

GÜÇ MOSFET'Lİ VE MANYETİK REGÜLELİ SİNÜSOİDAL KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAĞI

Yrd. Doç. Dr. İsmail COŞKUN
Gazi Üniversitesi
Teknik Eğitim Fakültesi

ÖZET

Bilgisayar, alarm ve haberleşme sistemleri gibi kritik yüklerin kararsız şebekelerde özdeğerlerine uygun olarak çalışabilmeleri için kesintisiz güç kaynağı üzerinden beslenmeleri gerekir. Kesintisiz güç kaynağının evirici katında anahtarlama elemanı olarak güç transistörü ile tristör çok kullanılır. Bu elemanlarda baz sürülme ve doğru akımda kendiliğinden kesime gelememe gibi sorunlar vardır.

Günümüzde güç MOSFELeri geliştirilmiştir. Bu elemanların evirici katında anahtarlama elemanı gibi kullanılması durumunda, diğer anahtarlama elemanlarından farklı olarak baz sürme devresi basitleşmekte ve kesime gelememe sorun olmamaktadır. Ayrıca ferresonance trafonun evirme elemanı olarak kullanılmasıyla, alternatif çıkış geriliminin regülasyonu düşük olmakta ve süzgeç elemanları kullanılmasa bile dalga şekli sinüsoidal olmaktadır.

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişim sürecine paralel olarak elektrik enerjisi üreten ve tüketen sistemler de çeşitlilik kazanmaktadır. Elektrik enerjisi ile çalışan bilgisayarlar, alarm, güvenlik ve haberleşme ile ilgili cihazlar, hatalı çalıştığında büyük zararlara yol açabilecek ölçü ve denetim sistemleri kritik yük olarak anılabilir. Elektrik enerjisinin gittikçe yaygın kullanım alanı bulması, bu enerjiyi üreten kaynakların güvenilirlik sorunlarını gündeme getirmiştir. Bu kaynakların güvenilirliği için alınan tüm önlemler bile çoğu kez yetersiz kalmakta ve kritik yük olarak adlandırılan cihaz ve sistemlerin kesintisiz güç kaynakları üzerinden beslenmelerini zorunlu kılmaktadır. Kesintisiz güç kaynaklarının, kritik yükleri kesintisiz bir biçimde beslemelerinin yanısıra, gerilimin etkin değeri, frekansı ve dalga şeklinin kritik değerleri şebekenin sağlayamayacağı doğrulukta olmalıdır.

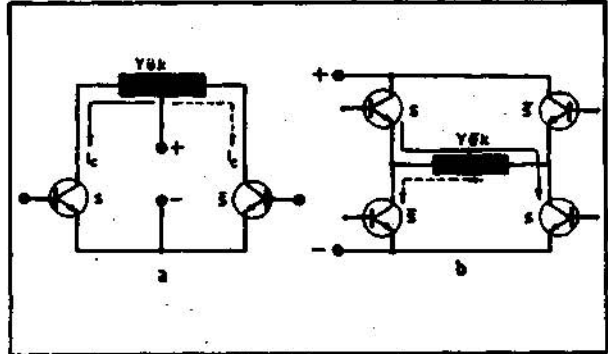
2. KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAĞI

A- Doğrultucu-evirici

Kesintisiz güç kaynağı esas olarak çeşitli alt ünitelerden oluşmakla birlikte ana Ünite doğrultucu ve eviricidir. Doğrultucu ünite alternatif gerilim genellikle denetimli yarıiletkenler yardımıyla doğru gerilime dönüştürülerek evirici beslenirken aynı zamanda ara devrede yer alan akümülatör grubu doldurulur. Bu bakımdan doğrultucunun hem akülerin dolmasını

sağlayacak akımı verebilecek hem de eviriciyi besleyebilecek güçte olması gerekmektedir.

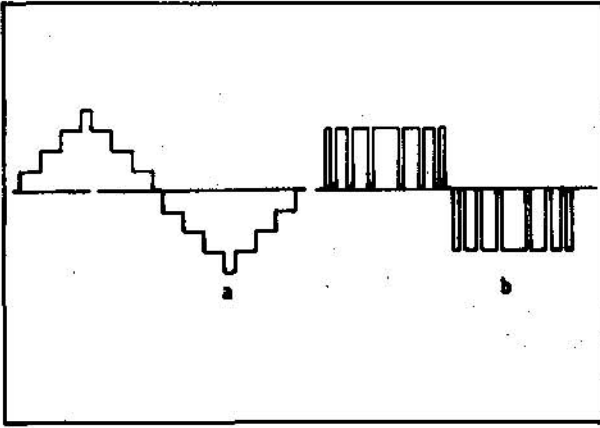
Evirici ise doğrultucudan ya da akü gurubundan sağlanan doğru enerjiden standarda uygun etkin değer, frekans ve dalga şeklinde alternatif gerilim üretir. Aslında bu kısımda, anahtar gibi kullanılan güç yarıiletken elemanlar belirli bir sıraya göre iletme-kesime getirilerek yük olarak kullanılan sargıdan iki yönlü bir akım geçmesi sağlanır 0). Evirici katı, doğru gerilim ile yükün büyüklüğüne ve güç elemanlarının akım-gerilim kapasitelerine bağlı olarak ya push-pull ya da köprü çalıştırılır. Şekil 1 'de her iki tipe' ait evirici katları verilmiştir.



Sakil 1. Evirici katı a. Push-pull b. Köprü

B- Alternatif Gerilimin elde Edilmesi

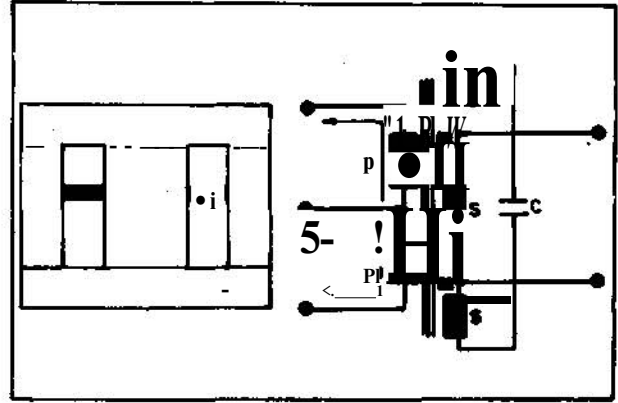
Evirici katında, doğru gerilim alternatif gerilime dönüştürülürken yük olarak kullanılan trafonun primer sargısından geçen akımın yönü değiştirilir. Çıkış geriliminin sinüsoidal olması için anahtar olarak kullanılan güç yarıiletkenleri belli bir sıraya göre iletme-kesime getirilirken sürme sinyalinin şekli de oldukça önemlidir. Kesintisiz güç kaynaklarının önemli özelliklerinden birisi de, çıkış geriliminin sinüsoidal, yük akımı-gerilim değişimi (regülasyon) düşük ve yük kısa devresine karşı dayanıklı olmasıdır. Sinüsoidal ve regüleli çıkış gerilimi için gerekli olan koşullardan biri, sürme sinyalinin ya darbe genlik ya da darbe genişlik modülasyonu şeklinde olmasının yanı sıra regüle için darbelerin genliği ya da genişliğinin değişebilir olmasıdır. Şekil 2'de darbe genlik ve genişlik modülasyonu ile elde edilen sürme sinyalleri görülmektedir.



Şekil 2. Sürme darbeleri

- Darbe genlik,
- Darbe genişlik modülasyonu

Başka bir olanak ise, çıkış geriliminin, gereksinmeye uygun olarak çeşitli derecelerde süzülmesidir. Ancak gerek sürme sinyalinin darbe genlik ve genişlik modülasyonu şeklinde elde edilmesi ve gerekse çıkışın çeşitli derecelerde süzülmesi karmaşık ve pahalı bir yöntemdir. Bunun yerine dönüştürme trafosu manyetik regüleli (ferroresonance) tipte tasarlanarak çıkış gerilimini sinüsoidal yaklaştırma ve regüle etme görevi, sürme sinyalinden ve süzme elemanlarından bizzat dönüştürme trafosuna aktarılmış olur. Böylece daha basit bir yöntemle elde edilecek sürme sinyali ve ucuz bir süzme işlemi sağlanabilir. Manyetik regüleli trafo, primer-sekonder sargıları arasında gevşek manyetik kuplaj olan ve sekonder sargısının bir kısmına rezonans kondansatörü bağlanabilen özel bir trafodur. Primer ve sekonder sargıları arasındaki manyetik kuplajın derecesini ayarlayabilmek için primer sargının bölündüğü manyetik devrenin ortalama uzunluğu, manyetik devre şöntlenerek kısmen kısaltılır. Şekil 3'de ferroresonance trafoya ait manyetik devre ve sargıların durumu verilmiştir.



Şekil 3. Ferroresonance trafo

- Manyetik devre,
- Sargılar

Sekonder sargının yüke bağlanan kısmı ile kondansatöre bağlanan kısmının sarım oranları farklıdır. Yük uçlarına bağlanan sarım sayısı, yük gerilimine bağlı olarak trafonun dönüştürme oranından hesaplanabilir. Ancak kondansatöre bağlanacak kısmın sarım sayısı ise kondansatörün kapasitesini küçük tutmak için kondansatör gerilimini aşmayacak şekilde sarım sayısı, ya da sargı gerilimi yüksek tutulur. Böylece trafo nüvesinin bu sargıya karşı düşen kısmı doyum bölgesinde çalışır (2). Bunun sonucu olarak da rezonans kondansatörünün ve aynı zamanda yüke bağlanan sargı uçlarında sabit bir gerilim elde edilir. Ayrıca, sekonder sargının bir kısmının uçlarına kondansatör bağlanarak sabit çıkış gerilimi elde edilmesinin ötesinde, çıkış gerilimi de süzülerek sinüsoidal yaklaştırılmış olur.

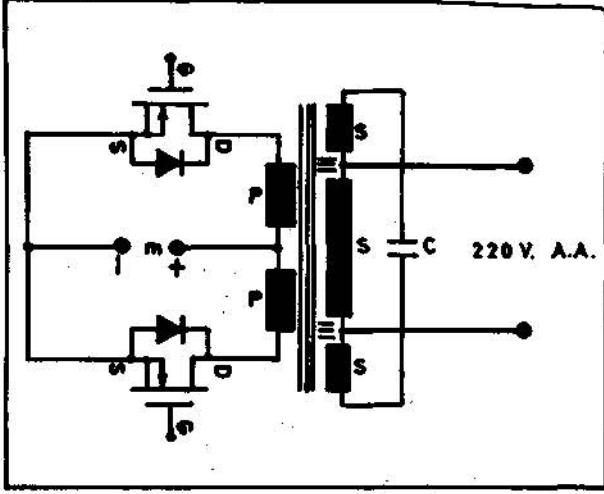
3. ANAHTARLAMA ELEMANLARI VE DARBELERİ

A- Anahtar Elemanlar

Kesintisiz güç kaynaklarında anahtarlama elemanı olarak çoğunlukla tristör kullanılır. Ancak bu elemanların büyük anot-katot akımına karşılık geyt akımının küçük oluşu gibi üstünlüğü yanında doğru akım devresinde, kendiliğinden kesime gelememesi ve gürültüye karşı duyarlılık göstermesi gibi sorunları vardır. Eviricilerde güç transistörleri de anahtarlama elemanı olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Bu elemanlar bazdan akım kontrollü oluşları ve anahtarlama hızlarının yüksekliği bakımından tristörlerden üstündürler. Ancak güç transistörlerinin en önemli kusuru, kollektör akımının baz akımına bağlı olmasıdır. Bu durum transistörü, iletme-kesime getirerek doyumda anahtar gibi çalıştırmak için baz sürme devrelerinde çeşitli sorunlara neden olmaktadır.

Günümüzde yüksek akım ve gerilim kapasiteli güç MOSFET'leri (Metal-Oxide Semiconductor Field Effect Transistors) geliştirilmiştir. Güç MOSFET'lerinin anahtarlama hızlarının güç transistörü ve tristöre göre yüksekliği yanında geytlerinden gerilim kontrolü olması gibi üstünlükleri vardır. Bu durum, geyt sürme devresinin daha basit ve ekonomik olmasına olanak vermektedir. Ayrıca, son zamanlarda anahtarlama kayıpları çok

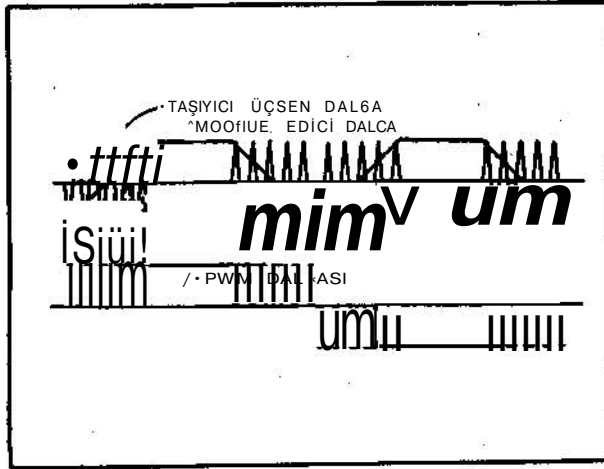
küçük olan bu tip elemanların geliştirildiği de bilinmektedir (3). Güç MOSFET'li ve ferroresonance trafolu bir evirici devresi şekil 41e verilmiştir.



Şekil 4. Evirici devresi

B- Anahtarlama Darbeleri

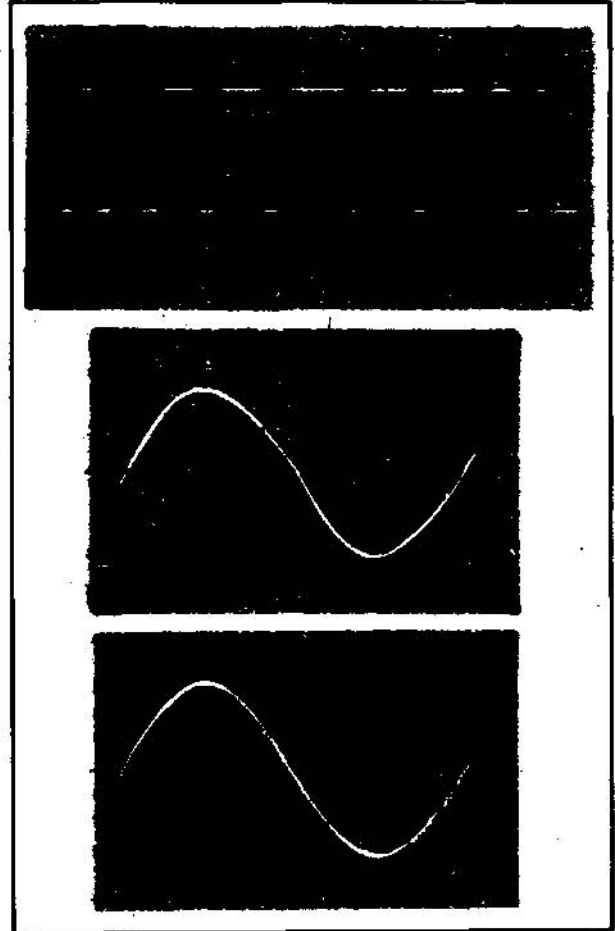
Evirici katındaki anahtar elemanların sürülmesinde çeşitli darbe şekilleri kullanılmaktadır. Çıkış gerilimindeki harmonik bozunumlarının en aza indirilebilmesi için, temel dalga üzerinde etkin olan harmoniğin frekansı yükseltilmelidir. Başka bir deyişle, çıkış geriliminin yarım saykılı içerisinde ne kadar çok darbe sayısı kullanılırsa, etkin olan harmonik daha yüksek frekanslara kayar. Buna göre darbe genişlik modülasyonu (PWM) tekniği istenmeyen frekans bileşenlerini daha yüksek frekans bölgelerine kaydırarak için, eviricilerde çok kullanılır. "PWM" darbeleri, taşıyıcı üçgen dalga ile modüle edici sinüs ya da üçgen dalganın karşılaştırılmasıyla elde edilir. Çıkış geriliminin dalga şeklinin ideal sinüsoidal benzerliği ise taşıyıcı üçgen dalga frekansının, çıkış temel dalga frekansa oranına bağlıdır. "PWM" darbelerinin elde edilişi şekil 51e görülmektedir.



Şekil 5. Darbe genişlik modülasyonu

4. KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAĞI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Kesintisiz güç kaynaklarında, orta ve büyük güçlerde güç transistörü ile tristör, küçük güçlerde ise güç MOSFET kullanma eğilimi vardır. Küçük güçlü ve bir fazlı yüklerin kesintisiz güç kaynağı üzerinden beslenmesi durumunda, özel sargılı klasik tip trafo kullanma yerine, manyetik regüleli trafo kullanımı da giderek yaygınlaşmaktadır. Zira bu tip trafo ile çıkış geriliminin regülesi ve süzülmesi daha kolay ve ekonomik olmaktadır. Bu çalışma ile tasarımı ve yapımı gerçekleştirilen 36/220 V giriş/çıkışlı, 600 VA. gücünde bir 250 güç MOSFET'li ve manyetik regüleli sinüsoidal kesintisiz güç kaynağının temel devreleri anlatılmıştır. Evirici katında IRF 250 güç MOSFET kullanılmıştır. Bu transistöre ait özdeğerler $V_{s,j} = 200$ v, $I_d = 30$ A olup geyti 8 v. ile sürülmüştür. Çıkış gerilimi üzerindeki harmonik bozunumunu azaltmak ve eğriyi de sinüsoidal yaklaştırmak için PWM darbeleri, çıkış geriliminin yarım saykılında 9 darbe olacak şekilde tasarlanmıştır. Şekil 6'da, MOSFET transistörünün geytindeki PWM sürme darbeleri ile çıkış gerilimi dalga şeklinin yüksüz ve tam



Şekil 6 a. PWM sürme devresi

b. Yüksüz çıkış gerilimi

c. Tam yükteki çıkış gerilimi

yükteki eğrileri verilmiştir.

Çıkış gerilimini harmonik etkilerden arındırmak için süzgeç elemanı kullanılmamıştır. Ancak, çıkış geriliminin dalga şeklinin oldukça sinüsoidal olması için gereken rezonans kondansatörü değeriyle, regülasyonun küçük tutulması için gereken rezonans kondansatörü değeri birbirleriyle ters etkileşmektedir. Başka bir deyişle, kondansatör değeri yükseldikçe regülasyon iyileşmekte, buna karşılık gerilimin dalga şekli sinüsoidalden uzaklaşmaktadır. Gerilimin dalga şeklini sinüsoidalden uzaklaştırmadan regülasyonu küçük tutmak amacıyla sistem kapalı devre olarak çalıştırılmıştır. Bunun için çıkıştan alınan geribildirim gerilimi doğrultulup, süzöldükten sonra gerilimin değişimine göre darbe genişliğini de değiştirmek için darbe üreticine uygulanmıştır.

5. SONUÇ

Günümüzde akım-gerilim kapasitesi ile anahtarlama hızı oldukça yüksek ve anahtarlama kayıplar düşük güç MOSFETleri geliştirmiştir. Ayrıca, geytleri gerilim kontrollü olduğundan, geyt sürme devrelerinin tasarımı kolay ve ekonomik olmaktadır. Bu nedenlerle, küçük güçlü kesintisiz güç kaynaklarının evirici katlarında güç MOSFETİ kullanılması doğru bir seçim olacağı sonucuna varılmıştır.

Küçük güçlü kesintisiz güç kaynaklarının evirici katlarında, klasik tip trafo yerine "Ferroresonance" trafo kullanılırsa, çıkışta süzgeç elemanlarına gerek kalmadan çıkış geriliminin dalga şekli rezonans kondansatörünün değerine bağlı olarak sinüsoidal olmaktadır. Aynı şekilde, çıkış geriliminin regülasyonu da kondansatör değerine bağlı olarak kabul edilebilir değerlere düşürülebilmektedir.

Evirici katında manyetik regüleli trafo kullanılmasıyla, kesintisiz güç kaynağının çıkışında olabilecek kısadevre için trafonun kendisi yük gibi etki ederek kısadevre akımı doyuma bağlı olarak sınırlı kalmaktadır.

KAYNAKLAR

- (1) J.A. HOULDSWORTH and W.B. ROSINK, "Introduction to PWM Speed Control System for 3-Phase AC Motors", Electronic Components and Appl., Vol., 2 no. 2. February 1980.
- (2) ———, "Inverter", Ericsson Review No. 1, pp. 37, 1979.
- (3) C.W. LANDER, Power Electronics, Second Edition, Mc, Graw-Hill, U.K., 1987
- (4) K. TANIGUCHI, Y. OGINO and H. İRE, "PWM Technique for Power MOSFET Inverter", IEEE Trans. on Power Electronics Vol.. 3 no. 3, pp. 328-334. July. 1988.



TMMOB
ELEKTRİK
MÜHENDİSLERİ
ODASI

(İNGİLİZCE) KURSU

Odamız geçmiş yıllarda başarıyla düzenlediği "Bilgisayar Kurslarından" sonra, şimdi de "İngilizce Kursları" başlatıyor.

Odamız Üyelerine yurt içinde veya dışında yapılacak inceleme ve katılacakları toplantıları izleyecek düzeyde genel İngilizce kursları ve mesleki alanda gereksinim duyulan mesleki İngilizce kursları düzenlemiş bulunuyoruz.

Günümüzde ülkeler birbirleriyle daha sıkı ilişkiler kuruyor ve buna koşut olarak da insanlar birbirleriyle olan ilişkilerini istenen düzeyde geliştirmek için en az bir yabancı dil bilme gereksinimi duyuyorlar.

Odamız farklı yerlerde farklı koşullarda yabancı dil öğrenme çabasındaki üyelerine yeni bir olanak sunuyor. Yalnızca üyelerinden oluşan 10 kişilik gruplara düzeylerine göre kurs açmış bulunuyor.

İzmir Cad. İhlamur Sok. 10/1 Yenışehir/ANKARA, (Ankara Sanat Tiyatrosu Karşısı)