üç adımlı kare dalgadır. Bu sinyal bilgisayara sorunsuz bir şekilde uygulanabilir. Çıkış gerilimi pasif filtre elamanları (bobin, kondansatör) kullanılarak sinüse benzetilebilir. Evirici çıkışının incelenmesi açısından harmonik analizinin yapılması faydalı olacaktır.

Kesintisiz güç kaynakları, çok hassas yükleri kısa süreli beslemek için yapıldığından, kullanılacağı yere göre tasarımının gerçekleştirilmesinde yarar vardır. Bu yaklaşım KGK'yı ekonomik ve kullanılabilir hale getirecektir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Heng Deng., R. and Oruganti., D., (2004). Digital Control of Single-phase UPS Inverters with Modified PWM Technique, 2004 35th Annual IEEE Power Electronics specialists Conference.
2. Yıldırım, N., (2001). Kesintisiz Güç Kaynakları, Gazi Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
3. Heng Deng., Student Member., IEEE, Ramesh Oruganti., Senior Member., IEEE., and Dipti Srinivasan., Senior Member., IEEE, (2005). PWM Methods to Handle Time Delay in Digital Control of a UPS Inverter, IEEE Power Electronics Letters, Volume:3, Number:1, March.
4. Ünsal, A. ve Tunaboşlu, S., Kesintisiz Güç Kaynakları, Dumlupınar Üniv., Kütahya.
5. Nasari, A. and Emadi, A., (2004). Digital Control of a Three-Phase Series-Parallel Uninterruptible Power Supply/Active Filter System, 35th annual Power Electronics Specialists Conference.
6. Kwon, B., Member., IEEE., Choi, J., and Kim, T., (2001). Improved Single-Phase Line-Interactive UPS, IEEE Transactions on Industrial Electronics, Volume:48, Number:4, August.
7. Kawabata, T., Miyashita, T., Sashida, N., Yamamoto, Y., (1989). Three-Phase Parallel processing UPS using multi-functional inverter,' in Conf.Rec. IEEE -IAS annu. Meeting, pp:982-987.
8. Hsu, C.Y. and Wu, H.Y., (1996). A new single-phase active power filter with reduced energy-storage capacity," Proc.IEEE-Elect. Power Applicat., Volume:143, Number:1, pp:25-30, January.
9. UPS Topolojileri, <http://www.upsoci.com.tr>.



10. Kükırer, O., Kömürcügil, H., and Bayındır, N.S., (2003). Control Strategy for Single-Phase Ups Inverters, IEE Proc.-Electr. Power Appl., Volume:150, Number:6, November.
11. Kawamura, A. And Chuarayaratip, R., (1988). Deatbeat control of PWM inverter with modified pulse patterns for uninterruptible power supply, IEEE Trans. Ind. Electron., 35(2), pp:295-300.
12. Kükırer, O. and Kömürcügil, H., (1999). Deadbeat control method for single-phase UPS inverters with compensation of computation delay, IEE Proc., Electr.Power Appl., 146(1), pp:123-128.