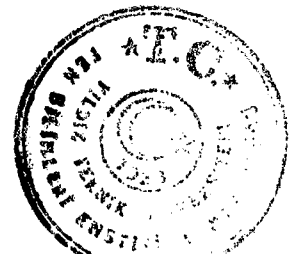


ÜÇ FAZLI KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAĞI İÇİN DÜŞÜK DİSTORSİYONLU YENİ BİR TİP EVİRİCİ

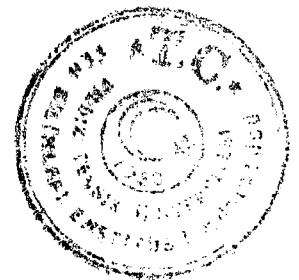


İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa no</u>
TEŞEKKÜR	v
TÜRKÇE ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. EVİRİCİ ÇIKIŞ DALGA ŞEKİLLERİ VE BU İŞARETLERİN HARMONİKLERİNİN İNCELENMESİ.....	3
2.1. Eviricilerin sınıflandırılmaları	3
2.2. Eviricilerin çıkış dalgasına göre sınıflandırılmaları...4	
2.2.1. Darbe genişlik modülasyonlu eviriciler ve harmonikleri	4
2.2.2. Basamak dalga çıkışlı eviricilerde harmonikler	8
2.3. Üç basamaklı evirici çıkışında harmonikler	12
2.4. Darbe genişlik modülasyonlu üç basamaklı evirici çıkış dalgası	15
BÖLÜM 3. ALTI BASAMAKLI EVİRİCİ SİSTEMİNİN İNCELENMESİ	18
3.1. Altı basamaklı evirici sistemine genel bakış	18
3.2. Altı basamaklı evirici çıkış dalgasına darbe genişlik modülasyonu uygulanması	23
BÖLÜM 4. ALTI BASAMAKLI DARBE GENLİK GENİŞLİK MODÜLASYONLU SİSTEMİN PSPICE İLE ANALİZİ ..	25
4.1. PSPICE programının gelişimi ve özellikleri	25
4.2. Altı basamaklı, her basamakta tek darbe bulunan darbe genlik genişlik modülasyonlu eviricinin PSPICE ile analizi	26



4.3.	Altı basamaklı, her basamakta üç darbe bulunan darbe genlik genişlik modülasyonlu eviricinin PSPICE ile analizi	28
BÖLÜM 5. ÜÇ FAZLI KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAĞI İÇİN DÜŞÜK DİSTORSİYONLU YENİ TİP EVİRİCİNİN GERÇEKLENMESİ		
5.1.	Cihazın genel yapısı	32
5.2.	Besleme grubu	34
5.3.	Anahtarlama modu güç kaynağı	34
5.4.	Doğru gerilim kıyıcısı ve çıkış gerilimi örnek alıcı devre	35
5.5.	Lojik, kontrol ve sürücü katı	38
5.6.	Analog / dijital çevirici ve mikrokontrolör	39
5.6.1.	Kontrolörler	40
5.6.2.	Kullanılan mikrokontrolör ailesinin tanıtımı	44
5.6.2.1.	8051 Mimarisi	45
5.6.2.2.	Akümülatörler	47
5.6.2.3.	Kaydediciler	48
5.6.3.	Analog / dijital çevirici	48
5.7.	Güç katı ve transformatörler	48
SONUÇLAR VE ÖNERİLER		52
KAYNAKLAR		56
EK 1.	ALTİ BASAMAKLI TEK DARBELİ EVİRİCİNİN PSPICE PROGRAMI	59
EK 2.	ALTİ BASAMAKLI ÜÇ DARBELİ EVİRİCİNİN PSPICE PROGRAMI	65
EK 3.	SİMGESEL DİLDE YAZILAN KONTROLÖR PROGRAMI VE ONALTILI DOSYASI	73
EK 4.	DENEY DÜZENEGİ	77
ÖZGEÇMİŞ		



TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında her zaman yakın ilgi ve desteklerini gördüğüm sayın hocam Prof. Dr. Asım Kasapoğlu'na , Yrd. Doç. Dr. Selahattin Dinler'e ve Yar. Doç. Dr. S. Hakan Ündil'e en derin teşekkürlerimi sunarım.

Manevi yönden beni destekleyen eşimin katkılarını da her zaman hatırlayacağım.

Eylül 1997, İstanbul

Erhan Tunalı



ÖZET

Elektrik enerjisine olan ihtiyaç, teknolojinin hızla gelişmesi ve insanların da bu gelişmeye ayak uydurmak zorunda kalmasıyla gün geçtikçe artmaktadır. Tüketicilerin artan güç ihtiyacının üretici tarafından karşılanma zorunluluğu, elektrik enerjisinin elde edilme yöntemlerini de çeşitlendirmektedir. Örneğin güneş pilleri yolu ile enerji elde edilmesi gün geçtikçe üzerinde durulan , çalışmalar yapılan ve uygulaması gittikçe yaygınlaşan bir alan haline gelmiştir. Bu yolla elde edilen doğru gerilimin şebekeye verilebilmesi için bir evirici sisteme ihtiyaç vardır. Eviriciler alternatif akım motorlarının beslenmesinde de oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.

Eviricilerin diğer bir kullanım alanı da kesintisiz güç kaynaklarıdır. Burada da diğerlerinde olduğu gibi hedef, doğru akımı düşük distorsiyonlu olarak alternatif akıma çevirmektir.

Tezde eviriciler genel olarak tanıtılmış ve üç fazlı altı basamaklı eviriciler üzerinde durulmuştur. Burada teze getirilen ilk yenilik olarak çıkış gerilim ayarı için bu sistemlerde literatürde şimdiye kadar uygulanan her basamakta tek darbe oluşturmak yerine darbe sayısı arttırılmasının daha uygun olduğu harmonik analizi ve PSPICE sonuçları ile ortaya konmuştur. Bu düşünceden hareketle her basamak üç darbeden oluşturulmuş ve bu darbelerin süresi ayarlanarak elde edilen gerilim darbe şeklinin frekans spektrumu açısından daha uygun olduğu görülmüştür. Bu yolla toplam harmonik distorsiyonu daha da azalabilmektedir. Analiz sonuçları grafiklerle de karşılaştırmalı olarak ortaya konmuştur. Örnek olarak boşluk açısı bir darbeleri için üç derece seçilmiş ve bu yolla elde edilen çıkış gerilimi 0.6565 birim olduğu bulunmuştur. Bu darbe şekli için toplam harmonik distorsiyonu 0.4430 olmaktadır. Buna karşın çıkış geriliminin aynı birim değerini elde etmek için üç darbeleri sistemde boşluk açısı 0.8867 derece seçilerek toplam harmonik distorsiyonu 0.4243 değerine düşürülmüştür. Ayrıca tezde şekil (4.9) ve (4.10) da harmonik spektrumunda görüldüğü gibi harmonikler daha yüksek frekanslara kaymıştır, böylelikle daha düşük güçteki filtrelerle bu harmonikler kolayca bastırılabilir. Burada boşluk açısı sıfır dereceye yaklaştıkça toplam harmonik distorsiyonu azalmakta ve her iki sistem için sıfır derece için sadece 0.077 olmaktadır. Ayrıca her iki sistem için PSPICE analizi sonuçları grafiklerle verilmiştir.

Her basamakta darbe sayısını arttırmak yukarıda belirtilen faydaları getirmekle beraber bazı zorluklara yol açmaktadır. Her şeyden önce güç elemanları belli bir anahtarlama frekansının üstüne çıkamamaktadır ve frekans arttıkça anahtarlama kayıplarının artması sistem verimini düşürmektedir.

Bütün bu unsurlar göz önüne alınıp teze getirilen ikinci bir yenilik olarak üç fazlı altı basamaklı eviricilerde gerilim ayarı için her basamakta süresi ayarlanabilen darbe oluşturmak yerine evirici doğru gerilim bara seviyesi mikrokontrolör denetimli bir doğru gerilim kıyıcı ile kontrol edilerek çıkış geriliminin istenilen değerinde sabit tutulması yoluna gidilmiştir. Darbe genişliği değiştirilerek yapılan gerilim ayarında boşluk sürelerinin artmasıyla artış gösteren toplam harmonik distorsiyonu bu yolla minimumda tutulmuş ve sistem pratik olarak gerçekleştirilerek sonuçlar ortaya konmuştur.



A NEW PROPOSED LOW DISTORTIONED INVERTER FOR THREE-PHASE UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY

ABSTRACT

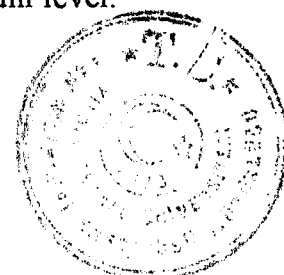
The need of electrical energy increases day by day due to the rapid technological improvements and to the demand of human being to keep pace with it. The increasing power demand of consumers and the obligation of producers to fulfil it, leads to the various electrical power obtaining techniques. For instance the usage of solar cells has become more and more applicable as time goes by. Here we need an inverter system in order to connect dc power source with ac power network. Inverters are also widely used in ac motor speed control units.

Another area of using inverters is uninterruptible power supplies, briefly called UPS. The aim here is like in other applications to invert dc power to ac with low distortion factor.

In this thesis inverters are introduced generally and three-phase six step inverters are discussed in details. With the help of harmonic analyses and PSPICE results the conclusion has been made that instead like former method using only one pulse in a voltage step, it is more preferable to apply more pulses per step. By this conclusion each step is made of three pulses and with the help of width variation of these pulses it has been observed that the harmonic spectrum is more suitable. The analytical results are given and compared with each other. As an example the notch-width has been chosen three degrees for single pulse six step inverter and here the rms output voltage value has been calculated 0.6565 units. For this case the total harmonic distortion is 0.4430. On the other hand, to obtain the same rms value in the output voltage for the system containing three pulses in each step, the notch-width is calculated to be 0.8867 degree and so the total harmonic distortion has been reduced to 0.4243. As shown in this thesis by figure (4.9) and (4.10) it is obvious that the harmonic contents have moved to higher frequencies so that they can be filtered by lower kVA filters. As the notch-width approaches towards null degree, the total harmonic distortion diminishes and in both cases for null degree it remains only at 0.077.

On the other hand some difficulties arise as to increase the pulse number in each step. First of all the switching elements are restricted up to a certain high frequency limit and as switching frequency increases the total efficiency of the system reduces due to the switching losses in power transistors or thyristors.

In this thesis all these aspects are considered carefully and it has been decided that instead of arranging each voltage output step from pulses it is more convenient to implement a microcontroller controlled dc chopper to control dc level in order to have the desired voltage output ac level as an alternative concept in the literature. By the new proposed and realized system, total harmonic distortion that increases with the decrease of pulse-width as in the case of pulse-width modulation technique is prevented and kept at minimum level.



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bilindiği gibi günümüzde yarı iletken teknolojisinin hızla gelişmesi , bu gelişmeyle birlikte kullanılan bu gibi elemanların sürekli olarak güç sınırlarının artması ve maliyetlerinin göreceli olarak ucuzlaması beraberinde gittikçe artan bir kullanım çeşitliliği ve yaygınlığı getirmektedir. Bugün artık hareketli düzenekler kullanılarak gerçekleştirilen gerilim ve frekans ayar yöntemleri pahalı ve bakımının zor olması nedeniyle yerini statik güç elektroniği donanımlarına bırakmaktadır. Bu uygulamalarda bir diğer dikkat çekici değişim de güç elektroniği devreleri kontrol katında mikrokontrolörlerin hızla analog devrelerin yerini almaya başlamış olmasıdır. Bu değişimin sebepleri arasında mikrokontrolör fiyatlarının makul seviyelerde olması, gürültülere analog elemanlar kadar duyar olmamaları, ısıl sürüklenme, eleman toleransları , doğru gerilim offset kayması açısından üstünlük sağlamaları , kelime uzunluklarının yeterince arttırılabilmiş olmaları ve verilerin istenilen hızlarda , çoğu zaman analog elemanlarla gerçekleştirilmiş devrelerdeki görülen karmaşıklığa gerek kalmaksızın basitçe işlenebilir olmaları sayılabilir (Bowes, S.R. ,1994). Ayrıca kullanılan kontrol algoritması sadece yazılıma müdahale edilerek değiştirilebilmekte , bu da uygulamalara esneklik getirmektedir. Mikrokontrolör ile gerçekleştirilen düzeneklerde çevre eleman sayılarının azaltılmış olması ayrıca bakım ve tamir kolaylığını da sağlamaktadır.

Eviriciler de bu değişimden etkilenmişlerdir. Günümüzde doğru gerilim alternatif gerilime dönüştürülürken dönel sistemler terkedilmiş , onun yerine mikrokontrolör uygulamalı güç elektroniği devreleri yaygınlaşmaya başlamıştır. Fakat bu düzeneklerde yarı iletken güç elemanları anahtar modunda çalıştırıldığından çıkış dalga şekli sinüsoidal olmayıp beraberinde harmonikleri getirmektedir. Harmonikli bir işaret de örneğin eğer bir motor beslenecekse motor veriminin azalmasına ve istenmeyen farklı momentlerin

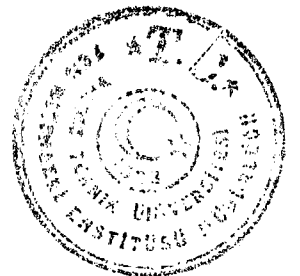


motorda endüklenecek motor performansının düşmesine neden olur. Bunun için genelde iyi bir eviriciden beklenen çıkışında toplam harmonik distorsiyonunun mümkün olabildiğince az olması ve mevcut olanların da filtre kolaylığı açısından olabildiğince yüksek frekanslarda yer almasıdır.

Bu çalışmada evirici çıkış dalgası harmoniklerini azaltmak için literatürde rastlanan yöntemlere iki yeni alternatif öneri getirilmiş ve önerilerden biri pratik olarak gerçekleştirilerek hedefe varılmıştır.

Getirilen birinci yenilik bölüm (3.2) de anılan altı basamaklı evirici çıkış dalgasına darbe genişlik modülasyonu uygulanırken her basamakta bir darbe yerine darbe sayısının artırılmasıyla toplam harmonik distorsiyonunun azaltılabilmesi ve harmonik spektrumundan da görülebileceği gibi harmonik bileşenlerinin yüksek frekanslara kaydırılıp filtre kolaylığı sağlanabilmesidir. Şekil (4.9) ve şekil (4.10) karşılaştırılırsa her basamakta tek ve üç darbeli uygulamalar için toplam harmonik distorsiyonu ve harmonik spektrumu açısından yapılan iyileştirmeler açıkça görülmektedir.

Önerilen ikinci yenilik ise aynı zamanda pratik olarak gerçekleştirilerek sonuca ulaşılmıştır. Buradaki hareket noktası toplam harmonik distorsiyonunun en az olduğu durumun basamaklarda boşlukların oluşturulmadığı durumdur. Bu amaçla tezde üç fazlı kesintisiz güç kaynağı için evirici gerçekleştirilmiş ve bugüne kadar gerilim kontrolü için başvuru olan her basamakta darbe oluşturmak ve bu darbelerin süresini ayarlamak yerine mikrokontrolör denetimli bir doğru gerilim kısıyıcısı yardımıyla izin verilen her yük ve giriş gerilim değeri için toplam harmonik distorsiyonunun her zaman en düşük değerde kalması sağlanmıştır. Böylelikle darbe süresinin azalmasıyla harmoniklerin artmasının önüne geçilmiş, aynı zamanda anahtarlama kayıpları ve anahtarlama frekansının yükselmesi ile ilgili sakıncalar önlenebilmiştir.



BÖLÜM 2

EVİRİCİ ÇIKIŞ DALGA ŞEKİLLERİ VE BU İŞARETLERİN HARMONİKLERİNİN İNCELENMESİ

Bu bölümde uygulamalarda karşımıza çıkan çeşitli eviriciler sınıflandırılmış ve bunlara ilişkin çıkış dalgalarının harmonik analizi yapılmıştır. Toplam harmonik distorsiyonunun azaltılması için izlenen yöntemlere değinilerek sonuçların birbiriyle karşılaştırılmaları sağlanmıştır.

2.1 Eviricilerin sınıflandırılması

Bilindiği gibi eviriciler doğru akım ve gerilimi alternatifte çeviren düzeneklerdir. Genellikle gerilim ara devreli ve akım ara devreli olmak üzere iki ana başlık altında sınıflandırılabilirler. Gerilim ara devreli bir eviricinin en belirgin özelliği girişinde akımla çok az değişmesine izin verilen doğru gerilim olmasıdır, başka bir deyişle Thévenin eşdeğerinde gerilim kaynağına seri gelen eşdeğer empedans idealde sıfırdır. Doğru gerilim beslemesi sabit ya da değişken olabilir ve akü grubu , güneş pilleri , veya alternatif gerilimin doğrultulmasından elde edilebilir. Bu tip eviricilerin kullanım alanları arasında alternatif akım hız kontrol sürücüleri , gerilim ve frekans regüleli güç kaynakları , kesintisiz güç kaynakları , endüksiyonla ısıtma , reaktif güç kompanzasyonu sayılabilir (Bose, B.K.,1986).

Akım ara devreli eviriciler ise gerilim ara devreli eviricilerin aksine girişlerinde bir akım kaynağı bulunması gerekmektedir. Bunun bir diğer anlamı devrenin Thévenin eşdeğerini aldığımızda idealde sonsuz bir empedansla karşılaşmamızdır. Değişken gerilimli doğru gerilim kaynağı , seri bir endüktansın bağlanması ve bunun geriliminin bir akım kontrol çevrimi yardımıyla kontrol edilmesi yolu ile değeri ayarlanabilen bir akım kaynağına dönüştürülebilir. Ayarlı doğru gerilim kaynağı ise bu amaç için kurulmuş bir



düzenekten , sinüsoidal gerilim üreten bir sistem çıkışının doğrultulmasından ya da akü grubu geriliminin bir kıyıcı yardımıyla genliğinin ayarlanması yolu ile elde edilebilir. Akım kaynağı çıkışlı devrenin çıkış akımı yükten az etkilenmektedir.

Akım ara devreli eviricilerin uygulama alanları arasında alternatif akım makinelerinin genel hız kontrolü , senkron makinelere yol verme , endüksiyon ısıtması , güç kompanzasyonu sayılabilir.

2.2 Eviricilerin çıkış dalgasına göre sınıflandırılmaları

Evirici çıkış dalgasında oluşan harmonikleri azaltmak için günümüze kadar çeşitli öneriler ortaya atılmıştır (Turnbull , F.G, 1963) (Bedford , B.D, 1964) (Jacson , S.P , 1970) (Kutman , T ,1976) (Patel , H.S 1974). Bu yöntemler genel olarak iki ana başlık altında toplanabilir . Birinci yöntem sabit genlikli bir doğru gerilim seviyesinin uygun şekilde anahtarlanmasıyla oluşan çeşitli dikdörtken darbelerin bir araya getirilmesine dayanır. Bu yöntem darbe genişlik modülasyonu (Pulse Width Modulation , PWM) tekniğini oluşturur. Diğer bir uygulama ise darbe genlik modülasyonlu ya da basamaklı dalga çıkışlı eviricilerdir. Burada basamak sayısı arttıkça toplam harmonik distorsiyonu düşmektedir. Şimdi bu teknikleri ve oluşan harmonikleri ayrı ayrı inceleyelim.

2.2.1 Darbe genişlik modülasyonlu eviriciler ve harmonikleri

Bilindiği gibi herhangi bir periodik işaret bir ortalama değer ve temel bir sinüsoidal işaretle bu işaretin frekansının katları olan diğer farklı genlikteki sinüsoidal işaretlerin toplamıyla temsil edilebilir. Bunun matematiksel ifadesi

$$f(x) = A_0 + A_1 \sin(x + \phi_1) + A_2 \sin(2x + \phi_2) + \dots + A_n \sin(nx + \phi_n) \quad (2.1)$$



şeklindedir. Burada A_0 ortalama değer , A_1 temel bileşen , A_2 , A_3 , ... , A_n de harmonikleri oluşturmaktadır.

Toplam harmonik distorsiyon ise tüm harmoniklerin efektif değer karelerinin toplamının karekökünün , temel bileşenin efektif değerine oranı olarak tanımlanmıştır.

$$THD = (A_{2ef}^2 + A_{3ef}^2 + \dots + A_{nef}^2)^{1/2} / A_{1ef} \quad (2.2)$$

Bu eşitlik bir dalga şeklinin efektif değerinin

$$A_{ef} = (A_{1ef}^2 + A_{2ef}^2 + \dots + A_{nef}^2)^{1/2} \quad (2.3)$$

şeklinde tanımlı olduğu göz önüne alınırsa

$$THD = (A_{ef}^2 - A_{1ef}^2)^{1/2} / A_{1ef} \quad (2.4)$$

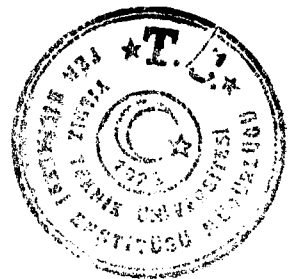
olarak da ifade edilebilir (Lander, C. W. , 1981).

Darbe genişlik modülasyonlu eviriciler , genlikleri sabit fakat darbe süreleri farklı darbeler üreten güç elektroniği düzenekleridir. Burada en temel haliyle karşımıza dikdörtken darbe çıkmaktadır. Böyle bir dalgayı Fourier serisine açacak olursak

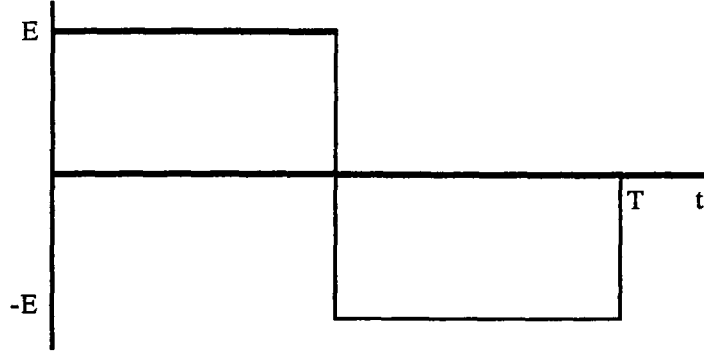
$$V = \frac{4E}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin (n\omega t) \quad n = 1, 3, 5, \dots \quad (2.5)$$

eşitliğini elde ederiz. Bu dalga şekli için (2.4) eşitliğinden yola çıkarak toplam harmonik distorsiyonun yaklaşık % 44 olduğu bulunabilmektedir.

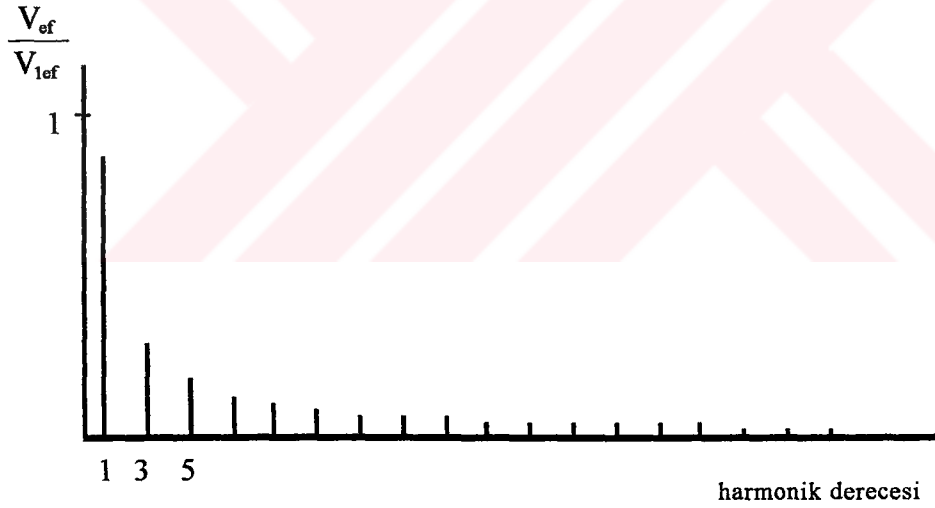
Bu dalga şekli için çift sayıda harmonikler yoktur , sadece tek sayıda harmonikler bu eşitlikte yer almaktadır.



Şekil (2.1) de dikdörtken dalga , şekil (2.2) de ise bu dalga şekli için spektrum analizi sonuçları verilmiştir.

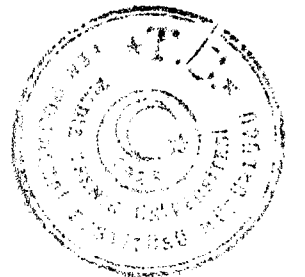


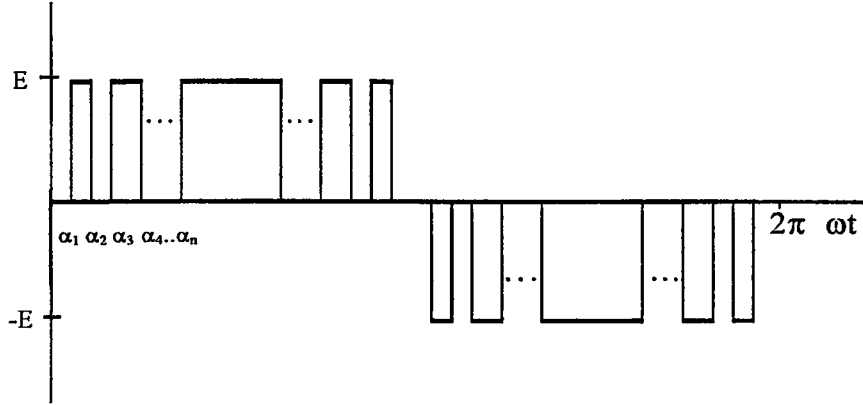
Şekil (2.1) Dikdörtken dalga



Şekil (2.2) Dikdörtken dalgaya ait spektrum analizi

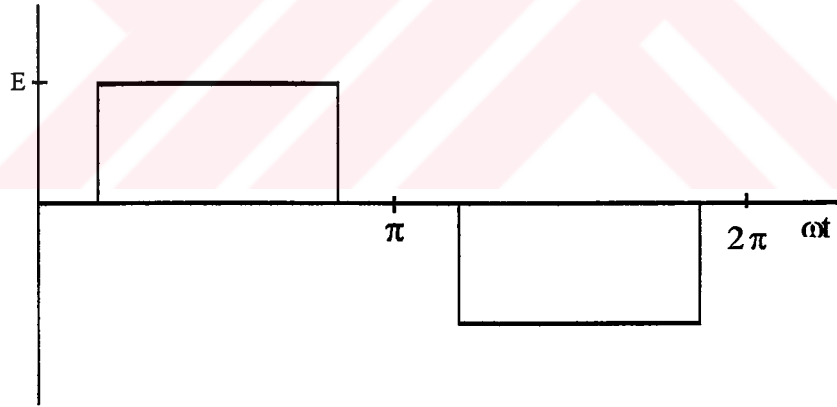
Eğer elde ettiğimiz bu dikdörtken dalgayı periodun çeşitli anları için anahtarlarsak karşımıza en genel halde şekil (2.3) çıkmaktadır.





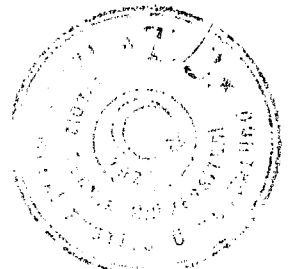
Şekil (2.3) Darbe genişlik modülasyonlu evirici çıkış dalgası

Eğer en basit haliyle tek darbeli ve $\alpha = 30^\circ$ değerini göz önüne alırsak şekil (2.4) de verilen dalga şeklini elde ederiz.

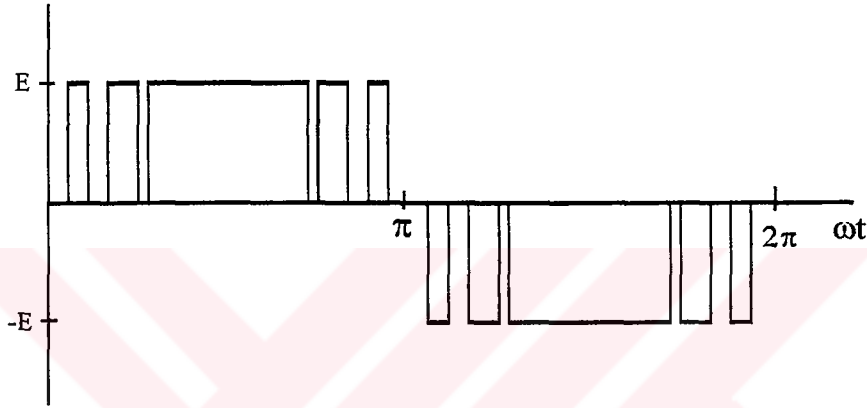


Şekil (2.4) $\alpha = 30^\circ$ için dikdörtken dalga

Burada toplam harmonik distorsiyonu dikdörtken dalgaya göre daha da azalarak % 30 seviyesine düşmüştür , ayrıca üç ve üçün katı olan harmoniklere rastlanmamaktadır.



Eğer darbe sayısını arttırıp örneğin beş darbeli durumu ele alırsak ve $\alpha_1 = 11.4^\circ$, $\alpha_2 = 17.3^\circ$, $\alpha_3 = 23.8^\circ$, $\alpha_4 = 34.9^\circ$, $\alpha_5 = 37.3^\circ$ seçerek 5, 7, 11, 13 ve 17nci harmoniklerin yok edildiğini görürüz (Patel ,H.S. , 1973). Bu durum günümüzde de sıklıkla başvurulmuş ve yaygın kullanım alanı bulan bir yöntemdir (Trzynadlowski, A. M. , et al. 1994). Bu durumda toplam harmonik distorsiyonu % 26.5 olmaktadır.

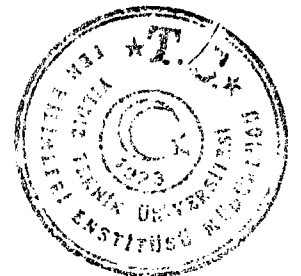


Şekil (2.5) Beş darbeli evirici çıkış dalgası

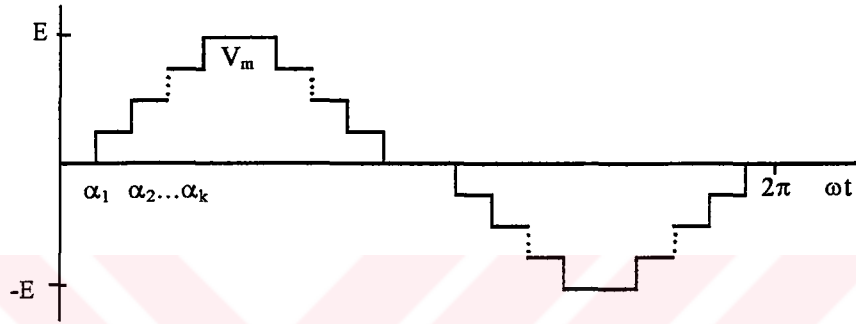
Görülmektedir ki darbe genişlik modülasyonlu eviricide toplam harmonik distorsiyonu azaltmak , işaretteki darbe sayısını arttırmakla mümkündür , fakat güç elemanlarındaki anahtarlama kayıpları ve bu elemanların iletim ve kesime gitme gecikmeleri pratikte darbe sayısına sınırlama getirmektedir. Yarı iletken teknolojisindeki sürekli gelişmelere bağlı olarak anahtarlama frekansları sınırı gün geçtikçe artmaktadır.

2.2.2 Basamak dalga çıkışlı eviricilerde harmonikler

Eviricilerde çıkış dalgası şekli göz önüne alındığında darbe genişlik modülasyonu yanında darbe genlik modülasyonlu devreler yardımıyla da harmoniklerin azaltılması için uygulanan bir diğer yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.



Bu yöntemde birden çok dikdörtken dalga şekli birbirleriyle uygun şekilde toplanarak çıkış dalgasının mümkün olabildiğince sinüse yaklaştırılması hedeflenmektedir. Burada birden çok evirici katına gerek duyulmaktadır. En genel halde n basamaklı ve çeyrek dalga simetriğinin söz konusu olduğu bir dalga şekli aşağıda belirtilmiştir

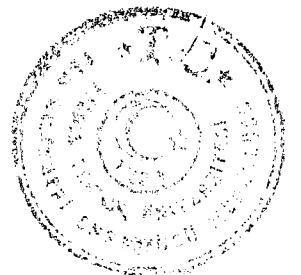


Şekil (2.6) Genel halde basamaklı çıkış dalgası

Bu dalga şekli incelenecek olursa harmonik açısından değişken olarak alınabilecek üç unsur göze çarpmaktadır:

- 1) Basamak genlikleri eşit varsayıлып basamak açıları değiştirilip harmonik optimizasyonu yapılabilir
- 2) Basamak genişlikleri eşit düşünülüp basamakların genlikleri değişken olarak harmonik optimizasyonu yapılabilir
- 3) Hem basamak genlikleri hem açı değerleri değişken seçilip optimizasyona gidilebilir.

Pratikte gerçekleştirme zorlukları nedeniyle basamak genliklerinin değişken olarak seçilmesi pek tercih edilen bir yöntem değildir , buna karşın genelde ya basamak genlikleri birbirinin katları olur ya da kolay elde edilebilecek değerler seçilip açı değerleri değişken tutularak optimizasyona gidilir. Bu şekilde iki basamaklı dalga şekli için elde edilen toplam harmonik distorsiyonu % 29.7 , üç basamaklı için % 19.2 , dört basamaklı için % 10.3 ,



ve altı basamaklı için % 7.7 ye kadar düşürülmüştür. (Corey , P.D.,1962)
(Sriraghavan , S. M., et al. , 1981) .

Şekil 2.6 da verilen genel haldeki basamaklı çıkış dalgasının birim genlik için Fourier katsayılarını ifade edersek

$$V (\omega t) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin (n \omega t) + b_n \cos (n \omega t) \quad (2.6)$$

eşitliğini elde ederiz. Burada

$$a_n = \frac{4}{\pi} \int_0^{\pi/2} V (\omega t) \sin (n \omega t) d (\omega t) \quad (2.7)$$

$$b_n = \frac{4}{\pi} \int_0^{\pi/2} V (\omega t) \cos (n \omega t) d (\omega t) \quad (2.8)$$

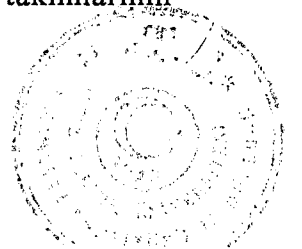
olarak temsil edilmektedir ve bu dalga için çeyrek dalga simetriği söz konusudur. O halde bu iki ifadeden hareketle

$$a_n = \frac{4}{n\pi} \sum_{k=1}^m V_k \cos (n \alpha_k) \quad (2.9)$$

eşitliği bulunur. Burada n harmonik derecesi , m ise çeyrek periyoddaki sıfırdan farklı basamak sayısıdır.

Şekil (2.6) da verilen dalganın harmonik distorsiyonu açısından optimizasyonu yapılmak istendiğinde iki yöntem karşımıza çıkmaktadır. Birinci yöntemde temel bileşene yakın harmonikler yok edilerek temel bileşenin maksimum yapılması şeklinde özetlenebilir. İkinci yöntemde ise amaç toplam harmonik distorsiyonunu doğrudan minimum yapmaktır.

Yok edilmek istenen harmonik derecelerine ilişkin α_i açıları (2.9) bağıntısından hareketle n yerine uygun değerler konarak denklem takımlarının



sıfıra eşitlenmesiyle elde edilir. Bu denklem takımlarında m adet bağımsız α_i değişkeni bulunduğundan burada en fazla m adet harmonik sıfır yapılabilir. Ayrıca aynı anda temel bileşenin genliğinin maksimum yapılması veya toplam harmonik distorsiyonunun en az olması da istenirse problemin çözümü güçleşmektedir.

Daha önce belirtilen yöntemlerden bir diğeri olan basamak genişliklerinin sabit tutulup basamak genlikleri değişken seçilerek de optimizasyona gidilebilir. Şekil (2.6) göz önüne alınırsa k adet farklı genlik seviyesi olduğu görülmektedir. Her bir basamak genişliği α , çeyrek dalgada bulunan basamak sayısı p ise , $\alpha = \frac{\pi}{2p}$ olacaktır.

$$E_k = \sum_{i=1}^k V_i \text{ olduğu düşünülürse} \quad (2.10)$$

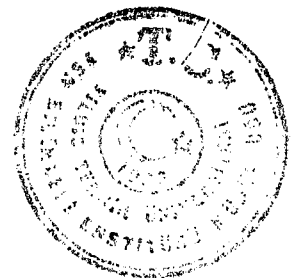
$$a_n = \frac{4}{\pi} \int_{\alpha-\theta}^{\alpha+\theta} E_1 \sin(n\omega t) d(\omega t) + \int_{2\alpha-\theta}^{2\alpha+\theta} E_2 \sin(n\omega t) d(\omega t) + \dots + \int_{\pi/2-\theta}^{\pi/2} E_m \sin(n\omega t) d(\omega t) \quad (2.11)$$

bulunur. Sonuçta bu ifade

$$a_n = \frac{4}{n\pi} \left[2 \sum_{k=1}^m E_k \sin(kn\alpha) \right] \sin(n\theta) \quad (2.12)$$

şekline dönüşür.

$\theta = \frac{\pi}{4p}$ olduğuna göre bu tip basamaklı dalgada mevcut olan harmonikler $n = 4pk \pm 1$; $n = 1, 2, 3, \dots$ şeklindedir.

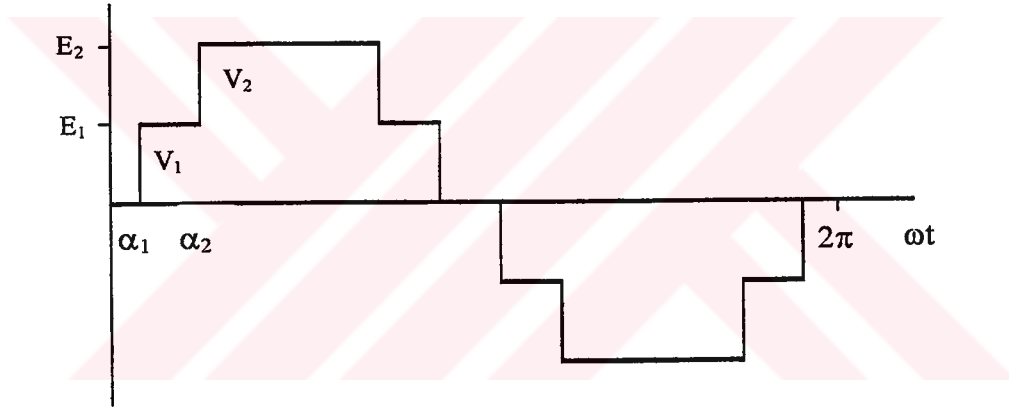


2.3 Üç basamaklı evirici çıkışında harmonikler

Şekil (2.7) de verilen evirici çıkış dalgasındaki harmonikler (2.9) bağıntısı göz önünde tutulursa

$$a_n = \frac{4}{n\pi} [V_1 \cos (n\alpha_1) + V_2 \cos (n\alpha_2)] \quad (2.13)$$

eşitliği elde edilir. V_1 ve V_2 genlikleri eşit alınıp çeyrek dalga simetrisinin söz konusu olduğu düşünülürse

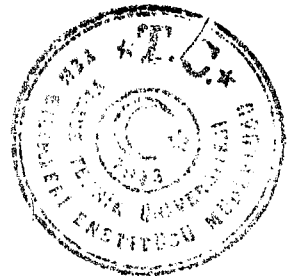


Şekil (2.7) Üç basamaklı evirici çıkış dalgası

$$\alpha_1 = \frac{\pi}{3} - \alpha_2 \quad (2.14)$$

alınabilir. Böylece (2.13) bağıntısı

$$a_n = \frac{4V}{n\pi} [\cos (n (\pi/3 - \alpha_2)) + \cos (n\alpha_2)] \quad (2.15)$$



şekline dönüşmektedir.

Eğer bu ifade yardımıyla optimizasyon yöntemlerinden biri olan temel bileşenin maksimum yapılması istenirse

$$\frac{da_n}{d\alpha_2} = \sin(n(\pi/3 - \alpha_2)) - \sin(n\alpha_2) = 0 \quad (2.16)$$

denklemden $\alpha_2 = 30^\circ$ bulunur. Toplam harmonik distorsiyonunu minimum yapan α_2 açısı için efektif değer tanımından hareketle

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{2}{\pi} \left[\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} V^2 d(\omega t) + \int_{\alpha_2}^{\pi/2} 4V^2 d(\omega t) \right]} = \sqrt{\frac{2V^2}{\pi} \left[\frac{5\pi}{3} - 2\alpha_2 \right]} \quad (2.17)$$

elde edilir. Temel bileşen için (2.15) bağıntısı göz önüne alınırsa

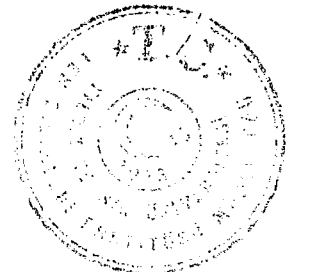
$$a_1 = \frac{4}{\pi} [V \cos(\pi/3 - \alpha_2) + V \cos \alpha_2] \quad (2.18)$$

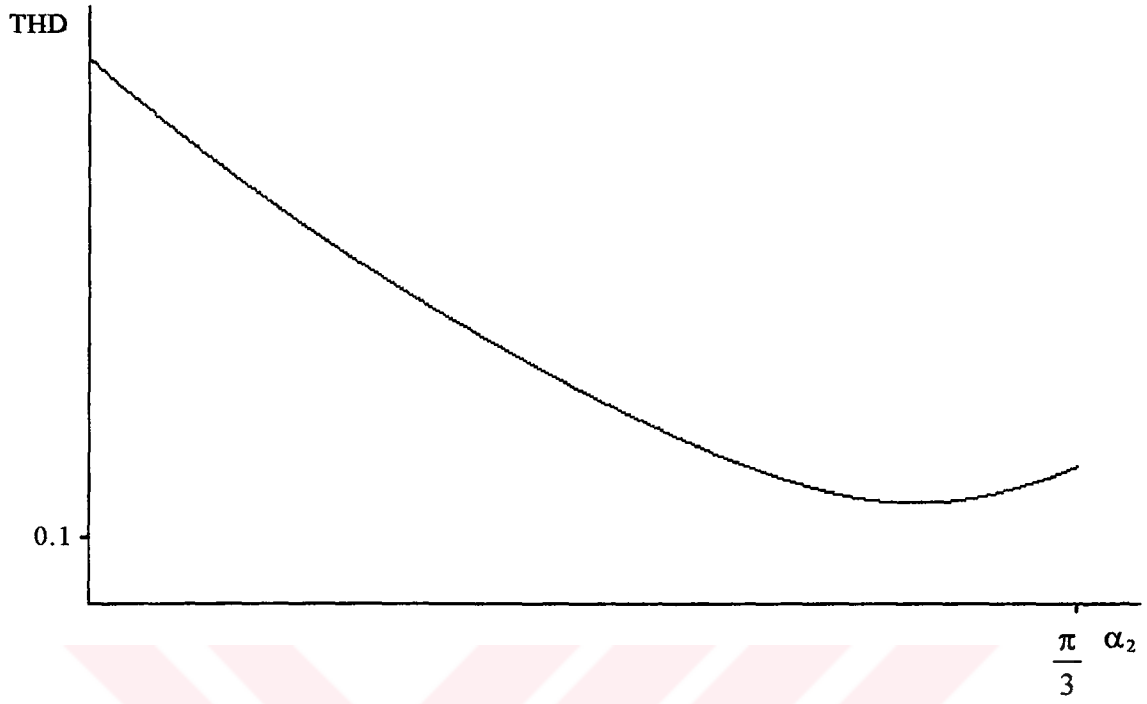
eşitliği elde edilir. Toplam harmonik distorsiyonunu veren (2.14) bağıntısından hareketle (2.17) ve (2.18) eşitliklerinden

$$THD = \frac{\sqrt{\frac{2}{\pi} \left(\frac{5\pi}{3} - 2\alpha_2 \right) - \left(\frac{2\sqrt{2}}{\pi} \left(\cos \left(\frac{\pi}{3} - \alpha_2 \right) + \cos \alpha_2 \right) \right)^2}}{\frac{2\sqrt{2}}{\pi} \left(\cos \left(\frac{\pi}{3} - \alpha_2 \right) + \cos \alpha_2 \right)} \quad (2.19)$$

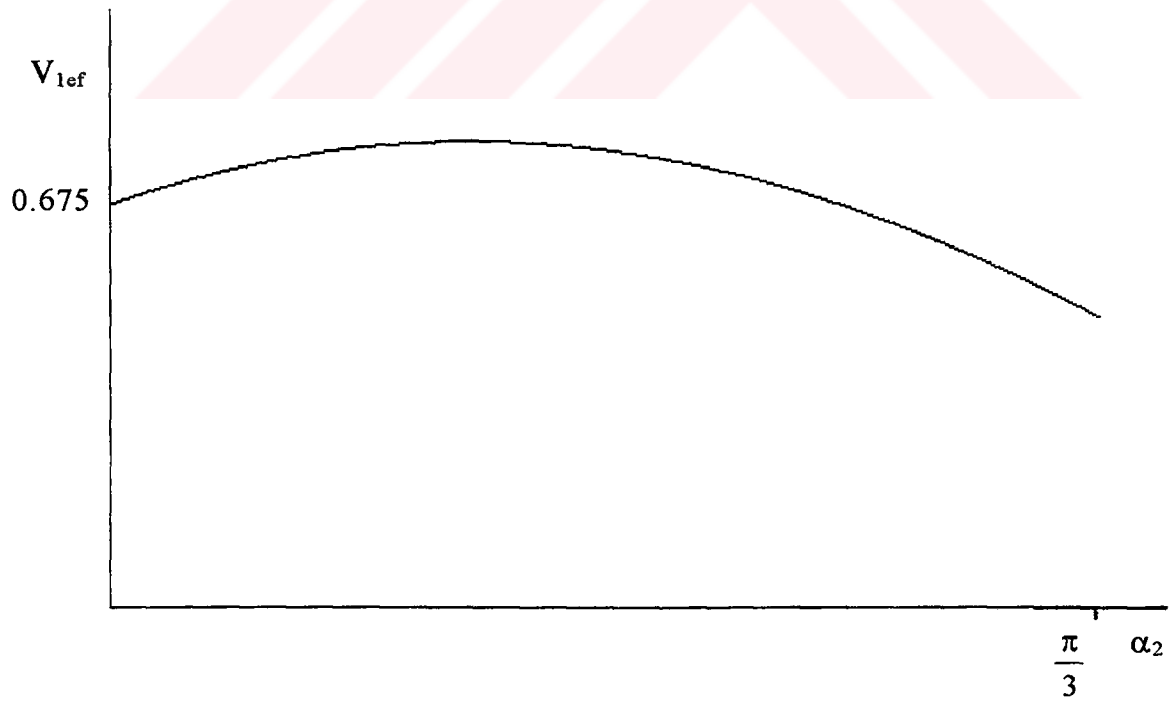
elde edilir.

Şekil (2.8) de toplam harmonik distorsiyonun α_2 ye , şekil (2.9) da ise temel bileşen efektif değerinin yine α_2 ye bağlı olarak değişimleri verilmiştir.

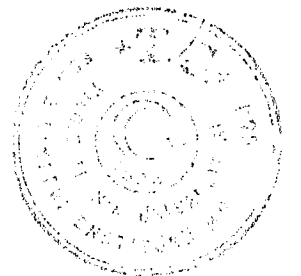




Şekil (2.8) Toplam harmonik distorsiyonun α_2 ye bağlı değişimi



Şekil (2.9) Temel bileşen efektif değerinin α_2 ile değişimi





Darbe genişlik modülasyonlu üç basamaklı evirici çıkış dalgasında amaç , çeyrek dalga simetrisi bozulmadan 150° lik iletim süresi beş eşit parçaya bölünüp 30° lik bu süreleri içine m adet eşit genişlikli darbe sığdırmaktır. Darbenin genişliği δ ile gösterilirse $\delta_{maks} = \frac{\pi}{6} m$ ve bu dalgaının frekansı f ise anahtarlama frekansı da $12mf$ olacaktır. Böylece bu dalga şekli için eğer m tek sayıda ise

$$a_n = \frac{4}{n\pi} \left[\sum_{k=1}^m \sin\left(\frac{n\pi}{12} \left(\frac{2k-1}{m} + 1\right)\right) \sin\left(\frac{n\delta}{2}\right) + 2 \sum_{k=1}^{1.5m-0.5} \sin\left(\frac{n\pi}{12} \left(\frac{2k-1}{m} + 3\right)\right) \sin\left(\frac{n\delta}{2}\right) + \sin\left(\frac{n\pi}{2}\right) \sin\left(\frac{n\delta}{2}\right) \right] \quad n = 1, 3, 5, \dots \quad (2.20)$$

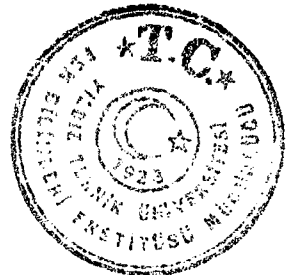
Eğer m çift sayı ise

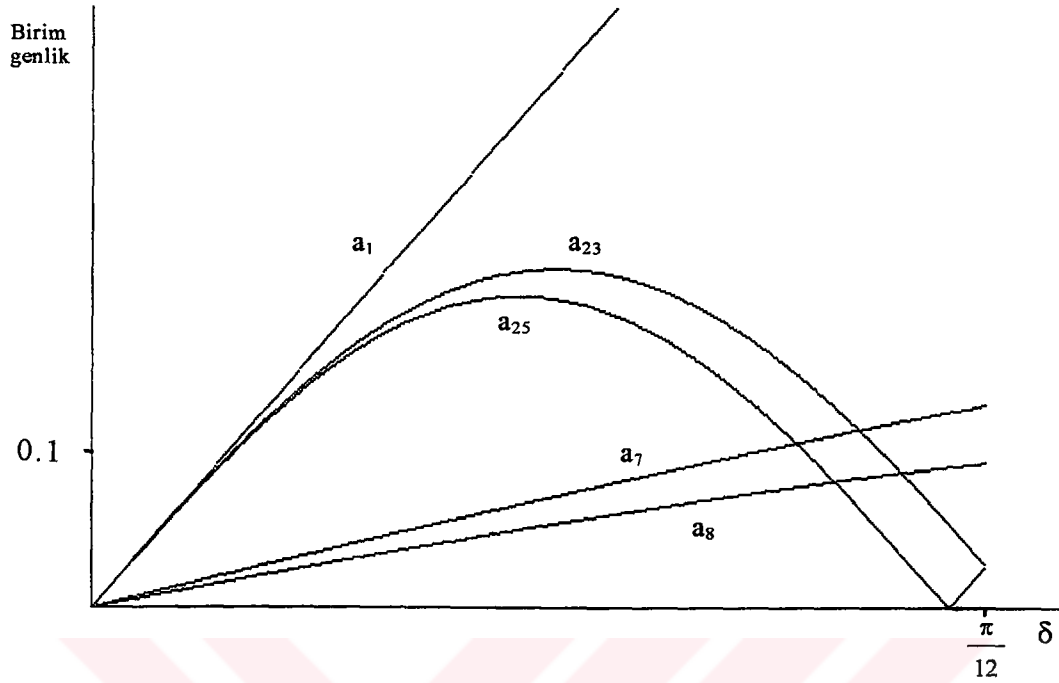
$$a_n = \frac{4}{n\pi} \left[\sum_{k=1}^m \sin\left(\frac{n\pi}{12} \left(\frac{2k-1}{m} + 1\right)\right) \sin\left(\frac{n\delta}{2}\right) + 2 \sum_{k=1}^{1.5m} \sin\left(\frac{n\pi}{12} \left(\frac{2k-1}{m} + 3\right)\right) \sin\left(\frac{n\delta}{2}\right) \right] \quad n = 1, 3, 5, \dots \quad (2.21)$$

elde edilmektedir. (Pradeep , M.B., 1983).

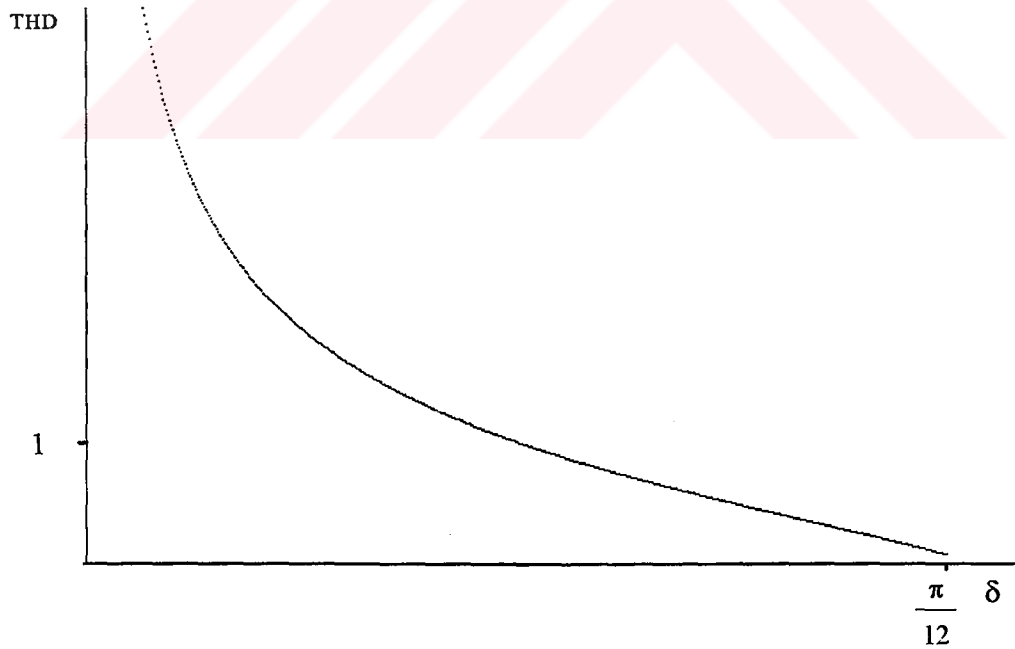
Buna göre $m = 2$ için darbe genişlik modülasyonlu üç basamaklı evirici çıkış dalgasında harmoniklerin değişimi şekil (2.11) de verilmiştir.

Şekil (2.12) de ise toplam harmonik distorsiyonunun δ açısına göre değişimi görülmektedir.

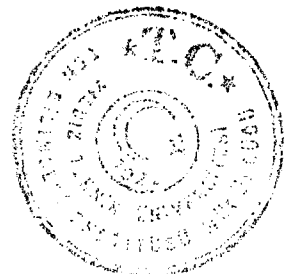




Şekil (2.11). Darbe genişlik modülasyonu uygulanmış üç basamaklı evirici çıkış dalgasında harmoniklerin değişimi



Şekil (2.12). Toplam harmonik distorsiyonunun δ ya bağlı olarak darbe genişlik modülasyonlu üç basamaklı evirici çıkış dalgasındaki değişimi

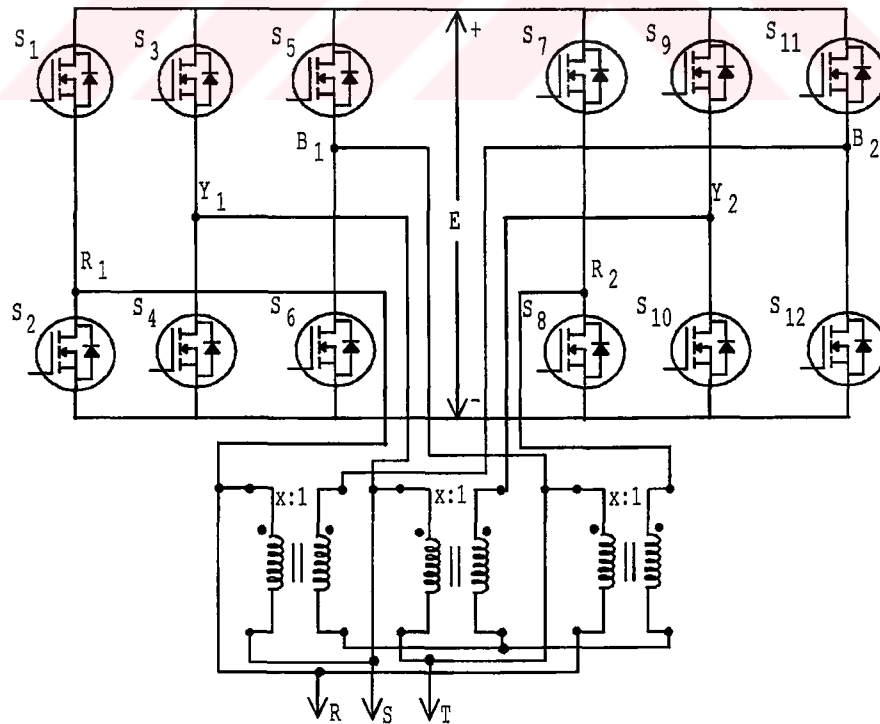


BÖLÜM 3

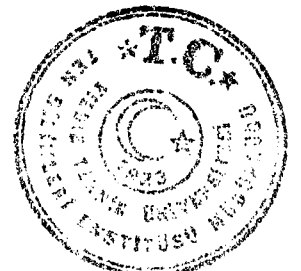
ALTI BASAMAKLI EVİRİCİ SİSTEMİNİN İNCELENMESİ

3.1 Altı basamaklı evirici sistemine genel bakış

Evirici çıkış katındaki basamak sayısının artırılması toplam harmonik distorsiyonunun azaltılmasına yol açmakta , bu da çıkış katında daha düşük güçteki filtrelerle istenilen sonucun elde edilmesini sağlamaktadır. Günümüzde bu seviye 6 , hatta 12 ye kadar çıkartılmıştır (Masukawa, S. et al. ,1994) . Fakat seviye sayısının artması harmonikleri azaltırken beraberinde bazı zorlukları da getirmektedir. Bunların başında elektronik devre yapısının karmaşık hale gelmesi , fazla sayıda anahtarlama elemanı ve transformatör kullanılması zorunluluğu , mikrokontrollü devrelerde program algoritmasının ve zamanlamasının programcıyı zorlaması , sayılan bu faktörlerin hepsinin birden devre maliyetini artırması söylenebilir.



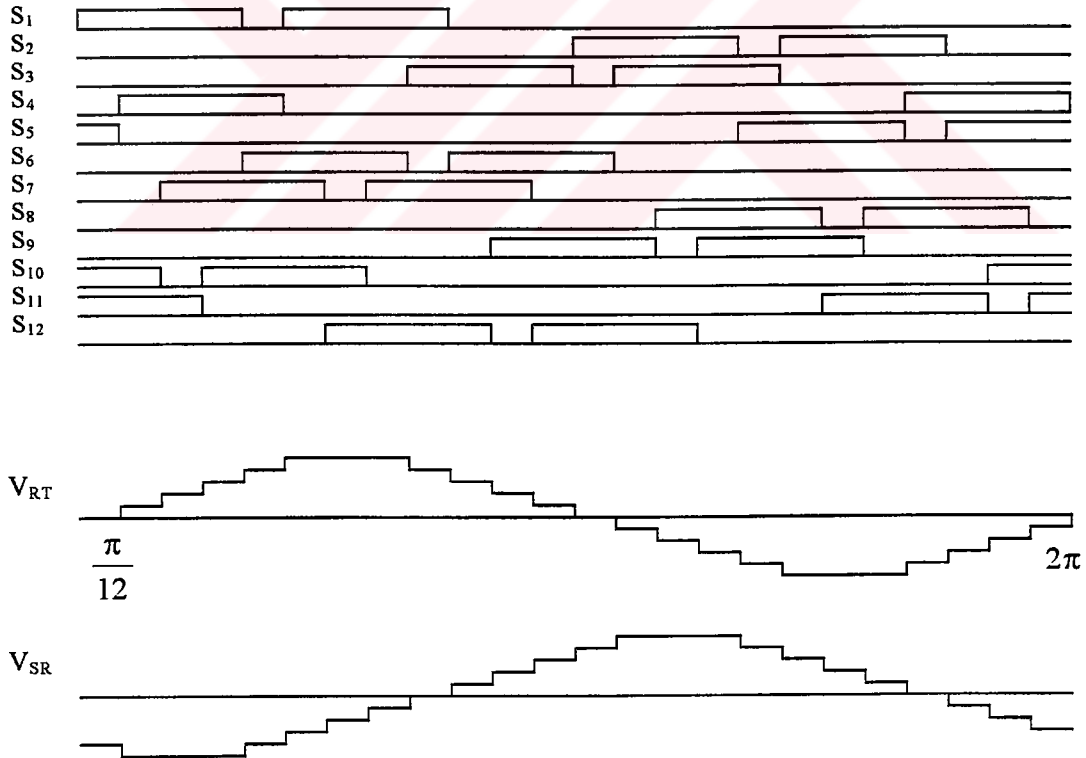
Şekil (3.1) Üç fazlı altı basamaklı evirici sistemi



Tezde incelenen ve gerçekleştirilen altı basamaklı evirici sistemde üç adet üç sargılı transformatör ve iki adet altı mosfetli köprü evirici sistem bulunmaktadır. Oldukça düşük güçlü bir filtre ile bu sistemle % 5 den daha az bir toplam harmonik distorsiyonu elde edilmektedir (Dinler , S. , 1992) . Böyle bir devre şekil (3.1) de verilmiştir.

Bu sistemde kullanılan üç transformatörün dönüştürme oranları eşittir ve bir taraftaki sargılar üçgen , diğer taraftaki sargılar ise yıldız bağlıdır. Çıkışta kullanılan diğer bir üç fazlı transformatör grubu ise çıkış genliğini istenilen , örneğin 220 / 380 V seviyesine getirebilir.

Eviricide toplam oniki adet anahtarlama elemanı kullanıldığı için çıkışta üç fazlı simetrik bir dalga şekli elde edebilmenin yolu bir basamak genişliğinin $\pi/12$ olarak seçilmesini gerektirmektedir. Bu devrede mosfetleri sürmek için gerekli işaretler ve çıkış dalgalarının değişimi şekil (3.2) de verilmiştir.



Şekil (3.2) Altı basamaklı evirici sistemde mosfet sürme darbeleri ve çıkış dalgasının bir period boyunca değişimi



Şekilden de görülebileceği gibi her bir mosfet, eğer periodu T ile gösterirsek aralarında $T/24$ kadar sıfır seviyesinde kalan iki adet $T/6$ süreli darbe ile sürülmektedir , yani bir periotda her mosfet $T/3$ süresince iletimde kalmaktadır. Tablo (3.1) de ise her bir $T/24$ süre zarfında iletimde olan mosfetler ve buna bağlı olarak çıkış gerilim seviyeleri belirtilmiştir. En genel halde evirici transformatörlerinin dönüştürme oranı x 'e göre evirici çıkış dalgası ise şekil (3.3) de verilmiştir.

Tablo (3.1) Altı basamaklı sistemde mosfetlerin durumuna ilişkin çıkış dalgasının değişimi

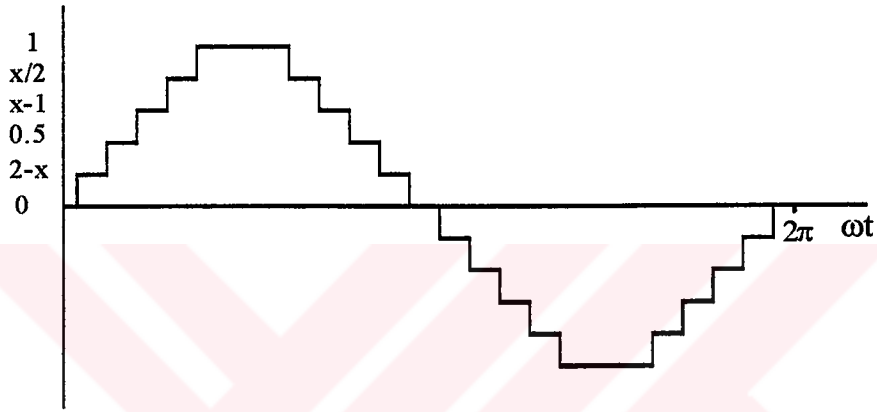
Aralık (derece)	İletimde olan mosfetler	Çıkış gerilim seviyeleri		
		V_{RT}	V_{SR}	V_{TS}
0-15	S_1 S_5 S_{10} S_{11}	0	$-x/2$	$x/2$
15-30	S_1 S_4 S_{10} S_{11}	$2-x$	-1	$x-1$
30-45	S_1 S_4 S_7 S_{11}	0.5	-1	0.5
45-60	S_1 S_4 S_7 S_{10}	$x-1$	-1	$2-x$
60-75	S_4 S_6 S_7 S_{10}	$x/2$	$-x/2$	0
75-90	S_1 S_6 S_7 S_{10}	1	$1-x$	$x-2$
90-105	S_1 S_6 S_{10} S_{12}	1	-0.5	-0.5
105-120	S_1 S_6 S_7 S_{12}	1	$x-2$	$1-x$
120-135	S_1 S_3 S_7 S_{12}	$x/2$	0	$-x/2$
135-150	S_3 S_6 S_7 S_{12}	$x-1$	$2-x$	-1
150-165	S_3 S_6 S_7 S_9	0.5	0.5	-1
165-180	S_3 S_6 S_9 S_{12}	$2-x$	$x-1$	-1
180-195	S_2 S_6 S_9 S_{12}	0	$x/2$	$-x/2$

Çıkış dalgasında altı basamak elde edebilmek için transformatör çevirme oranı $1.5 < x < 2$ arasında olmalıdır. Bu çıkış dalgasının Fourier serisi açılımı



$$a_n = \frac{4}{n\pi} \left[(2-x) \cos \left(\frac{n\pi}{24} \right) + (x-1.5) \cos \left(\frac{3n\pi}{24} \right) + (x-1.5) \cos \left(\frac{5n\pi}{24} \right) \right. \\ \left. + \left(1 - \frac{x}{2} \right) \cos \left(\frac{7n\pi}{24} \right) + \left(1 - \frac{x}{2} \right) \cos \left(\frac{9n\pi}{24} \right) \right] \quad n = 1, 3, 5, \dots \quad (3.1)$$

şeklindedir.



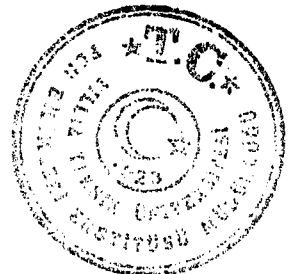
Şekil (3.3) Altı basamaklı bir evirici çıkış dalgasının transformatör çevirme oranına bağlı değişimi

Çıkış dalgasının efektif değeri için de

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{2}{\pi} \left[\frac{\pi}{12} (2-x)^2 + \frac{\pi}{48} + (x-1)^2 \frac{\pi}{12} + \frac{x^2}{4} \frac{\pi}{12} + \frac{\pi}{8} \right]} \quad (3.2)$$

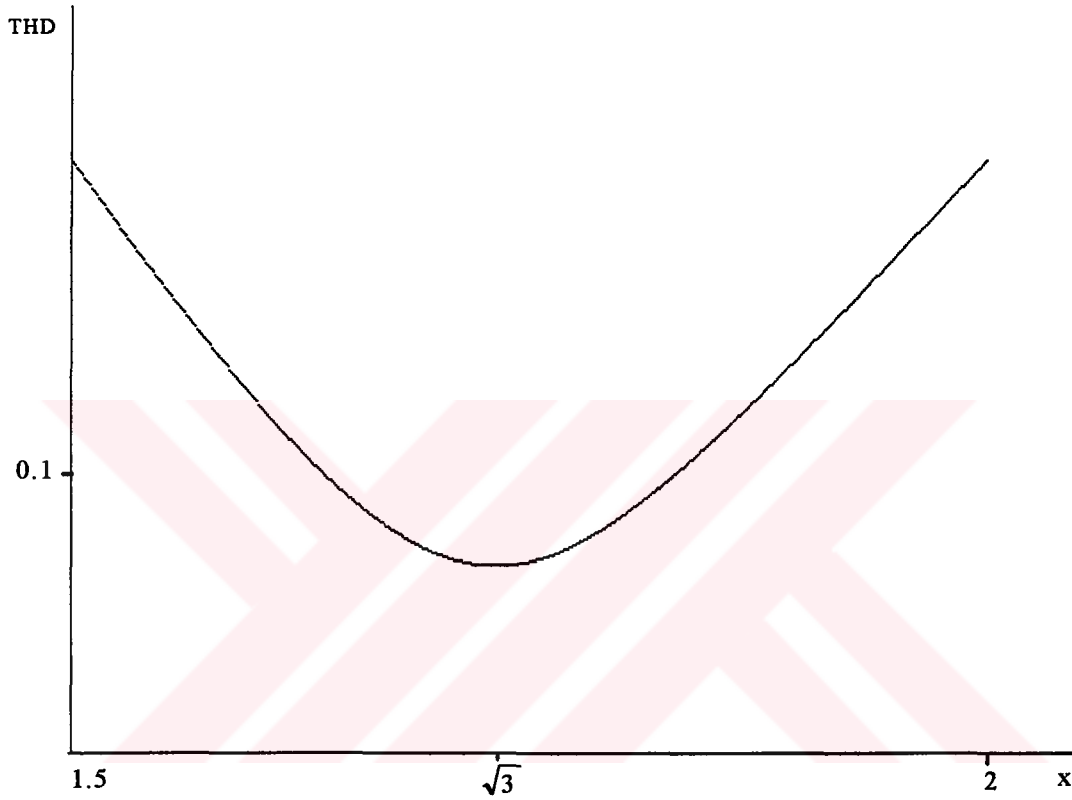
ya da basitleştirilmiş olarak

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{9x^2 - 24x + 27}{24}} \quad (3.3)$$



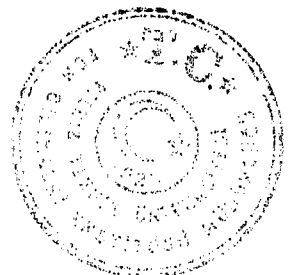
elde edilir. Efektif değeri maksimum yapan değer bu eşitlikten $\frac{4}{3}$ olarak bulunur.

Toplam harmonik distorsiyonunun transformatör çevirme oranı x 'e göre değişimi ise şekil (3.4) de verilmiştir.



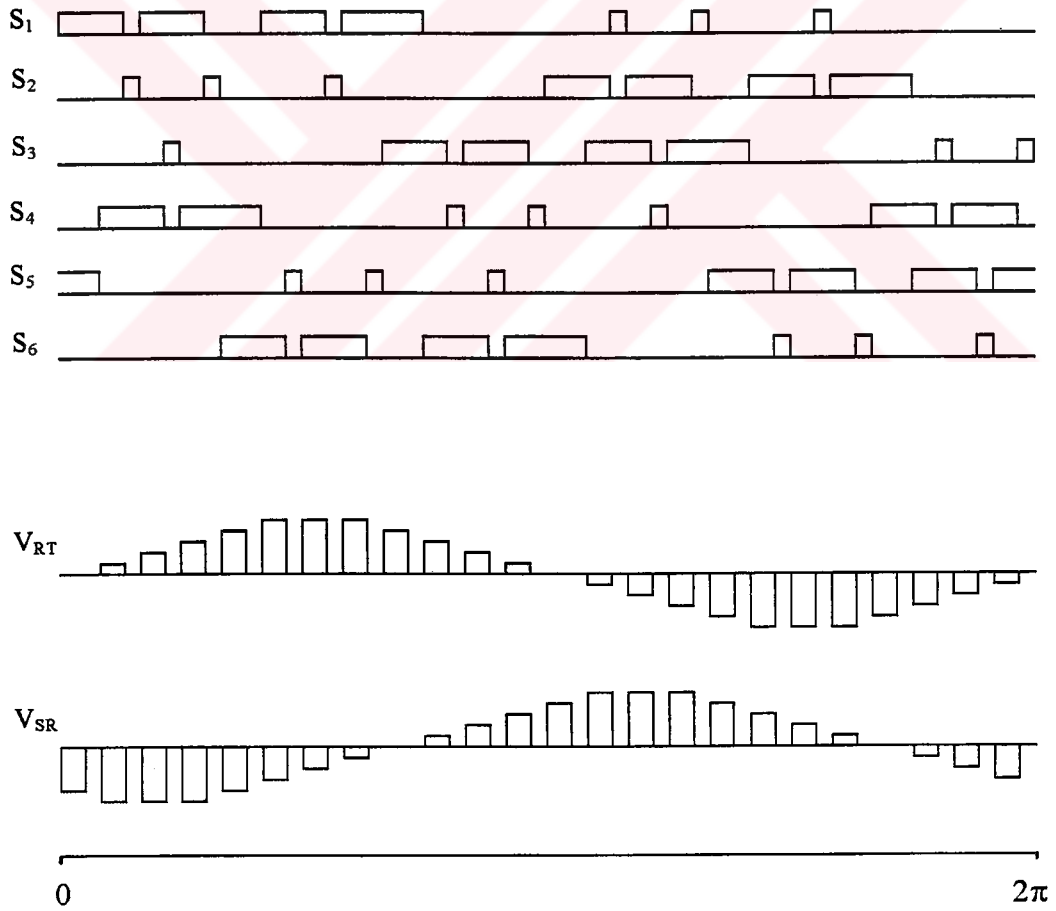
Şekil (3.4) Altı basamaklı çıkış dalgasında toplam harmonik distorsiyonunun transformatör çevirme oranı olan x ' e göre değişimi

Şekil (3.4) den de görüldüğü gibi optimum transformatör çevirme oranı $x = \sqrt{3}$ ve bu durumda sıfırdan farklı harmonikler $n = 12k \pm 1$, $k = 1, 2, 3, \dots$ dür. Transformatör çevirme oranı $\sqrt{3}:1$ alındığında toplam harmonik distorsiyonu % 7.7 olmaktadır. Eğer basamak seviyeleri eşit alınıp basamak açıları değişken yapılırsa altı basamaklı dalga şekli için elde edilen toplam harmonik distorsiyonu ise ancak % 8.2 ye kadar indirilebilmektedir (Kutman , T. , 1976).

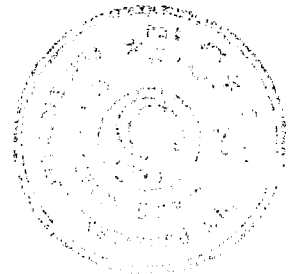


3.2 Altı basamaklı evirici çıkış dalgasına darbe genişlik modülasyonu uygulanması

Paragraf 3.1 de anlatılan altı basamaklı evirici sistemde çıkış geriliminin değişebilmesi için iki yöntem izlenebilir. Birinci yöntemde evirici gerilim seviyesi değiştirilmektedir. İkinci yöntem ise şekil (3.5) de verildiği gibi tranzistörlerin uygun şekilde sürülerek en fazla 15° ye kadar değişebilen boşlukların çıkış dalgasında yer almasına dayanmaktadır. Böyle bir sistem altı basamaklı darbe genişlik modülasyonlu sistem olarak adlandırılmaktadır.



Şekil (3.5) Altı basamaklı darbe genişlik modülasyonlu sistemde mosfet sürme darbeleri ve çıkış gerilimi değişimi



Böyle bir sistemde her basamakta bir darbe yer almaktadır.(Sriraghavan, S.M. et al.,1981) . Transformatör çevirme oranı $\sqrt{3} : 1$ için Fourier katsayıları

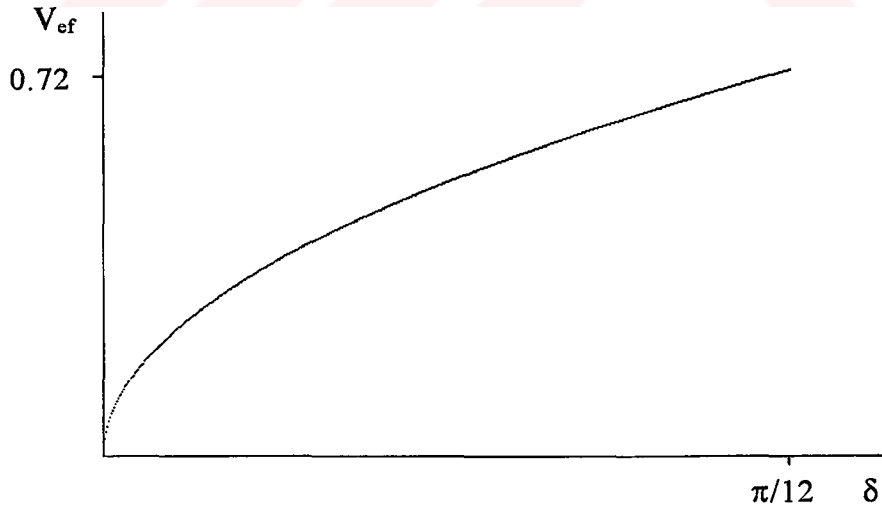
$$a_n = \frac{4}{n\pi} \left[(2 - \sqrt{3}) \left(\cos \left(\frac{n\pi}{24} \right) - \cos n \left(\frac{\pi}{24} + \delta \right) \right) + 0.5 \left(\cos \left(\frac{n\pi}{8} \right) - \cos n \left(\frac{\pi}{8} + \delta \right) \right) + \right. \\ \left. (\sqrt{3} - 1) \left(\cos \left(\frac{5n\pi}{24} \right) - \cos n \left(\frac{5\pi}{24} + \delta \right) \right) + \cos \left(\frac{9n\pi}{24} \right) - \cos n \left(\frac{9\pi}{24} + \delta \right) + \cos \left(\frac{11n\pi}{24} \right) \right. \\ \left. + \frac{\sqrt{3}}{2} \left(\cos \left(\frac{7n\pi}{24} \right) - \cos \left(\frac{7\pi}{24} + \delta \right) \right) \right] \quad (3.4)$$

şeklindedir.

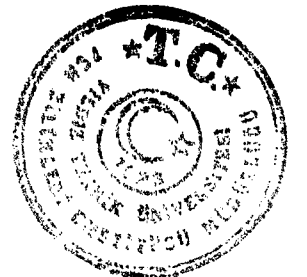
Çıkış dalgasının efektif değeri ise

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{2\delta}{\pi} (13.5 - 6\sqrt{3})} \quad (3.5)$$

olarak verilebilir. Şekil (3.6) da efektif değerin δ ile değişimi görülmektedir.



Şekil (3.6) Altı basamaklı darbe genişlik modülasyonlu evirici çıkış dalgasının efektif değerinin δ açısı ile değişimi



BÖLÜM 4

ALTI BASAMAKLI DARBE GENLİK GENİŞLİK MODÜLASYONLU EVİRİCİ SİSTEMİN PSPICE İLE ANALİZİ

4.1 PSPICE programının gelişimi ve özellikleri

Bilindiği gibi PSPICE programı orijinali SPICE2 devre simülasyon programına dayalı Spice ailesinin bir üyesidir (Rashid, H. M. , 1990). Bu programın gelişimi otuz seneyi aşan bir süreyi kapsamaktadır. İlk olarak 1960 lı yılların ortalarında IBM tarafından ECAP geliştirilmiştir (Allen, P. , 1987). Sonraları ECAP 1960 lı yılların sonlarında, California Berkeley Üniversitesinde geliştirilen CANCER adındaki programın ortaya çıkışında büyük rol oynamıştır. CANCER programı temel alınarak 1970 li yılların başında yine UC Berkeley’de SPICE geliştirilmiştir. Yine birkaç sene sonra SPICE’in daha gelişmiş bir versiyonu olan SPICE2 UC Berkeley’de geliştirilerek kullanıcıların hizmetine sunulmuştur. SPICE2 algoritmalarının güçlü ve genel olma özelliği nedeniyle devre simülasyonunda endüstride geniş kullanımlı standard bir program olmuştur. SPICE2’nin değiştirilmiş bir başka şekli olan SPICE3 ise özellikle bilgisayar destekli tasarım için UC Berkeley’de geliştirilerek kullanıma sunulmuştur.

Bir endüstri standardı olarak SPICE2 kısaca SPICE olarak adlandırılmaktadır. SPICE’in giriş sentaksı serbest formattadır ve verilerin sabit kolon alanlarında giriş mecburiyetine gerek duyulmamaktadır. SPICE ayrıca aksi belirtilmedikçe devre parametreleri için uygun ve mantıklı ilk değerler kabul etmektedir. Bunlara ek olarak devrenin doğru girilip girilmediğinin belirlenmesi için bir dizi hata testleri yapılmaktadır.

PSPICE da SPICE2 gibi aynı algoritmaları kullanarak geniş kullanım alanlı simülasyon tekniklerini içeren bir programdır. İncelenecek devre, devre dosyasında (circuit file) saklanan komutlarla tanımlanır. Bu dosya daha

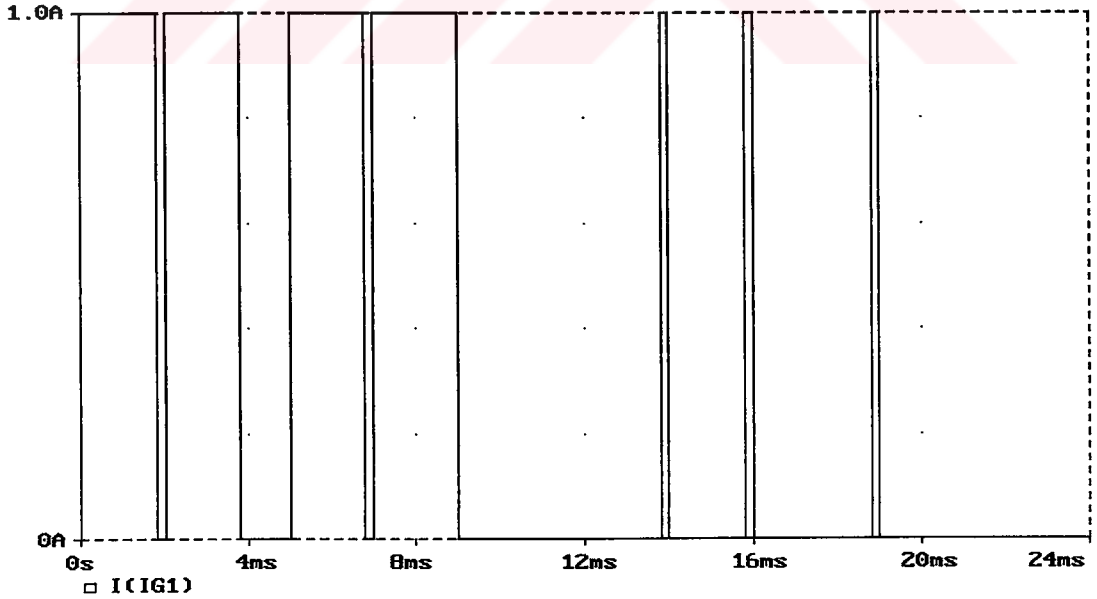


sonra simülatör tarafından okunur. Her komut kendi başına anlamlıdır ve ötekilerinden bağımsız olarak yürütülmektedir. PSPICE komutları öğrenilmesi ve kullanılması oldukça kolay komutlardır.

4.2 Altı basamaklı, her basamakta tek darbe bulunan darbe genlik genişlik modülasyonlu eviricinin PSPICE ile analizi

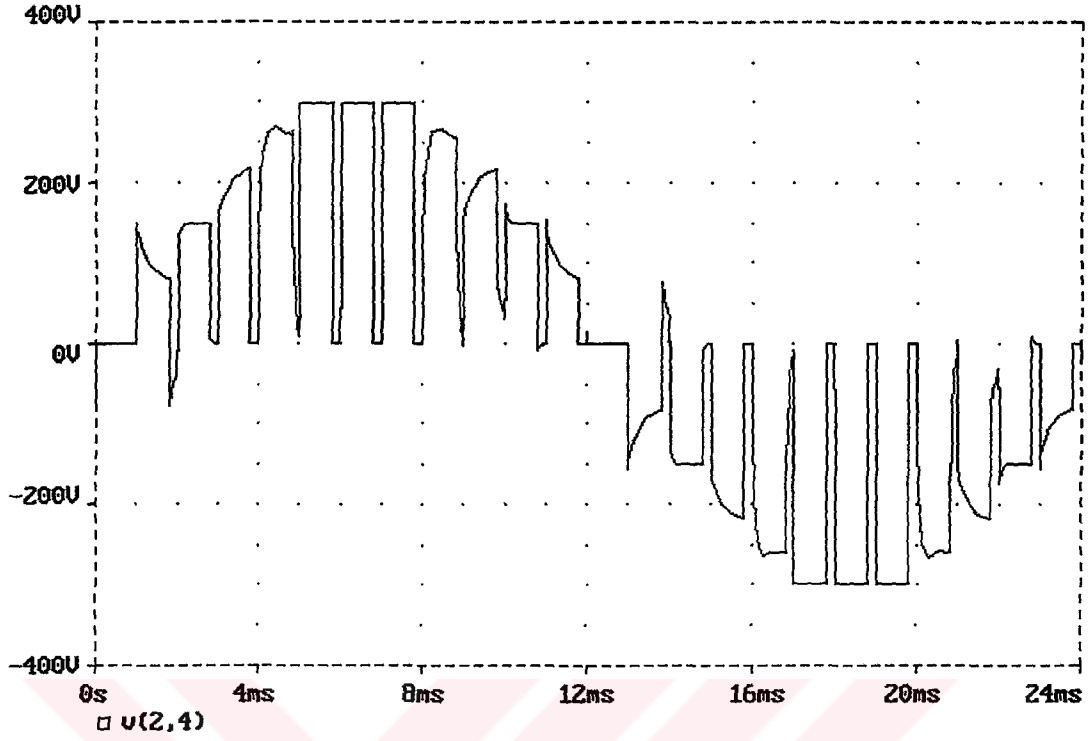
Burada daha önce üçüncü bölümde, şekil (3.1) olarak verilen altı basamaklı evirici sistemine şekil (3.5) de belirtilen sürücü darbeleri uygulanmış , S_1 mosfetini süren darbeler ve çıkış gerilimlerine ilişkin zaman domeninde grafikler elde edilmiştir. Ele alınan örnekte mosfet darbelerinin zaman domenindeki verilerin karmaşıklığının azaltılması için bir period 24 ms. olarak düşünülmüştür. Buna göre incelenen devrede δ açısı $200\mu s.$, yani üç dereceye karşı gelmektedir.

Bu devreye ilişkin PSPICE programı EK 1 de verilmiştir.

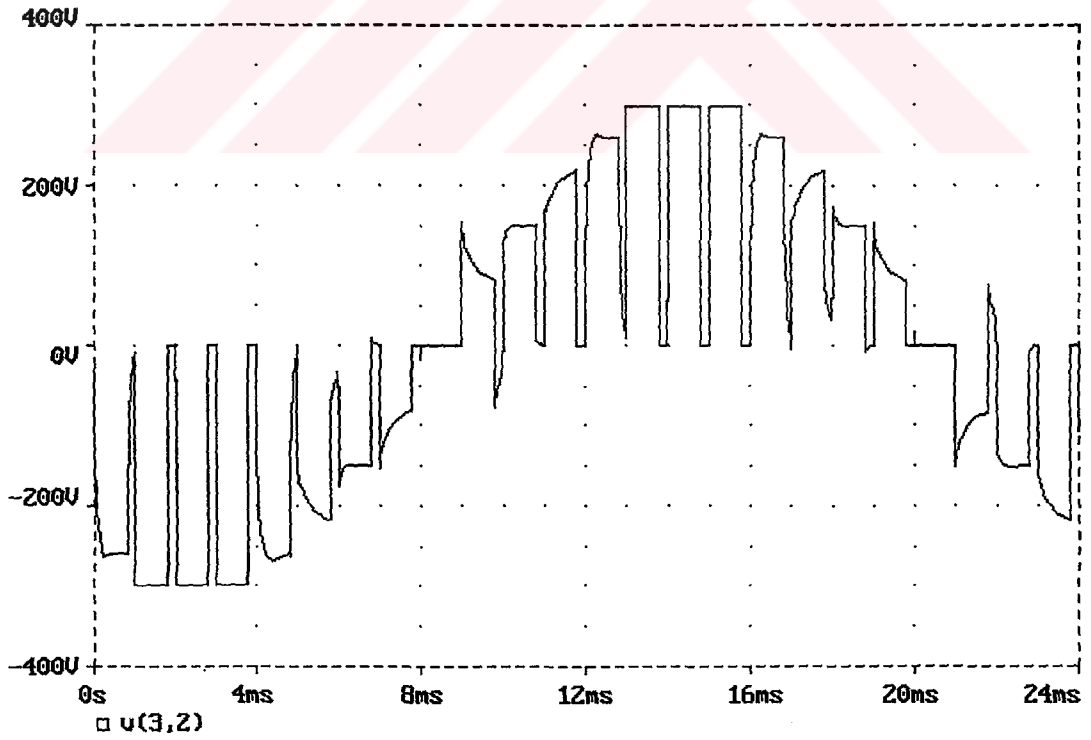


Şekil (4.1) S_1 mosfet sürücü darbesi

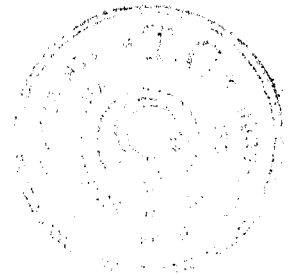


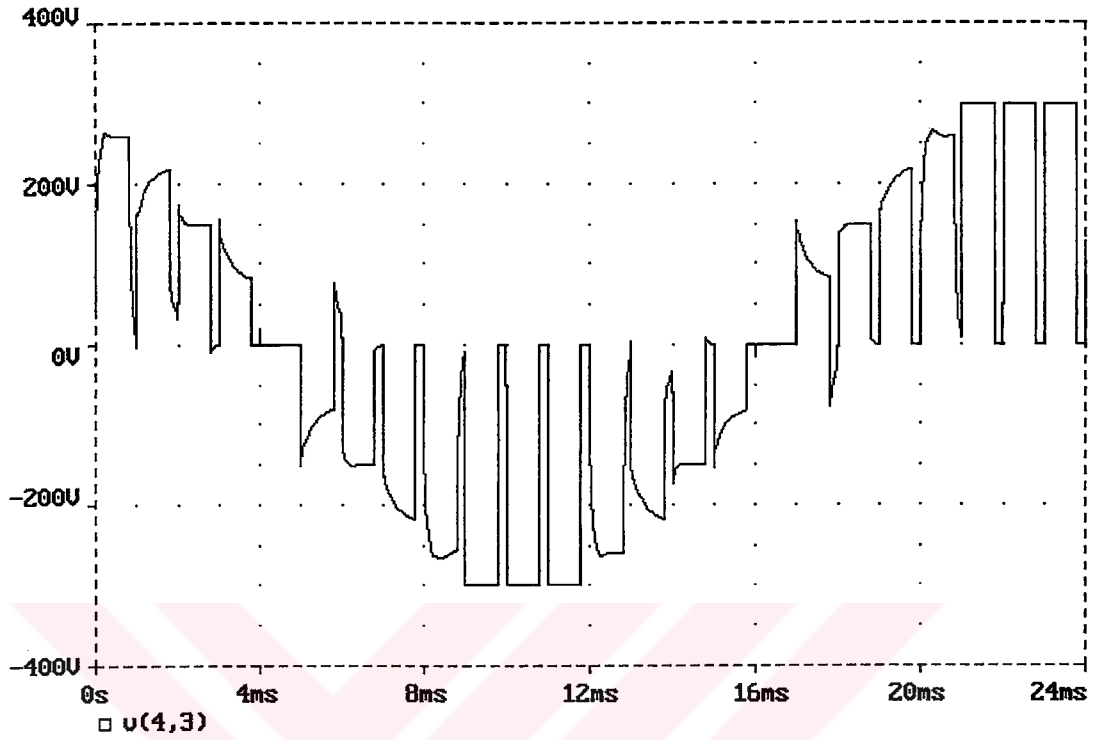


Şekil (4.2) V_{RT} geriliminin zamanla değişimi



Şekil (4.3) V_{SR} geriliminin zamanla değişimi





Şekil (4.4) V_{TS} geriliminin zamanla değişimi

4.3. Altı basamaklı, her basamakta üç darbe bulunan darbe genlik genişlik modülasyonlu eviricinin PSPIICE ile analizi

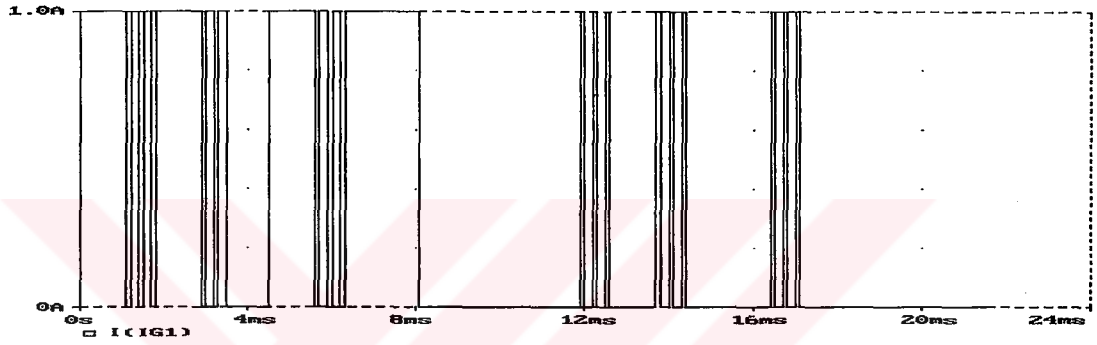
Bu bölümde şekil (3.1) de belirtilen devredeki mosfetlere bu sefer her basamakta üç darbeden oluşan işaret uygulanmış ve S_1 mosfeti sürücü darbeleri ile çıkış gerilimlerinin zaman domeni grafikleri elde edilmiştir. Bu şekilde elde edilen çıkış dalgasının tek darbeliye göre toplam harmonik distorsiyonu ve harmonik spektrumu açısından daha elverişli olduğu görülmektedir.

Şekil (4.9) ve şekil (4.10) da çıkış gerilimi olarak aynı efektif değerin elde edildiği bir ve üç darbeli şekiller toplam harmonik distorsiyonu ve harmonik spektrumu açısından karşılaştırıldığında üç darbeli sistemin üstünlüğü açıkça ortaya konmuş olmaktadır.

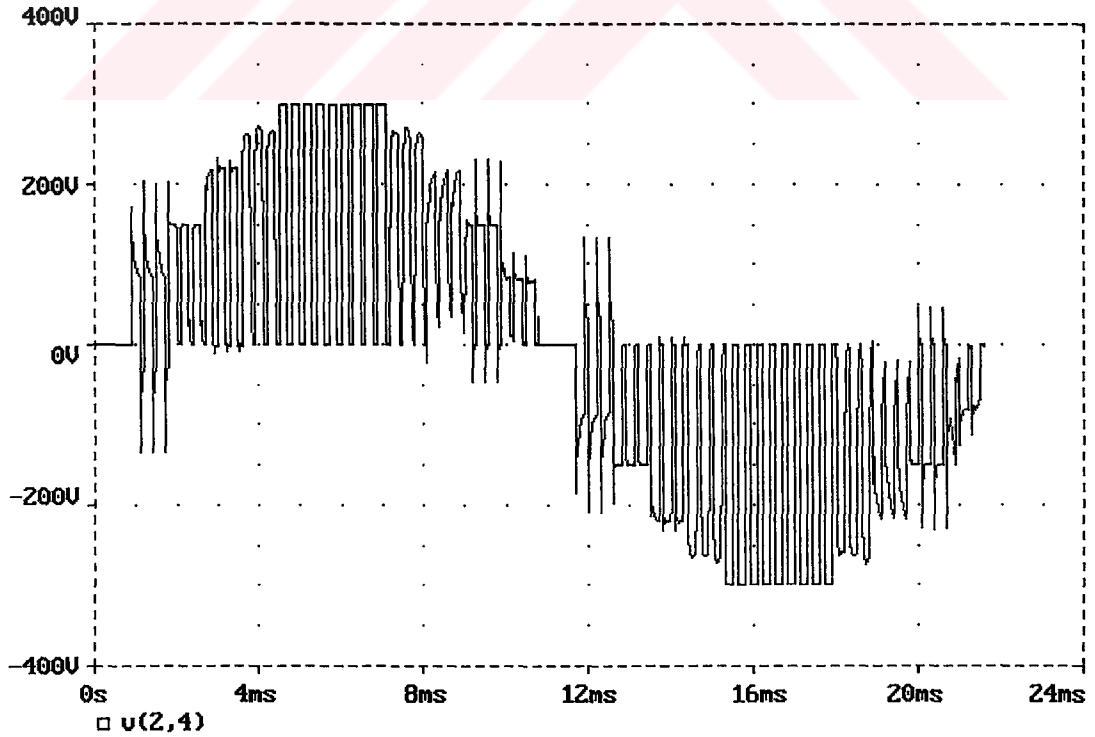
Bu devreye ilişkin PSPIICE programı EK 2 de verilmiştir.



Şekil (4.11) de ise darbe açısının oluşturulmadığı , yani sadece darbe genlik modülasyonunun uygulandığı halde elde edilen harmonik spektrumu sonuçları verilmiştir. Aynı şekilden görülebileceği gibi burada harmonikler ve toplam harmonik distorsiyonu açısından daha da elverişli bir durum elde edilmiştir. Buradan çıkarılacak sonuç, çıkış gerilimi genlik kontrolü için doğru gerilim bara genliğinin değiştirilmesinin harmonikler açısından daha elverişli olduğudur.

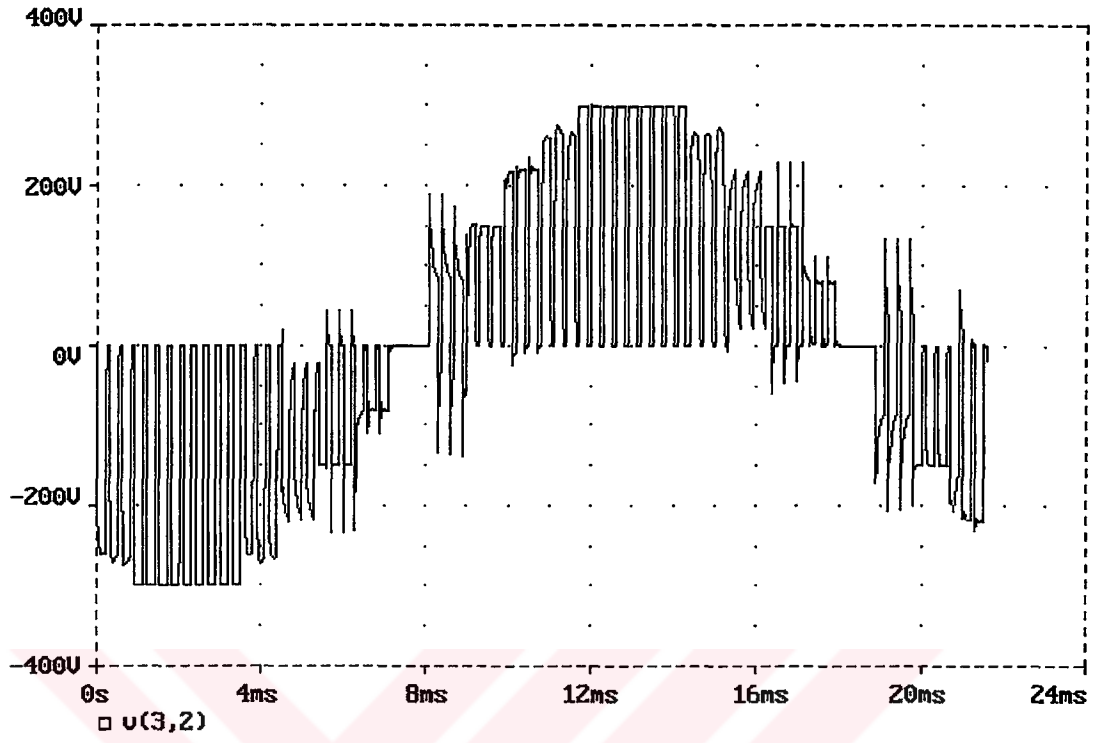


Şekil (4.5) S_1 mosfet sürücü darbesi

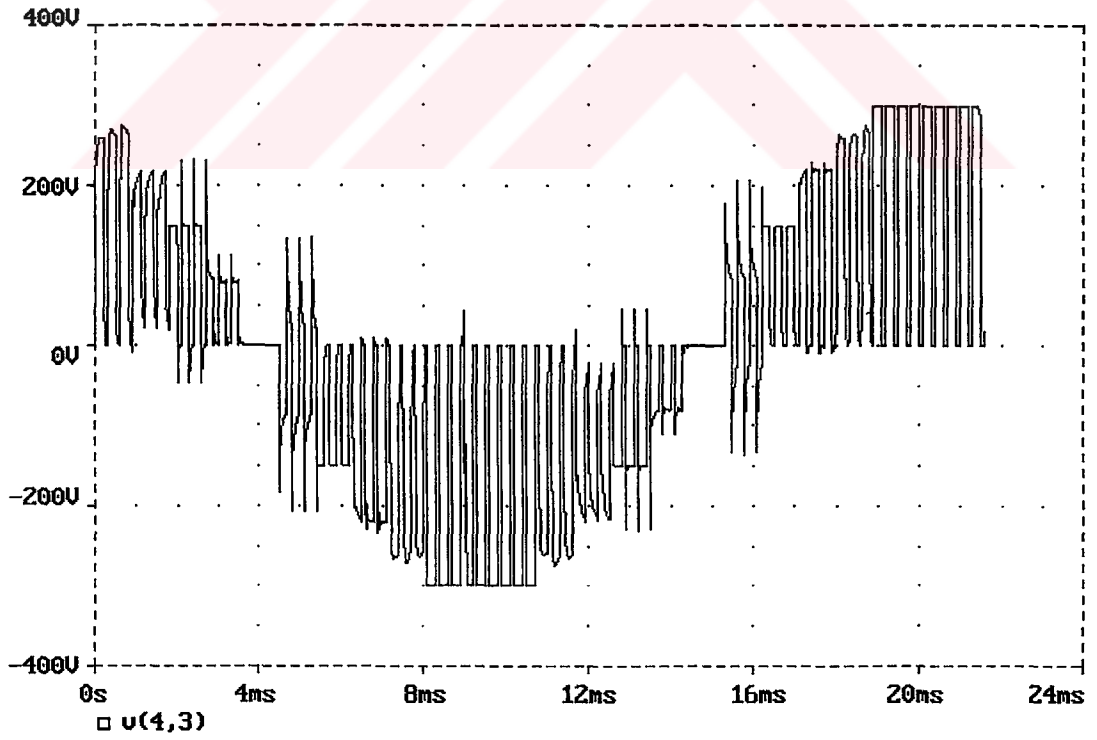


Şekil (4.6) V_{RT} geriliminin zamanla değişimi



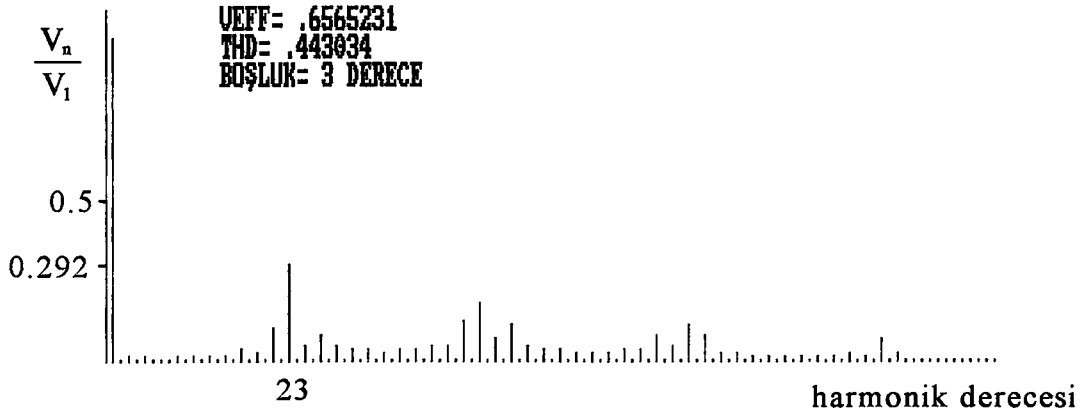


Şekil (4.7) V_{SR} geriliminin zamanla değişimi

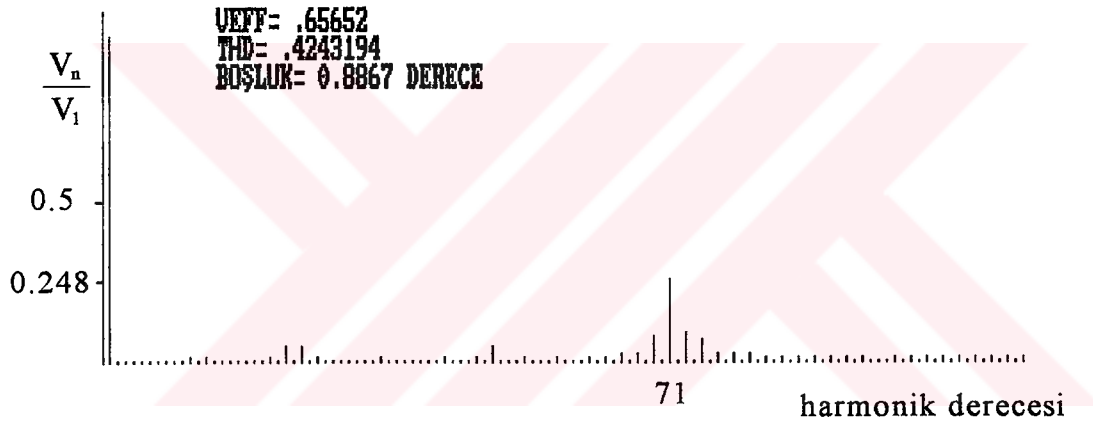


Şekil (4.8) V_{TS} geriliminin zamanla değişimi

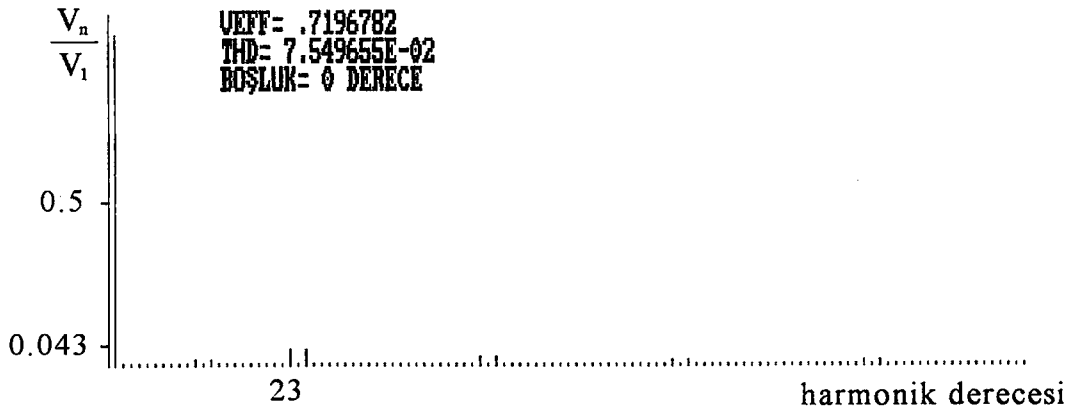




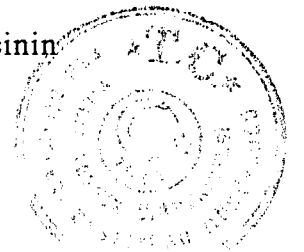
Şekil (4.9) Bir darbeli eviricinin harmonik spektrumu



Şekil (4.10) Üç darbeli eviricinin harmonik spektrumu



Şekil (4.11) Darbe açısının oluşturulmadığı durumda eviricinin harmonik spektrumu



BÖLÜM 5

ÜÇ FAZLI KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAĞI İÇİN DÜŞÜK DİSTORSİYONLU YENİ TİP EVİRİCİNİN GERÇEKLENMESİ

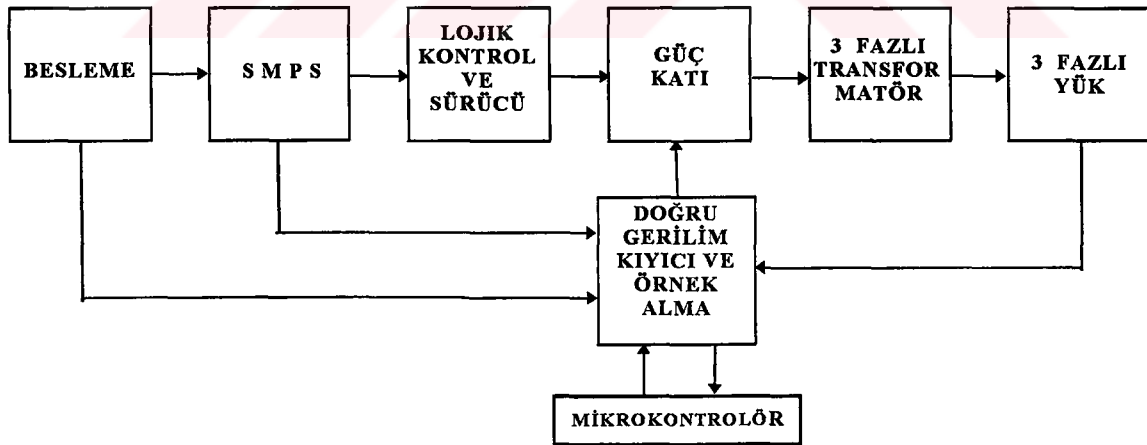
5.1. Cihazın Genel Yapısı

Üç fazlı kesintisiz güç kaynağı için gerçekleştirilen düşük distorsiyonlu yeni tip evirici altı ana üniteden oluşmaktadır. Bunlar:

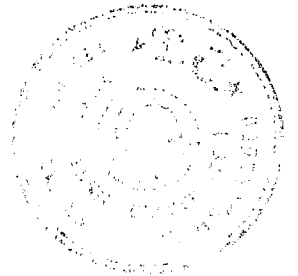
1. Besleme grubu
2. Anahtarlama modu güç kaynağı (SMPS)
3. Doğru gerilim kıyıcısı ve çıkış gerilimi örnek alıcı devre
4. Lojik , kontrol ve sürücü katı
5. Analog / dijital çevirici ve mikrokontrolör
6. Güç katı ve transformatörler

şeklinde sıralanabilmektedir.

Şekil (5.1) de sistemin blok yapısı verilmiştir.



Şekil (5.1) Sistemin blok yapısı



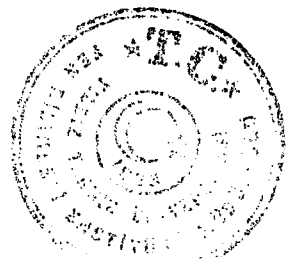
Frekansı 50 Hz olan eviricinin giriş besleme nominal gerilimi 24V doğru gerilim olup çıkış gerilimi de üç faz, 220/380 V olarak ayarlanmıştır. Fakat frekans, osilatör devresindeki osilasyon frekansını ayarlayan R ve C parametreleri değiştirilerek kolayca istenilen başka bir frekansa ayarlanabilir. Örneğin bazı ülkelerde şebeke frekansı 60 Hz dir, ya da uçaklarda frekansın 400 Hz olması istenir. Bu gibi ya da gerektiğinde istenen bazı özel frekanslar sorunsuzca bazı ufak müdahalelerle elde edilebilmektedir.

Eviricinin çıkış gerilimi de üç faz, 220 / 380 V olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu gerilim değeri başka bir değere değiştirilmek istenirse yapılacak işlem, frekans değişiminde olduğu gibi çok basittir. Kullanılan mikrokontrolörde, kontrol algoritmasında tek bir satırı değiştirmek ve yeni faz gerilim değerini girmek yeterlidir. Örnek alıcı devrede gerilim bölücü tasarlanırken gerilim bölme oranları uygun seçilerek istenen yeni faz gerilimi kolaylık açısından değeri onluk tabanda girilmektedir.

Eviricinin diğer bir özelliği de giriş gerilim değişiminden oldukça duyarsız olmasıdır. Yapılan denemelerde giriş nominal gerilimindeki $\pm\%30$ salınımlarda bile çıkış gerilimi istenilen gerilimde sabit kalabilmektedir.

Eviricinin çıkış dalgası “SONUÇLAR VE ÖNERİLER” bölümündeki şekillerden de görülebileceği gibi sinüs işaretine oldukça yakındır. Filtresiz durumda toplam harmonik distorsiyonu $\%7.7$ olmaktadır. Eğer çıkışa filtre olarak bir kondansatör grubu bağlanırsa aynı bölümdeki şekillerden görüleceği gibi toplam harmonik distorsiyonu oldukça azalarak çıkış gerilim sinüse oldukça yaklaşmaktadır.

Gerçekleştirilen eviricide, çıkış gerilimi doğrultulup gerilim uygun oranda bölünerek bu gerilim seviyesi belirlenen örnekleme periyodu ile analog/dijital çeviriciye aktarılmaktadır. Burada, endüstride de oldukça yaygın olarak kullanılan 80C32 tabanlı mikrokontrolör için yazılan programda belirli anlarda, analog / dijital çeviricinin çıkış gerilim bilgisi referans gerilim değeri ile karşılaştırılarak bir sonraki an için gerilim kıyıcısını süren kontrol işareti oran integral (PI) kontrol algoritması yardımıyla belirlenmektedir. Simgesel



dilde yazılan program ve derleme sonucu oluşan onaltılı dosya “ EK 3 “ de verilmiştir.

Gerçekleştirilen eviricinin çıkış gücünü sınırlayan etkenler, çıkışta kullanılan üç adet tek fazlı, üçer adet ayrı sargıdan oluşmuş transformatörlerin nominal gücü ve güç mosfetlerinin kanal akımlarıdır. Gerçekleştirilen sistemde bu güç 300 VA olabilmektedir. Eğer eviriciden daha büyük güçler istenirse sadece çıkıştaki transformatörler ve mosfetlerin değiştirilmesi yeterli olacaktır.

5.2. Besleme grubu

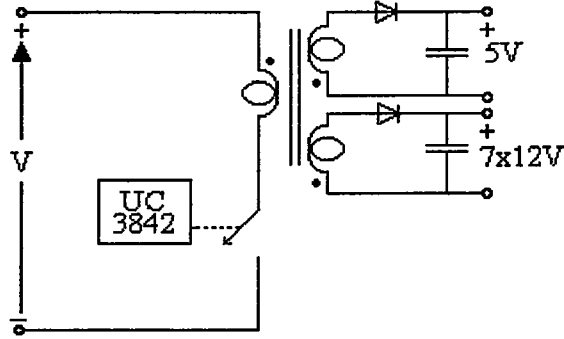
Kesintisiz güç kaynağı olarak tasarlanan eviricinin beslemesi, nominal gerilimi 24V olup iki adet 12V luk akümlatörün seri bağlanmasından oluşacak şekilde tasarlanmıştır. Evirici çıkış gerilimi, nominal akümlatör geriliminin $\pm\%30$ oranındaki değişimlerinde bile sabit kalabilmektedir. Giriş geriliminin bu kadar geniş aralıkta değişimine izin verebilmesi cihazın üstünlüklerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır

5.3. Anahtarlama modu güç kaynağı

Geliştirilen sistemde kullanılan mikrokontrolör, lojik, kontrol ve mosfet sürücü devresi ile doğru gerilim kıyıcı sürücü entegresi +5V luk bir kaynakla beslenmektedir ve bu devrelerin toprak ucu ortaktır. Fakat devrenin yapısı gereği güç katındaki 12 adet anahtarlama elemanı olan mosfetlerden altısının beslemesi, yani kanal-kaynak gerilimi birbirlerinden tamamen yalıtılmış, diğer altısının da kendi aralarında birer uçları ortak olarak diğer altılı gruptan galvanik olarak ayrı olması sebebiyle sistemde anahtarlama modu güç kaynağı kullanılması zorunlu olmuştur. Ayrıca tüm sistemin 24V nominal gerilimli akümlatör grubundan beslenecek şekilde gerçekleştirildiği de göz ardı edilmemelidir.



Şekil (5.2) de anahtarlama modu güç kaynağı blok olarak verilmiştir.



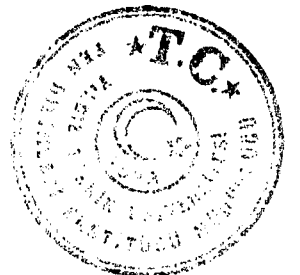
Şekil (5.2) Anahtarlama modu güç kaynağı blok yapısı

Burada kullanılan UC 3842 entegresi çıkış gerilim regülasyonunu sağlamak üzere anahtarlama süresini belirlemektedir. Anahtarlama frekansı da 30 kHz olarak seçilmiştir.

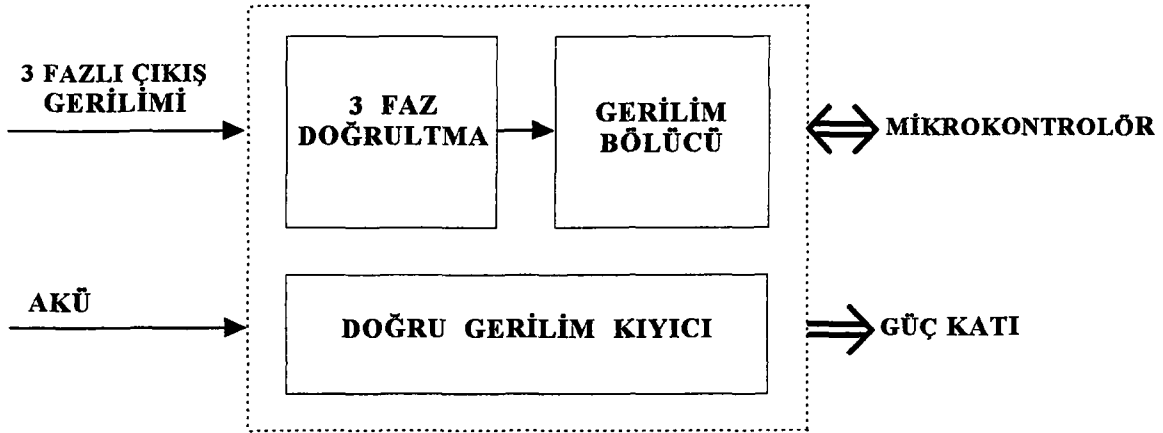
5.4. Doğru gerilim kıyıcısı ve çıkış gerilimi örnek alıcı devre

Darbe genlik-genişlik modülasyonlu sistemlerde çıkış gerilim regülasyonu için bu güne kadar kullanılan yöntem darbe boşluk sürelerinin ayarlanmasıydı (Sriraghavan, S.M. et al., 1981). Bu yöntemde, boşluk sürelerinin artmasıyla çıkış dalgası harmonikleri şekil (4.9), (4.10) ve (4.11) den de görülebileceği gibi artmakta ve toplam harmonik distorsiyonu büyümektedir.

Anılan bu sakıncayı gidermek için gerçekleştirilen devrede bu güne kadar uygulanan yöntem terkedilmiş, yerine gerilim regülasyonu için mikroişlemci kontrollü doğru gerilim kıyıcısı kullanılarak çıkış geriliminin izin verilen her yük ve giriş gerilimi için sabit ve toplam harmonik distorsiyonun en az olacak şekilde kalması sağlanmıştır.

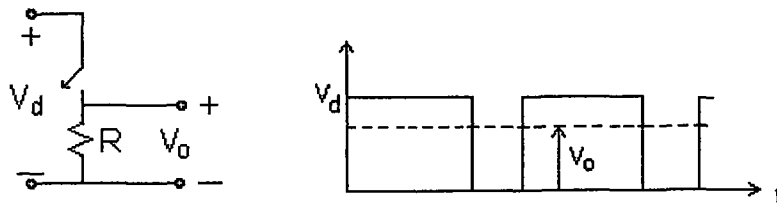


Şekil (5.3) de doğru gerilim kıyıcısı ve çıkış gerilimi örnek alıcı devre blok yapıda gösterilmiştir.



Şekil (5.3) Doğru gerilim kıyıcısı ve çıkış gerilimi örnek alıcı devre blok yapısı

Bilindiği gibi güç akışı bir yönde olan doğru gerilim kıyıcıları, düşürücü (step-down, buck), yükseltici (step-up, boost), düşürücü-yükseltici (buck-boost) ve Cúk adı altında toplanabilir.(Mohan,N.,et al.,1995) Tam köprü çeviricilerde (full bridge converter) ise güç akışı iki yönde olabilmektedir. Şekil (5.4) de doğru gerilim kıyıcısının genel yapısı ve çıkış dalga şekli verilmiştir.

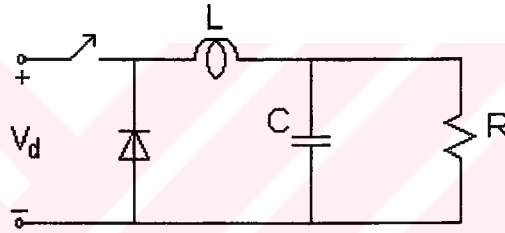


Şekil (5.4) Doğru gerilim kıyıcısı genel yapısı ve çıkış dalga şekli



Şekil (5.4) de görülebileceği gibi doğru gerilim kaynağına bağlı bir anahtar periodik olarak belirli anlarda açılıp kapanmakta ve çıkışta V_o ortalama gerilimi üretilmektedir. Anahtarın açma kapama süreleri değiştirilerek ortalama gerilim istenilen değere getirilebilmektedir.

Geliştirilen sistemde, çıkış transformatörlerinin çevirme oranı hesaplanırken giriş gerilimi nominal 24 V olarak düşünülmüş ve bu sebeple düşürücü tip doğru gerilim kısıcısı (step-down) kullanılmıştır. Şekil (5.5) de düşürücü tip gerilim kısıcısının prensip şeması verilmiştir.



Şekil (5.5) Düşürücü tip doğru gerilim kısıcısı prensip şeması

Gerçekleştirilen sistemin bu katında ,üç fazlı çıkış gerilimi doğrultulup uygun oranda bölünerek gerilim örneği alınmakta ve bu gerilim seviyesi analog / dijital çevirici yardımıyla dijital bilgiye çevrilip referans gerilim seviyesi ile karşılaştırılmak üzere mikrokontrolöre gönderilmektedir. Mikrokontrolör için yazılan programda bu gerilim seviyesi oran-integral (PI) kontrol algoritması uygulanarak doğru gerilim çıkışında anahtarlama elemanı olarak kullanılan mosfeti süren gerilimin darbe-boşluk oranını ayarlamakta (tek darbeleri tek yan modülasyonlu PWM), böylece güç katındaki mosfetlerin doğru gerilim seviyesi olması gereken gerilim seviyesine getirilmektedir.



5.5. Lojik, kontrol ve sürücü katı

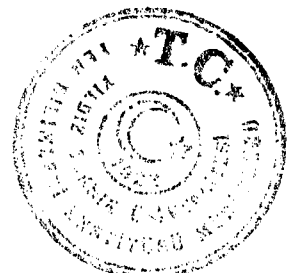
Bu blokta gerilim kontrollü osilatör yardımıyla çıkış gerilim frekansının 50 Hz olabilmesi için 1200 Hz frekansında saat darbeleri üretilmektedir. Bunun sebebi de Bölüm (3.1) de belirtildiği gibi bir mosfet sürücü darbesi için bir periyotta 24 farklı durum olmasıdır. Eğer çıkış geriliminin frekansı farklı bir değere ayarlanmak istenirse yapılacak işlem gerilim kontrollü osilatör entegresinin bağlı olduğu ayarlı direncin değerini değiştirmektir.

Şekil (5.6) da lojik kontrol ve sürücü katının blok yapısı görülmektedir.



Şekil (5.6) Lojik kontrol ve sürücü katı blok yapısı

1200 Hz frekanslı osilatör çıkışı bir sayıcı entegrenin girişine uygulanmakta ve tasarlanan bir lojik devre devre ile 24 farklı durum periodik olarak oluşturulmaktadır. Bu lojik devre çıkışı iki adet epromun adres girişine bağlıdır. İki adet eprom kullanma zorunluluğu sistemin on iki kanallı oluşundandır. Epromlar tablo (5.1) de görüldüğü gibi programlanmış ve çıkışları birer tamponla optokuplörler üzerinden lojik devreden ayrılarak ve kuvvetlendirilerek anahtarlama elemanı olarak kullanılan mosfetleri sürmektedir.

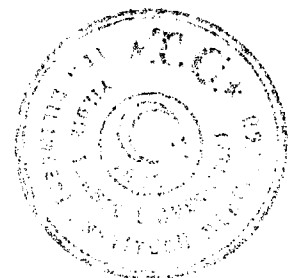


Tablo (5.1) Eprom Verileri

KANALLAR												
DURUMLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
2	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
3	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
4	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
5	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
6	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
7	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
8	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
9	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
10	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
11	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
12	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
13	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0
14	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
15	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0
16	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
17	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
18	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
19	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0
20	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
21	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
22	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
23	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
24	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1

5.6. Analog / dijital çevirici ve mikrokontrolör

Üç fazlı evirici çıkış geriliminin besleme gerilimi ve çıkıştaki yük değişimlerinden etkilenmeyip sabit tutulabilmesi için kapalı çevrim kontrol sistemi oluşturulmuştur. Burada amaç çıkış geriliminden örnek alıp bu gerilim değerinin referans gerilim değeri ile karşılaştırılıp çıkış gerilim genliğinin sabit tutulmasıdır. Bu amaca yönelik olarak kontrol sisteminde 80C32 tabanlı mikrokontrolörden yararlanılmış, hızlilik getirmesi sebebiyle simgesel dilde yazılan programla hedefe ulaşılmıştır.



5.6.1. Kontrolörler

Oran (P) , türev (D) , integral (I) kontrolörler ve bunların çeşitli kombinezonları kontrol sistemlerinin geçici ve sürekli rejim davranışlarını, kararlılıklarını ve kararlı hal hatalarını iyileştirmek için kullanılır.

Kontrolörlerin zaman domenini giriş - çıkış bağıntıları şu şekilde verilebilir

$$P: u(t) = K_p e(t) \quad (5.1)$$

$$I: u(t) = K_i \int e(t) dt \quad (5.2)$$

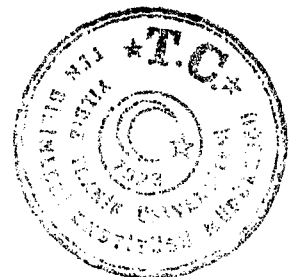
$$D: u(t) = K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (5.3)$$

Bu bağıntılarda K_p , K_i , ve K_d ilgili kontrolörlere ilişkin kazanç değerleridir.

Bu kontrolörler kapalı çevrimli bir kontrol sisteminde kullanıldıklarında sistem davranışı üzerinde şu gibi etkileri gösterirler :

P: Orantı katsayısı K_p büyütülürse sistemin yükselme zamanı küçülür , sistem daha hızlanırsa da sistemin aşım değeri de büyür. Bu kontrolör, dinamik kompanzasyonun gerekmediği , kazancın değiştirilmesiyle sistemin geçici ve kararlı hal davranışının iyileştirilebildiği durumlarda kullanılır (Phillips C. L., et al. ,1991) .Bu elemanın kötü yanı , büyük kazançlarda sistem kararlılığını bozabilmesidir.

I: İntegral elemanı, girişine uygulanan hata işaretinin integralini kontrol edilen sisteme ilettiği için , ancak girişindeki değer sifıra eşit olunca çıkışı sabit olur. Bu da kararlı hal hatalarının mutlaka sıfırlandığı anlamına gelir.



Bu elemanın da kötü yanları , sistem derecesinin bir artması ve integral sabitine bağlı olarak sistemi kararsızlığa götürebilmesidir. İntegral kontrolör de pratikte orantı kontrolör ile birlikte kullanılır.

D: Türev elemanın çıkışı olan $u(t)$, $e(t)$ hata işaretinin türevi , yani değişim hızıdır. Hata işaretindeki değişim miktarı ile orantılı bir işaret kontrol edilen sistemin girişine uygulandığından sistem çıkışındaki aşım değeri sınırlanabildiği gibi sistem kararlılığı da sağlanabilir.

Bu elemanın kötü yanı , ancak zamana göre değişen hata işaretleri üzerinde etkili olmasıdır. Kararlı hal hatası gibi sabit hatalara karşı kontrolör çıkışı sıfır olacağından bu tür hatalar üzerinde işlem yapma olanağı yoktur ve sistemde kararlı hal hatası bulunabilir. Pratikte türev elemanı yalnız başına değil , orantı elemanı ile kullanılır.

Paralel yapıdaki PID kontrolörünün, zaman tanım bölgesi içinde aşağıdaki bağıntıyı gerçeklediği varsayılır:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{d}{dt} e(t) \quad (5.4)$$

PID kontrolörün z domeninde transfer fonksiyonu olarak da

$$\frac{U(z)}{E(z)} = K_p + K_i \frac{T(z+1)}{2(z-1)} + K_d \frac{(z-1)}{Tz} \quad (5.5)$$

bağıntısı elde edilir. Buradan doğrudan programlama yöntemi ile

$$TU(z) - 2Tz^{-1} U(z) = ((2K_d + 2K_p T + K_i T^2) + (K_i T^2 - 2K_p T - 4K_d) z^{-1} + 2K_d z^{-2}) E(z) \quad (5.6)$$

eşitliği elde edilir.



$$E(z) = e_1 \quad : \text{ T. örneklemeye ilişkin hata işareti} \quad (5.7)$$

$$E(z) z^{-1} = e_2 \quad : (T-1). ,yani bir önceki örneklemeye ilişkin hata işareti \quad (5.8)$$

$$E(z) z^{-2} = e_3 \quad : (T-2). ,yani iki önceki örneklemeye ilişkin hata işareti \quad (5.9)$$

$$U(z) = uk_1 \quad : \text{ T. örneklemeye ilişkin kontrol işareti} \quad (5.10)$$

$$U(z) z^{-1} = uk_2 \quad : (T-1). örneklemeye ilişkin kontrol işareti \quad (5.11)$$

tanımları yapılabilir. Burada

$$P_1 = \frac{2K_d + 2K_p T + K_i T^2}{2T} \quad (5.12)$$

$$P_2 = \frac{K_i T^2 - 2K_p T - 4K_d}{2T} \quad (5.13)$$

$$P_3 = \frac{K_d}{T} \quad (5.14)$$

katsayıları tanımlanabilir.

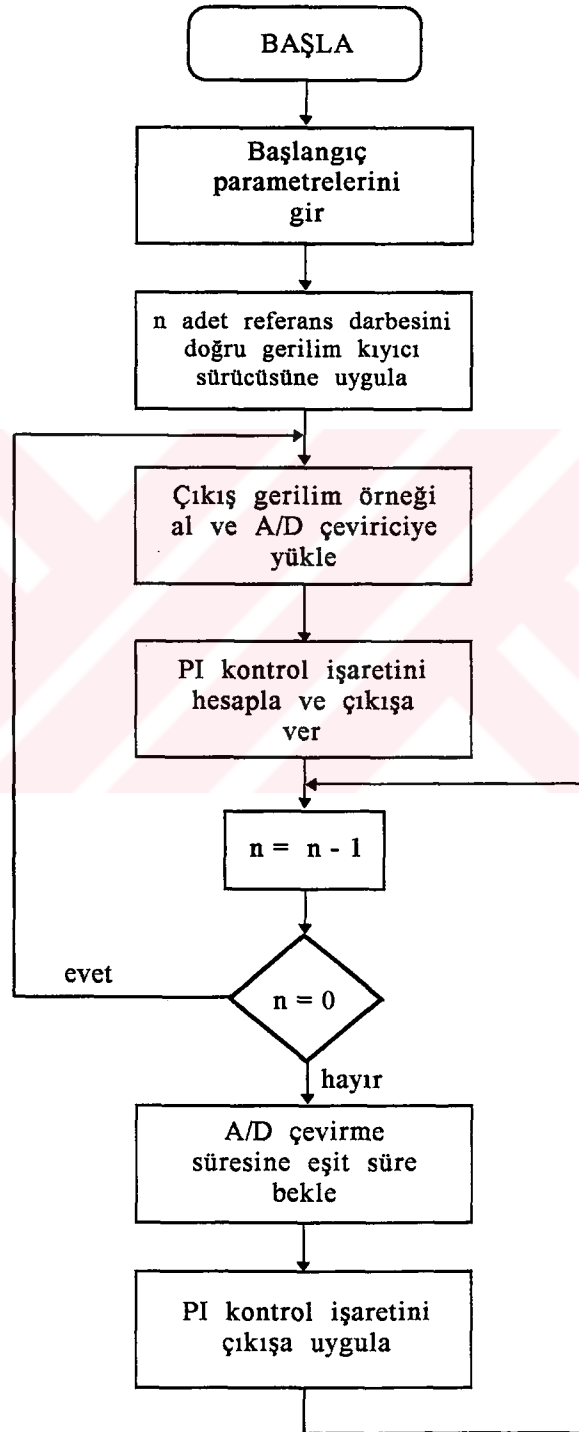
Tezde, evirici çıkış geriliminin kararlı hal hatasıyla ilgilenildiğinden oran-integral kontrolör algoritması uygulanmıştır. Sonuçta her T örnekleme anı için oran-integral algoritmasının oluşturduğu kontrol işareti için

$$uk_1 = P_1 e_1 + P_2 e_2 + uk_2 \quad (5.15)$$

bağıntısı elde edilir.



Bu kontrol algoritması şekil (5.7) de görülmektedir. Ayrıca mikrokontrolör için simgesel dilde yazılan program ve bu programın derlenmesinden oluşan onaltılı dosya “ EK 3 ” de verilmiştir.



Şekil (5.7) Sistemin Kontrol Algoritması



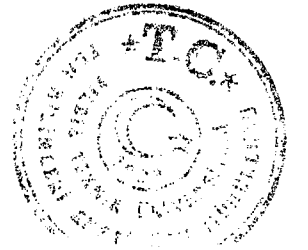
5.6.2. Kullanılan mikrokontrolör ailesinin tanıtımı

Genel olarak 8051 ailesi olarak tanınan tüm mikrokontrolörler Intel firmasının sekiz bitlik merkezi işlem birimi (CPU) , bellek , kesme kontrolü, zamanlayıcı , seri ve dijital giriş/çıkışı bünyesinde barındıran ve çok geniş uygulama sahası bulan mikrokontrolörler olarak karşımıza çıkmaktadır.

8051 ailesine ilişkin mikrokontrolörler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

80C152JA/JB/JC/JD, 83C152JA/JC, 80C157
 80C154, 83C154, 85C154
 8044, 8344, 8744
 80C451, 83C451, 87C451
 80C452, 83C452, 87C452
 8051, 8031, 8751, 80C51, 80C31, 80C32, 87C51
 80512, 80532
 80515, 80535, 80C535, 80C515
 80C517, 80C537
 80C51FA, 83C51FA, 87C51FA, 83C51FB, 87C51FB, 83C51FC,
 87C51FC
 8052, 8032, 8752
 80C321, 80C521, 87C521, 80C541, 87C541
 8053, 9761, 8753
 80C552, 83C552, 87C552
 80C652, 83C652, 87C652
 83C654, 87C654
 83C751, 87C751
 83C752, 87C752
 80C851, 83C851

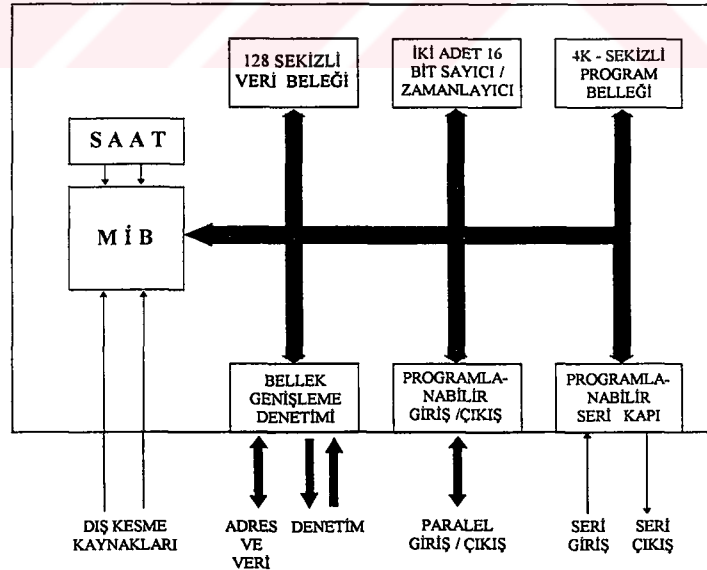
Tüm 8051 mikrokontrolör ailesi üyeleri aynı yapıdadır. Hepsinde aynı komut kümesi, adresleme modu , adresleme bölgesi ve bellek alanı bulunmaktadır. Bunları birbirinden farklı kılan unsurlar yongadaki bellek



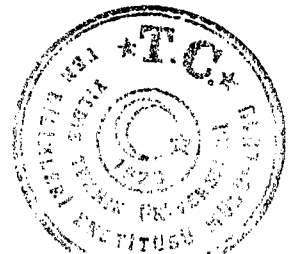
miktarı , giriş/çıkış cinsi, sayısı ve çevre fonksiyonları ve mikrokontrolörün yapısal teknolojisindeki farklılıklardır (MacKenzie , I. S. ,1995). Tez çalışmasında kullanılan mikrokontrolör bu ailenin 80C32 tabanlı işlemcisinden oluşmuştur.

5.6.2.1. 8051 Mimarisi

8051 öncelikle sekiz bitlik bir makinedir , belleği sekizlilerden oluşmaktadır ve pratik olarak her komutu sekizli bazında yürütülmektedir. Komut sonuçlarını saklamak için ilk bellek olarak akümülatör kullanılmaktadır. Dört adresleme modu söz konusudur , bunlar kapalı mod adresleme, doğrudan, dolaylı ve ivedi adreslemelerdir. Operandlar 8051' in beş bellek alanından birinde saklıdır. Bu beş bellek alanı , program belleği, dış veri belleği, iç veri belleği, özel işlev kaydedicileri ve bit belleğidir. Genel olarak 8051 mikrokontrolör yapısı şekil (5.8) de gösterilmiştir.



Şekil (5.8) 8051 Mikrokontrolör Yapısı



Program bellek alanı tüm komutların saklandığı alandır. Bu alan öncelikle on altı bitlik program sayacı tarafından adreslenmektedir, fakat ayrıca on altı bitlik veri işaretçisini (DPTR) kullanan birkaç komut yardımıyla de buraya erişilebilmektedir. Program bellek alanı en fazla 64K-sekizlidir. Çeşitli 8051 ailesi üyeleri bu bölümün bir bölümünü salt okunur bellek (ROM) veya silinebilir-programlanabilir salt okunabilir bellek (EPROM) olarak kullanmaktadır.

Dış veri belleği, yonganın içinde bulunduramadığı tüm değişkenlerin, tamponların ve veri yapılarının saklandığı alandır. Burası esasen 16 bitlik veri işaretçisi tarafından adreslenmektedir. Dış veri belleğinin kaplayabileceği en büyük alan 64 K-sekizlidir. Bu bellek sadece R0 , R1 ve veri işaretçisi üzerinden dolaylı adresleme yolu ile erişilebilir.

İç veri belleği işlevsel olarak en önemli veri bellek alanıdır. Burada sayısı dörde kadar çıkabilen genel amaçlı saklayıcı, program yığını, 256 bitlik belleğin 128 biti, ve program tarafından dolaysız olarak yönlendirilebilen tüm değişkenler ve veri yapıları bulunmaktadır. İç veri belleğinin kaplayabileceği en büyük alan 256 sekizlidir fakat 8051 ailesinin farklı üyeleri için değişebilmektedir. Kapalı mod, doğrudan ve dolaylı adresleme yöntemleri iç veri bellek alanının çeşitli alanlarında kullanılabilir.

Özel işlev saklayıcı alanında hem yonganın çevre giriş/çıkış saklayıcıları , hem de program erişimine gerek duyan bazı özel saklayıcılar bulundurulmaktadır. Bu saklayıcılar arasında yığın işaretçisi, program durum saklayıcısı ve akümülatör sayılabilir. Özel işlev saklayıcıları en fazla 128 adet olabilmektedir ve bu sayı ailenin bazı üyeleri için farklıdır. Özel işlev saklayıcılarının adresleri 127 den büyüktür iç veri belleğinin üst 128 sekizlisi ile çakışmaktadır. İki bellek arasındaki ayrımı sağlayan adresleme modlarıdır. Özel işlev saklayıcılarına sadece dolaysız adresleme ile erişmek mümkünken iç veri belleğinin üst 128 sekizlisine sadece dolaylı adresleme ile ulaşılabilir.



Bit bellek alanı bit değişkenlerini ve bayrakları saklamak için kullanılmaktadır. 8051 ailesinde sadece bit bellek alanı için tanımlanmış özel komutlar bulunmaktadır. Bu alan en fazla 256 bitten oluşmaktadır. Bu bitlerin 128 adedi iç veri bellek alanı ile diğer 128 adedi ise 16 özel işlev saklayıcıları ile çakışmaktadır. Bitlere sadece özel komutlar yardımıyla ve doğrudan adresleme yoluyla ulaşılabilir.

8051 ailesi oldukça geniş kapsamlı aritmetik ve lojik komutlar içermekte ve 8x8 çarpma ile 8x8 bölme yapabilmektedir. Bu aile ayrıca bit üzerinde yapılacak işlemler için de uygundur. Program durum saklayıcısındaki elde bayrağını tek bir bitlik akümülatör olarak kullanarak 8051 ailesi üyeleri, bit bellek alanı ve elde biti arasında lojik ve kaydırma işlemleri yapılabilmektedir. Bit bellek alanındaki bitler test biti ve dallanma komutları için genel amaç bayrakları olarak kullanılabilir.

“MOVE” dışında 8051 komutları sadece ya iç veri bellek alanı ya da özel işlev saklayıcıları üzerinde işlem yapabilmektedir. “MOVE” komutu , dış bellek ve program bellek alanları dahil olmak üzere tüm bellek alanları üzerinde işlem yapabilmektedir.

Program kontrol komutları, koşulsuz çağrı ve dallanma, ayrıca elde bit bayrağına bağlı koşullu dallanma, akümülatörün sıfır olması ve bit bellek alanında herhangi bir bitin durumunu belirten komutlardan oluşur. “Karşılaştır ve eşit değilse dallan” ve “sayacı azalt ve sıfır değilse dallan” komutları da bu tip komutlar arasındadır.

5.6.2.2. Akümülatörler

8051 ailesi aritmetik işlemleri akümülatörü hedef olarak kullanmaktadır. Döndürme, evirme gibi işlemler yalnızca akümülatörler üzerinden gerçekleştirilmektedir. Akümülatör hedef işlenen olduğu komutlarda A ile gösterilmektedir. Akümülatörün A ile adreslendiği komutlarda bir hedef adresi kullanmak gerekmez, çünkü hedef işlenenin akümülatör olduğu opkodu



içerisinde belirtilmekte, böylece komut uzunluğu bir sekizliye kadar inebilmektedir. Bu yüzden akümülatör en önemli kaydedicidir ve özel işlev kaydedicileri arasında yer almaktadır.

5.6.2.3. Kaydediciler:

Kaydediciler yonga üzerindeki rastgele erişimli belleğin en altındaki son sekiz sekizlide yer alır. Burada R0 adresi 0, R1 adresi 1 ve R7 de adresi 7 olan sekizliye karşı gelmektedir. Bu kaydedicilerden birisini işlenen olarak kullanan komutların düşük anlamlı üç bitinde kaydedicinin numarası yer alır. Böylece opkodu ile işlenen adresi tek sekizli içinde birleştirilerek program uzunluğu azaltılmış olur.

5.6.3. Analog / dijital çevirici

Tezde analog / dijital çevirici olarak ADC0804 kullanılmıştır. Bu sekiz bitlik, başarılı yaklaşımlı (successive approximation) esasına göre çalışan, mikrokontrolörle arabağlama lojiğine gerek duyulmaksızın kullanılabilen bir çeviricidir. Erişim süresi 125ns. dir. Giriş lojiği ve çıkışı hem MOS hem de TTL gerilim seviye özelliklerine göre uyumludur. Saat işaret üretici entegrenin üzerindedir ve entegre sıfır ayarı gerektirmez. Beslemesi tek bir kaynaktan (5V) olmaktadır. Çevirme hatası referans gerilimi 2.500 V olmak şartıyla ± 1 en düşük anlamlı bit olup çevirme süresi 100 μ s dir.

5.7. Güç katı ve transformatörler

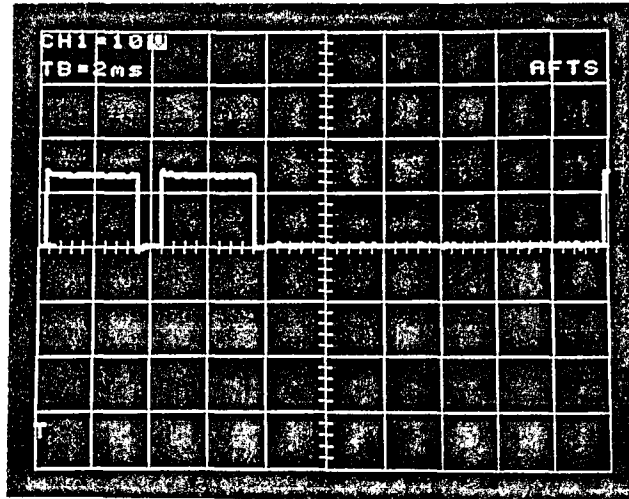
Devrede güç katında anahtarlama elemanları olarak 12 adet N kanallı mosfet kullanılmıştır (IRFP250). Anahtarlama elemanlarının mosfet olarak seçilme sebebi bu elemanların kolayca sürülebilmesi özelliğinden



kaynaklanmaktadır. IRFP250 mosfetine ilişkin bazı karakteristik değerler aşağıda verilmiştir.

Kanal-kaynak gerilmi	$V_{DS} = 200 \text{ V}$
Sürekli halde kanal akımı ($T = 25^{\circ} \text{ C}$)	$I_D = 33 \text{ A}$
Darbe kanal akımı	$I_{DM} = 130 \text{ A}$
Geçit-kaynak gerilimi	$V_{GS} = \pm 20 \text{ V}$
En çok güç harcaması	$P_D = 180 \text{ W}$
Statik kanal-kaynak iletim direnci	$r_{DS(on)} = 0.07 \Omega$ (ortalama)
Giriş kapasitesi	$C_{ISS} = 2000 \text{ pF}$ (ortalama)
Çıkış kapasitesi	$C_{OSS} = 800 \text{ pF}$ (ortalama)
İletim gecikmesi	$t_d(on) = 18 \text{ ns}$ (ortalama)
Yükselme zamanı	$t_r = 125 \text{ ns}$ (ortalama)
Düşme zamanı	$t_f = 80 \text{ ns}$ (ortalama)

Bir anahtarlama elemanına ilişkin geçit-kaynak geriliminin zamana göre değişim osilogramı şekil (5.9) da görülmektedir.



Şekil (5.9) Bir mosfete ilişkin geçit-kaynak geriliminin zamana göre değişimi



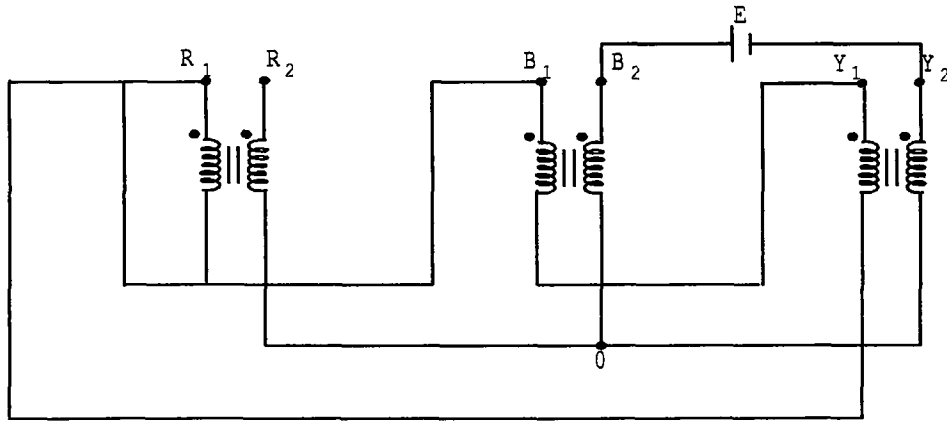
Şekil (3.1) den de görülebileceği gibi çıkışta anahtarlama elemanlarına uygun düğümlere özel yapıda üç fazlı transformatör bağlıdır. Tezde bu üç fazlı transformatör yerine üç adet tek fazlı transformatör kullanılmıştır. Her transformatör üç adet bağımsız sargıdan oluşmaktadır, ikişer primer sargının sarım sayıları oranı $\sqrt{3}:1$ dir ve üç transformatörün sekonderleri kendi aralarında yıldız bağlıdır.

Çıkışta kullanılan üç adet eşit yapıdaki transformatörlerin özellikleri aşağıda verilmiştir.

Transformatör gücü	$N = 100 \text{ VA}$
1. primer sarım sayısı	$n_1 = 38 \text{ sarım}$
2. primer sarım sayısı	$n_2 = 22 \text{ sarım}$
Sekonder sarım sayısı	$n_s = 940 \text{ sarım}$
Demir kesiti	$S = 13.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

Şekil (3.2) deki sürücü darbelerinin anahtarlama elemanlarına uygulandığında çıkış dalga şekillerinin nasıl oluştuğunu inceleyelim:

0 ile T/24 süresince S_1 , S_5 , S_{10} , S_{11} anahtarları kapalı olduğundan aşağıdaki eşdeğer devre oluşmaktadır. Burada üçgen bağlı sargıların sarım sayısının yıldız bağlı olanlarına göre $\sqrt{3}:1$ olduğu unutulmamalıdır.



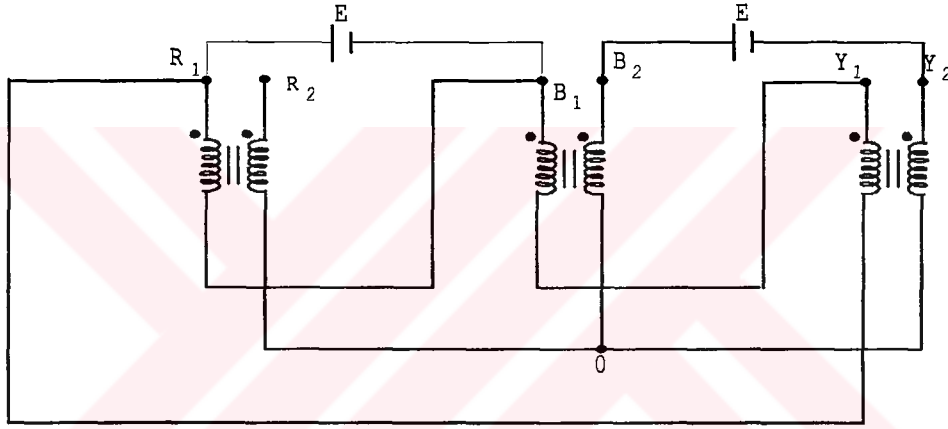
Şekil (5.10) İlk zaman diliminde eşdeğer devre



Burada şu denklemler geçerlidir:

$$V_{RT} = 0 ; V_{SR} = -E\sqrt{3}/2 ; V_{TS} = E\sqrt{3}/2 \quad (5.16); (5.17); (5.18)$$

İkinci zaman diliminde ise, yani $T/24$ ile $T/12$ süresince S_1 , S_4 , S_{10} , S_{11} anahtarları kapalı diğerleri açıktır. Bu sürede şekil (5.12) de görülen eşdeğer devre geçerlidir:

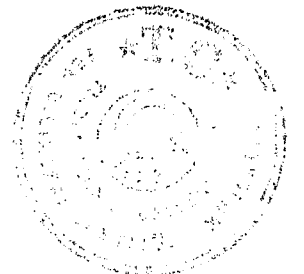


Şekil (5 .11) İkinci zaman dilimi için eşdeğer devre

Burada şu eşitlikler yazılabilir:

$$V_{SR} = -E ; V_{TS} = E (\sqrt{3} - 1) ; V_{RT} = E (2 - \sqrt{3}) \quad (5.19); (5.20); (5.21)$$

Bu düşünce tarzı takip edilerek tablo (3.1) deki veriler kolaylıkla oluşturulabilir.



SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tezde önce eviriciler üzerinde genel olarak durulmuş, evirici çıkış dalga şekillerinde oluşan harmonikler incelenmiş ve bu harmoniklerin azaltılmasına ilişkin literatürde üzerinde durulan yöntemler ele alınmıştır.

Tezin üçüncü bölümünden itibaren oldukça düşük distorsiyonlu olması nedeniyle altı basamaklı evirici sistemi ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bu evirici sistemde çıkışta genlik ayarı için literatürde uygulanan, her basamağa süresi ayarlanabilen bir darbe yerleştirmek olmuştur. Her basamaktaki darbe sayısını arttırarak daha düşük distorsiyon elde etmek ve alçak frekanslardaki harmonikleri yüksek frekanslara kaydırarak daha düşük güçlü filtrelerle çözüm sağlamak bu tezin getirdiği ilk yenilik olarak ortaya atılmış ve incelenmiştir. Önce, yapılan analizlerle, literatürde şimdiye kadar uygulanan tek darbeli yöntemde elde edilen çıkış dalga şekilleri ve analiz sonuçlarına ulaşılarak uyum sağlandığı görülmüştür. Daha sonra her basamakta üç darbe uygulamak için gerekli tranzistör sürücü darbeler darbeler düşünülmüş ve devreye bu işaretler uygulanarak beklenen çıkış dalga şekilleri PSPICE çıktısında da görülerek doğrulanmıştır. Ayrıca tek darbeli ve üç darbeli sistem için çıkış geriliminde aynı efektif değeri elde etmek şartıyla iki açı değerinden hareketle sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılarak hem toplam harmonik distorsiyonu hem de filtre kolaylığı açısından üç darbeli sistemin üstünlüğü ortaya konmuştur.

Burada ortaya çıkan özellik, her iki sistem için boşluk açısının küçülmesiyle toplam harmonik distorsiyonunun giderek azalması ve sıfır derece için, yani boşlukların oluşturulmadığı durumda iki sistem sonucunun birbiriyle çakışmasıdır.

Tezde bu düşünceden yola çıkılıp literatüre ikinci bir yenilik getirilmiş, gerçekleştirilen üç fazlı altı basamaklı evirici sisteminde gerilim kontrolü için çıkış dalgasında darbe oluşturmak yerine mikrokontrolör denetimli doğru gerilim kıyıcısı ile doğru gerilim barasında genlik kontrolü



yapılarak çıkış geriliminin sabit tutulması yoluna gidilmiştir. Böylelikle izin verilen her giriş gerilim ve yük durumu için bu iki parametreden bağımsız olarak her zaman en düşük toplam harmonik distorsiyon elde edilebilmiştir. Geliştirilen bu yöntemin bir diğer avantajı da darbeler nedeniyle oluşan anahtarlama kayıplarının bu sistemde söz konusu olmamasıdır. Anılan bu özellikler nedeniyle kesintisiz güç kaynağı uygulamaları için elverişli olan bu sistemin yapılan deneylerde elde edilen çıkış gerilimine ait osilogram çıkışları şekil (5.12), (5.13), (5.14), (5.15) de verilmiştir. Bütün sonuçlar 30 wattlık ohmik ve dengeli yük altında elde edilmiştir.

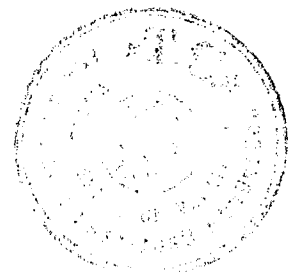
Şekil (5.12) de bir faz gerilimi gerimi görülmektedir. Şekil (5.13) de ise yükün uçlarına $1\mu F$ değerinde kondansatör bağlanarak filtre oluşturulmuş ve şekil elde edilmiştir.

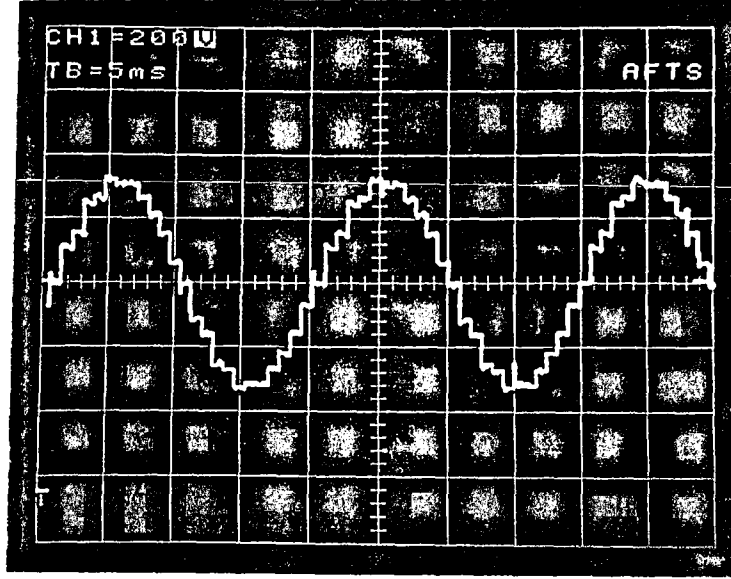
Şekil (5.14) de ise iki faz gerilimi aynı anda görülmektedir.

Şekil (5.15), fazlardan birinin diğerlerine göre iki kat yüklendiği dengesizlik durumunu göstermektedir. Burada filtre olarak 220nF değerinde kondansatörler kullanılmıştır.

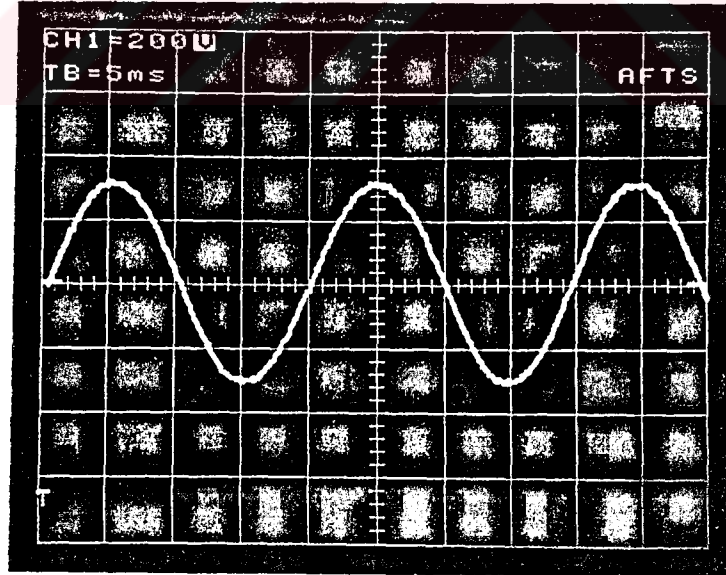
Elde edilen bütün osilogram çıkışlarında, fotoğrafların da üzerinden görülebileceği gibi, yatay ekseninde birim kare 5 ms. , dikey ekseninde birim kare 200 V değerlerine karşı gelmektedir. Ayrıca kullanılan osiloskop iki kanallı olduğundan üç faz gerilimi aynı anda görüntülememiştir.

Elde edilen sonuçlardan da görülebileceği gibi gerçekleştirilen bu sistem, özellikle toplam harmonik distorsiyonunun düşük değerinde olmasının istenildiği üç fazlı kesintisiz güç kaynağı uygulamalarında oldukça elverişlidir.

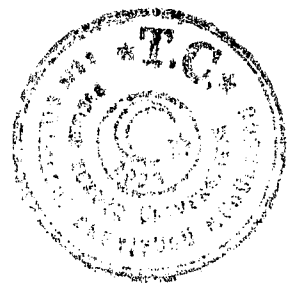


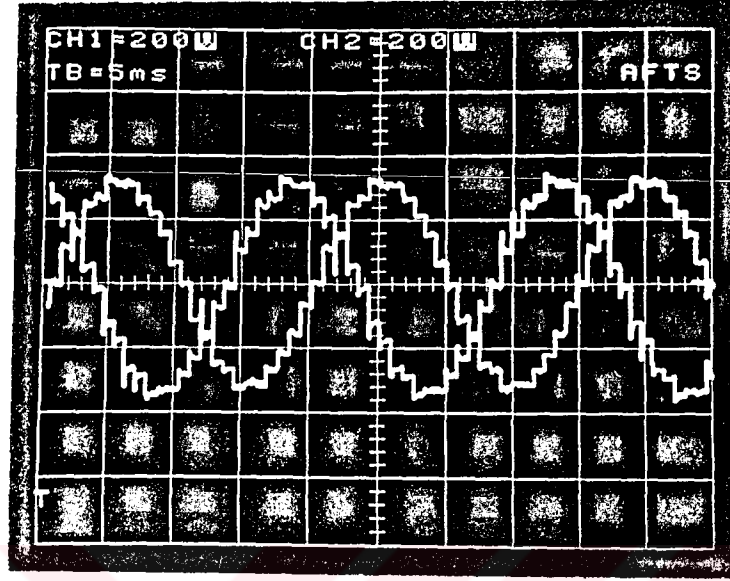


Şekil (5.12) Bir faza ait gerilim osilogramı

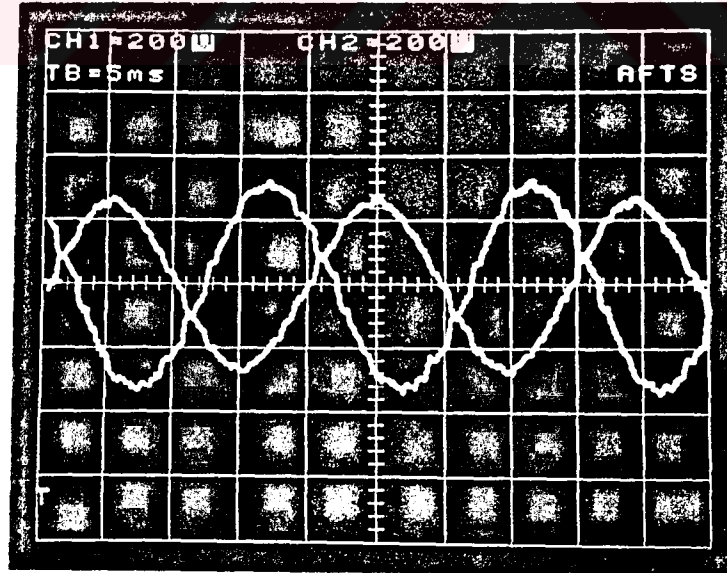


Şekil (5.13) Filtreli durumda faz gerilim osilogramı





Şekil (5.14) İki faza ilişkin gerilim osilogramı



Şekil (5.15) Dengesiz yüklenmede iki fazın gerilim osilogramı

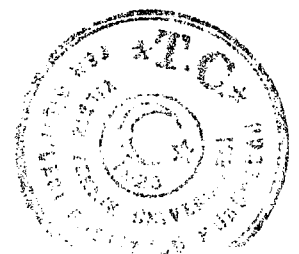


KAYNAKLAR

- 1- Allen, Phillip E. , 1987. CMOS Analog Circuit Design. New York : Holt, Rinehart and Winston.
- 2- Bedford, B. D. , and Hoft, R. G., 1964. Principles of Inverter Circuits , New York , Wiley.
- 3- Bose, B. K. , 1986 . Power Electronics and AC Drives . Prentice-Hall, New Jersey.
- 4- Bowes, S. R. ,1994, Mayıs. Novel Real-Time Harmonic Minimized PWM Control For Drives and Static Power Converters. IEEE Transactions on Power Electronics.
- 5- Corey, P. D. , 1962, Haziran. Methods for Optimizing the Waveform of Pedwave Static Inverters, AIEE Paper, cp. 62-1147, Denver.
- 6- Dinler, S. , 1992. Yeni Bir Gerilim Ara Devreli Evirici ile Derin Kafesli Çelik Rotorlu Asenkron Motorun Modellenmesi ve Denenmesi. Doktora Tezi, İ.T.Ü.
- 7- Jacson, S. P. 1970, Temmuz/Ağustos. Multiple Pulse Modulation in Static Inverters Reduces Selected Output Harmonic and Provides Smooth Adjustment of Fundamentals . IEEE Transactions on Industrial and General Applications , Vol I6A-6.
- 8- Kutman, T. , 1976. Güç Elektroniği Devrelerinde Genel Bir Analiz Yöntemi ve Küçük Distorsiyonlu Yeni Bir İnverter. Doktora Tezi, İ.T.Ü.



- 9- Lander, C. W. , 1981. Power Electronics, Mc Graw-Hill Book Company (UK) Limited .
- 10- MacKenzie, I.Scott , 1995. The 8051 Microcontroller, Prentice-Hall Inc.
- 11- Masukawa, S. and Iida S. , 1994., Eylül. A Method for Reducing Harmonics in Output Voltages of a Double-Connected Inverter. IEEE Transactions on Power Electronics Vol. 9, No 5.
- 12- Mohan, N., Undeland, T.M., Robbins W.P., 1995. Power Electronics, John Willey & Sons, Inc.
- 13- Patel, H. S. and Hoft, K. G. , 1974, Eylül/Ekim. Generalized Techniques of Harmonic Elemination and Voltage Control in Thyristor Inverters. Part II Harmonic Elemination IEEE Transactions on Industrial Applications , Vol. IA-10.
- 14- Phillips, C. L. , Harbor, R, D., 1991. Feedback Control Systems, Prentice-Hall Inc.
- 15- Pradeep, M. B. , 1983 Kasım/Aralık . Generalized Structure of a Multilevel PWM Inverters, IEEE Transactions on Industrial Applications, Vol. IA-19, No. 6.
- 16- Rashid, H. M. , 1990. SPICE for Circuits and Electronics using PSPICE. Prentice-Hall International , Inc.
- 17- Sriraghavan, S. M. , Pradhan, B. D. , 1981, Mayıs. Three-phase Pulse-Amplitude and Width-Modulated Inverter System. IEEE Proceedings, Vol. 128, Pt B, No. 3.



- 18- Trzynadlowski, A, M. and Legowski, S. , 1994, Temmuz. Application of Neural Networks to the Optimal Control of Three-Phase Voltage Controlled Inverters. IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 9, No. 4.
- 19- Turnbull, F. G. ,1963. Selected Harmonic Reduction in Static DC-AC Inverters . IEEE Tran. Paper 63-1011.



EK 1

ALTI BASAMAKLI TEK DARBELİ EVİRİCİNİN PSPICE PROGRAMI

**** 02/11/96 13:37:52 ***** PSpice 5.0a (Sep 1991) ***** ID# 68726

BİR DARBELİ PAWM

**** CIRCUIT DESCRIPTION

VK 1 0 300

D1 2 1 DIODE

D3 3 1 DIODE

D5 4 1 DIODE

D7 7 1 DIODE

D9 6 1 DIODE

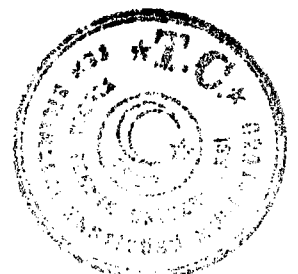
D11 5 1 DIODE

D2 0 2 DIODE

D4 0 3 DIODE

D6 0 4 DIODE

D8 0 7 DIODE



D10 0 6 DIODE

D12 0 5 DIODE

.MODEL DIODE D(VJ=0.6)

Q1 1 8 2 QM

Q2 2 11 0 QM

Q3 1 9 3 QM

Q4 3 12 0 QM

Q5 1 10 4 QM

Q6 4 13 0 QM

Q7 1 14 7 QM

Q8 7 17 0 QM

Q9 1 15 6 QM

Q10 6 18 0 QM

Q11 1 16 5 QM

Q12 5 19 0 QM

.MODEL QM NPN(BF=50 CJC=1N)

*SIMDI AKIM KAYNAKLARI

IG1 2 8 PWL(0U 0 1U 0 2U 1 1798U 1 1799U 0 2001U 0 2002U 1 3798U 1

+3799U 0 5001U 0 5002U 1 6798U 1 6799U 0 7001U 0 7002U 1 8998U 1

+8999U 0 13801U 0 13802U 1 13998U 1 13999U 0 15801U 0 15802U 1

+15998U 1 15999U 0 18801U 0 18802U 1 18998U 1 18999U 0 24M 0)

IG7 7 14 PWL(0U 0 2001U 0 2002U 1 3798U 1 3799U 0 4001U 0 4002U 1

+5798U 1 5799U 0 7001U 0 7002U 1 8798U 1 8799U 0 9001U 0 9002U 1

+10998U 1 10999U 0 15801U 0 15802U 1 15998U 1 15999U 0 17801U 0

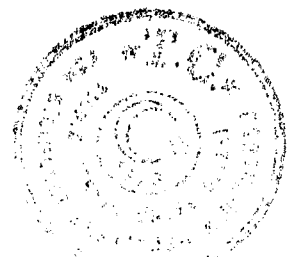
+17802U 1 17998U 1 17999U 0 20801U 0 20802U 1 20998U 1 20999U 0)

IG6 0 13 PWL(0U 0 4001U 0 4002U 1 5798U 1 5799U 0 6001U 0 6002U 1

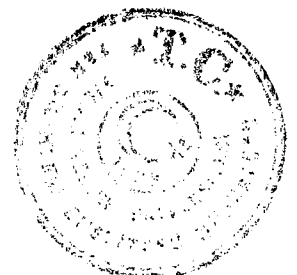
+7798U 1 7799U 0 9001U 0 9002U 1 10798U 1 10799U 0 11001U 0 11002U 1

+12998U 1 12999U 0 17801U 0 17802U 1 17998U 1 17999U 0 19801U 0

+19802U 1 19998U 1 19999U 0 22801U 0 22802U 1 22998U 1 22999U 0)



IG12 0 19 PWL(0U 0 801U 0 802U 1 998U 1 999U 0 6001U 0 6002U 1 7798U
 +1 7799U 0 8001U 0 8002U 1 9798U 1 9799U 0 11001U 0 11002U 1 12798U 1
 +12799U 0 13001U 0 13002U 1 14998U 1 14999U 0 19801U 0 19802U 1
 +19998U 1 19999U 0 21801U 0 21802U 1 21998U 1 21999U 0 24M 0)
 IG3 3 9 PWL(0U 0 2801U 0 2802U 1 2998U 1 2999U 0 8001U 0 8002U 1
 +9798U 1 9799U 0 10001U 0 10002U 1 11798U 1 11799U 0 13001U 0 13002U
 +1 14798U 1 14799U 0 15001U 0 15002U 1 16998U 1 16999U 0 21801U 0
 +21802U 1 21998U 1 21999U 0 23801U 0 23802U 1 23998U 1 23999U 0 0)
 IG9 6 15 PWL(0U 0 1801U 0 1802U 1 1998U 1 1999U 0 4801U 0 4802U 1
 +4998U 1 4999U 0 10001U 0 10002U 1 11798U 1 11799U 0 12001U 0 12002U
 +1 13798U 1 13799U 0 15001U 0 15002U 1 16798U 1 16799U 0 17001U 0
 +17002U 1 18998U 1 18999U 0 23801U 0 23802U 1 23998U 1 23999U 0)
 IG2 0 11 PWL(0U 0 1801U 0 1802U 1 1998U 1 1999U 0 3801U 0 3802U 1
 +3998U 1 3999U 0 6801U 0 6802U 1 6998U 1 6999U 0 12001U 0 12002U 1
 +13798U 1 13799U 0 14001U 0 14002U 1 15798U 1 15799U 0 17001U 0
 +17002U 1 18798U 1 18799U 0 19001U 0 19002U 1 20998U 1 20999U 0)
 IG8 0 17 PWL(0U 0 3801U 0 3802U 1 3998U 1 3999U 0 5801U 0 5802U 1
 +5998U 1 5999U 0 8801U 0 8802U 1 8998U 1 8999U 0 14001U 0 14002U 1
 +15798U 1 15799U 0 16001U 0 16002U 1 17798U 1 17799U 0 19001U 0
 +19002U 1 20798U 1 20799U 0 21001U 0 21002U 1 22998U 1 22999U 0)
 IG5 4 10 PWL(0U 1 998U 1 999U 0 5801U 0 5802U 1 5998U 1 5999U 0 7801U
 +0 7802U 1 7998U 1 7999U 0 10801U 0 10802U 1 10998U 1 10999U 0
 +16001U 0 16002U 1 17798U 1 17799U 0 18001U 0 18002U 1 19798U 1
 +19799U 0 21001U 0 21002U 1 22798U 1 22799U 0 23001U 0 23002U 1 24M
 1)
 IG11 5 16 PWL(0U 1 798U 1 799U 0 1001U 0 1002U 1 2998U 1 2999U 0
 +7801U 0 7802U 1 7998U 1 7999U 0 9801U 0 9802U 1 9998U 1 9999U 0
 +12801U 0 12802U 1 12998U 1 12999U 0 18001U 0 18002U 1 19798U 1
 +19799U 0 20001U 0 20002U 1 21798U 1 21799U 0 23001U 0 23002U 1 24M
 +1)



IG4 0 12 PWL(0U 0 1001U 0 1002U 1 2798U 1 2799U 0 3001U 0 3002U 1
 +4998U 1 4999U 0 9801U 0 9802U 1 9998U 1 9999U 0 11801U 0 11802U 1
 +11998U 1 11999U 0 14801U 0 14802U 1 14998U 1 14999U 0 20001U 0
 +20002U 1 21798U 1 21799U 0 22001U 0 22002U 1 23798U 1 23799U 0)
 IG10 0 18 PWL(0U 0 1U 0 2U 1 1798U 1 1799U 0 3001U 0 3002U 1 4798U 1
 +4799U 0 5001U 0 5002U 1 6998U 1 6999U 0 11801U 0 11802U 1 11998U 1
 +11999U 0 13801U 0 13802U 1 13998U 1 13999U 0 16801U 0 16802U 1
 +16998U 1 16999U 0 22001U 0 22002U 1 23798U 1 23799U 0 24M 0)

***UCGEN BAGLI TRANSFORMATOR**

LU1 2 20 3

RU1 20 4 0.001

LU2 3 22 3 IC=12

RU2 22 2 0.001

LU3 4 21 3 IC=-13

RU3 21 3 0.001

***YILDIZ BAGLI TRANSFORMATOR**

LY1 7 25 1

RY1 25 26 0.001

LY2 6 24 1 IC=-20.5

RY2 24 26 0.001

LY3 5 23 1 IC=22

RY3 23 26 0.001

***KUPLAJ**

K1 LU1 LY1 0.9999

K2 LU2 LY2 0.9999

K3 LU3 LY3 0.9999

R23 2 27 100

C23 27 3 10N

R34 3 28 100

C34 28 4 10N



R24 2 29 100

C24 29 4 10N

R56 5 30 100

C56 30 6 10N

R67 6 31 100

C67 31 7 10N

R57 5 32 100

C57 32 7 10N

*YUK

RL23 2 3 10

RL34 3 4 10

RL24 2 4 10

.OPTIONS RELTOL=0.1 ABSTOL=1E-6 VNTOL=0.1 PIVREL=0.01

GMIN=1E-4 ITL5=50000

.TRAN 100U 24M UIC

.PROBE

.END



**** 02/11/96 13:37:52 **** PSpice 5.0a (Sep 1991) **** ID# 68726

BIR DARBELI PAWM

**** Diode MODEL PARAMETERS

DIODE

IS 10.000000E-15

VJ .6

**** 02/11/96 13:37:52 **** PSpice 5.0a (Sep 1991) **** ID# 68726

BIR DARBELI PAWM

**** BJT MODEL PARAMETERS

QM

NPN

IS 100.000000E-18

BF 50

NF 1

BR 1

NR 1

CJC 1.000000E-09

JOB CONCLUDED

TOTAL JOB TIME 129.35



EK 2

ALTI BASAMAKLI ÜÇ DARBELİ EVİRİCİNİN PSPICE PROGRAMI

**** 02/11/96 15:01:45 **** PSpice 5.0a (Sep 1991) **** ID# 68726

UC DARBELİ PAWM

**** CIRCUIT DESCRIPTION

VK 1 0 300

D1 2 1 DIODE

D3 3 1 DIODE

D5 4 1 DIODE

D7 7 1 DIODE

D9 6 1 DIODE

D11 5 1 DIODE

D2 0 2 DIODE

D4 0 3 DIODE

D6 0 4 DIODE

D8 0 7 DIODE

D10 0 6 DIODE



D12 0 5 DIODE

.MODEL DIODE D(VJ=0.6)

Q1 1 8 2 QM

Q2 2 11 0 QM

Q3 1 9 3 QM

Q4 3 12 0 QM

Q5 1 10 4 QM

Q6 4 13 0 QM

Q7 1 14 7 QM

Q8 7 17 0 QM

Q9 1 15 6 QM

Q10 6 18 0 QM

Q11 1 16 5 QM

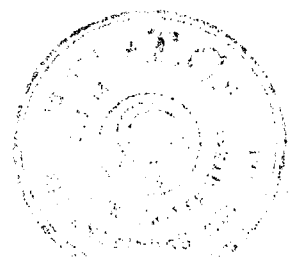
Q12 5 19 0 QM

.MODEL QM NPN(BF=50 CJC=1N)

*SIMDI AKIM KAYNAKLARI

IG1 2 8 PWL(0U 0 1U 1 1099U 1 1100U 0 1200U 0 1201U 1 1399U 1 1400U 0
+1500U 0 1501U 1 1699U 1 1700U 0 1800U 0 1801U 1 2899U 1 2900U 0
+3000U 0 3001U 1 3199U 1 3200U 0 3300U 0 3301U 1 3499U 1 3500U 0
+4500U 0 4501U 1 5599U 1 5600U 0 5700U 0 5701U 1 5899U 1 5900U 0 6M 0
+6001U 1 6199U 1 6200U 0 6.3M 0 6301U 1 8099U 1 8100U 0 11.9M 0
+11901U 1 11999U 1 12M 0 12.2M 0 12201U 1 12299U 1 12.3M 0 12.5M 0
+12501U 1 12599U 1 12.6M 0 13.7M 0 13701U 1 13799U 1 13800U 0 14M 0
+14001U 1 14099U 1 14.1M 0 14.3M 0 14301U 1 14399U 1 14.4M 0 16.4M 0
+16401U 1 16499U 1 16.5M 0 16.7M 0 16701U 1 16799U 1 16.8M 0 17M 0
+17001U 1 17099U 1 17.1M 0 21.6M 0)

IG7 7 14 PWL(0U 0 1800U 0 1801U 1 2899U 1 2900U 0 3000U 0 3001U 1
+3199U 1 3200U 0 3300U 0 3301U 1 3499U 1 3500U 0 3600U 0 3601U 1 4.5M
+1 4699U 1 4.7M 0 4.8M 0 4801U 1 4999U 1 5M 0 5.1M 0 5101U 1 5299U 1
+5.3M 0 6.3M 0 6301U 1 7399U 1 7.4M 0 7.5M 0 7501U 1 7699U 1 7.7M 0

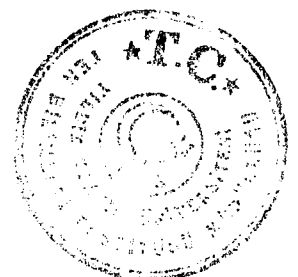


+7.8M 0 7801U 1 7999U 1 8M 0 8.1M 0 8101U 1 9899U 1 9.9M 0 13.7M 0
 +13701U 1 13799U 1 13.8M 0 14M 0 14001U 1 14099U 1 14.1M 0 14.3M 0
 +14301U 1 14399U 1 14.4M 0 15.5M 0 15501U 1 15599U 1 15.6M 0 15.8M 0
 +15801U 1 15899U 1 15.9M 0 16.1M 0 16101U 1 16199U 1 16.2M 0 18.2M 0
 +18201U 1 18299U 1 18.3M 0 18.5M 0 18501U 1 18599U 1 18.6M 0 18.8M 0
 +18801U 1 18899U 1 18.9M 0 21.6M 0)

IG6 0 13 PWL(0U 0 3.6M 0 3601U 1 4699U 1 4.7M 0 4.8M 0 4801U 1 4999U
 +1 5M 0 5.1M 0 5101U 1 5299U 1 5.3M 0 5.4M 0 5401U 1 6499U 1 6.5M 0
 +6.6M 0 6601U 1 6799U 1 6.8M 0 6.9M 0 6901U 1 7099U 1 7.1M 0 8.1M 0
 +8101U 1 9M 0 9199U 1 9.2M 0 9.3M 0 9301U 1 9499U 1 9.5M 0 9.6M 0
 +9601U 1 9799U 1 9.8M 0 9.9M 0 9901U 1 11699U 1 11.7M 0 15.5M 0
 +15501U 1 15599U 1 15.6M 0 15.8M 0 15801U 1 15899U 1 15.9M 0 16.1M 0
 +16101U 1 16199U 1 16.2M 0 17.3M 0 17301U 1 17399U 1 17.4M 0 17.6M 0
 +17601U 1 17699U 1 17.7M 0 17.9M 0 17901U 1 17999U 1 18M 0 20M 0
 +20001U 1 20099U 1 20.1M 0 20.3M 0 20301U 1 20399U 1 20.4M 0 20.6M 0
 +20601U 1 20699U 1 20.7M 0 21.6M 0)

IG12 0 19 PWL(0U 0 200U 0 201U 1 299U 1 300U 0 500U 0 501U 1 599U 1
 +600U 0 800U 0 801U 1 899U 1 900U 0 5.4M 0 5401U 1 6499U 1 6.5M 0
 +6.6M +0 6601U 1 6799U 1 6.8M 0 6.9M 0 6901U 1 7099U 1 7.1M 0 7.2M 0
 +7201U 1 +8299U 1 8.3M 0 8.4M 0 8401U 1 8599U 1 8.6M 0 8.7M 0 8701U 1
 +8899U 1 +8.9M 0 9.9M 0 9901U 1 10999U 1 11M 0 11.1M 0 11101U 1
 +11299U 1 11.3M +0 11.4M 0 11401U 1 11599U 1 11.6M 0 11.7M 0 11701U 1
 +13499U 1 13.5M +0 17.3M 0 17301U 1 17399U 1 17.4M 0 17.6M 0 17601U 1
 +17699U 1 17.7M +0 17.9M 0 17901U 1 17999U 1 18M 0 19.1M 0 19101U 1
 +19199U 1 19.2M 0 +19.4M 0 19401U 1 19499U 1 19.5M 0 19.7M 0 19701U 1
 +19799U 1 19.8M 0 +21.6M 0)

IG3 3 9 PWL(0U 0 2000U 0 2001U 1 2099U 1 2100U 0 2300U 0 2301U 1
 +2399U 1 2400U 0 2600U 0 2601U 1 2699U 1 2.7M 0 7.2M 0 7201U 1 8299U
 +1 8.3M 0 8.4M 0 8401U 1 8599U 1 8.6M 0 8.7M 0 8701U 1 8899U 1 8.9M 0
 +9M 0 9001U 1 10099U 1 10.1M 0 10.2M 0 10201U 1 10399U 1 10.4M 0



+10.5M 0 10501U 1 10699U 1 10.7M 0 11.7M 0 11701U 1 12799U 1 12.8M 0
 +12.9M 0 12901U 1 13099U 1 13.1M 0 13.2M 0 13201U 1 13399U 1 13.4M 0
 +13.5M 0 13501U 1 15299U 1 15.3M 0 19.1M 0 19101U 1 19199U 1 19.2M 0
 +19.4M 0 19401U 1 19499U 1 19.5M 0 19.7M 0 19701U 1 19799U 1 19.8M 0
 +20.9M 0 20901U 1 20999U 1 21M 0 21.2M 0 21201U 1 21299U 1 21.3M 0
 +21.5M 0 21501U 1 21599U 1 21.6M 0)

IG9 6 15 PWL(0U 0 1100U 0 1101U 1 1199U 1 1200U 0 1400U 0 1401U 1
 +1499U 1 1500U 0 1700U 0 1701U 1 1799U 1 1800U 0 3800U 0 3801U 1
 +3899U 1 3.9M 0 4.1M 0 4101U 1 4199U 1 4.2M 0 4.4M 0 4401U 1 4499U 1
 +4.5M 0 9M 0 9001U 1 10099U 1 10.1M 0 10.2M 0 10201U 1 10399U 1 10.4M
 +0 10.5M 0 10501U 1 10699U 1 10.7M 0 10.8M 0 10801U 1 11899U 1 11.9M
 +0 12M 0 12001U 1 12199U 1 12.2M 0 12.3M 0 12301U 1 12499U 1 12.5M 0
 +13.5M 0 13501U 1 14599U 1 14.6M 0 14.7M 0 14701U 1 14899U 1 14.9M 0
 +15M 0 15001U 1 15199U 1 15.2M 0 15.3M 0 15301U 1 17099U 1 17.1M 0
 +20.0M 0 20901U 1 20999U 1 21M 0 21.2M 0 21201U 1 21299U 1 21.3M 0
 +21.5M 0 21501U 1 21599U 1 21.6M 0)

IG2 0 11 PWL(0U 0 1100U 0 1101U 1 1199U 1 1200U 0 1400U 0 1401U 1
 +1499U 1 1500U 0 1700U 0 1701U 1 1799U 1 1800U 0 2900U 0 2901U 1
 +2999U 1 3000U 0 3200U 0 3201U 1 3299U 1 3300U 0 3500U 0 3501U 1
 +3599U 1 3600U 0 5.6M 0 5601U 1 5699U 1 5.7M 0 5.9M 0 5901U 1 5999U 1
 +6M 0 6.2M 0 6201U 1 6299U 1 6.3M 0 10.8M 0 11899U 1 11.9M 0 12M 0
 +12001U 1 12199U 1 12.2M 0 12.3M 0 12301U 1 12499U 1 12.5M 0 12.6M 0
 +12601U 1 13699U 1 13.7M 0 13.8M 0 13801U 1 13999U 1 14M 0 14.1M 0
 +14101U 1 14299U 1 14.3M 0 15.3M 0 15301U 1 16399U 1 16.4M 0 16.5M 0
 +16501U 1 16699U 1 16.7M 0 16.8M 0 16801U 1 16999U 1 17M 0 17.1M 0
 +17101U 1 18899U 1 18.9M 0 21.6M 0)

IG8 0 17 PWL(0U 0 2900U 0 2901U 1 2999U 1 3000U 0 3200U 0 3201U 1
 +3299U 1 3300U 0 3500U 0 3501U 1 3599U 1 3600U 0 4.7M 0 4701U 1 4799U
 +1 4.8M 0 5M 0 5001U 1 5099U 1 5.1M 0 5.3M 0 5301U 1 5399U 1 5.4M 0
 +7.4M 0 7401U 1 7499U 1 7.5M 0 7.7M 0 7701U 1 7799U 1 7.8M 0 8M 0



+8001U 1 8099U 1 8.1M 0 12.6M 0 12601U 1 13699U 1 13.7M 0 13.8M 0
 +13801U 1 13999U 1 14M 0 14.1M 0 14101U 1 14299U 1 14.3M 0 14.4M 0
 +14401U 1 15499U 1 15.5M 0 15.6M 0 15601U 1 15799U 1 15.8M 0 15.9M 0
 +15901U 1 16099U 1 16.1M 0 17.1M 0 17101U 1 18199U 1 18.2M 0 18.3M 0
 +18301U 1 18499U 1 18.5M 0 18.6M 0 18601U 1 18799U 1 18.8M 0 18.9M 0
 +18901U 1 20699U 1 20.7M 0 21.6M 0)

IG5 4 10 PWL(0U 0 1U 1 899U 1 900U 0 4.7M 0 4701U 1 4799U 1 4.8M 0 5M
 +0 5001U 1 5099U 1 5.1M 0 5.3M 0 5301U 1 5399U 1 5.4M 0 6.5M 0 6501U 1
 +6599U 1 6.6M 0 6.8M 0 6801U 1 6899U 1 6.9M 0 7.1M 0 7101U 1 7199U 1
 +7.2M 0 9.2M 0 9201U 1 9299U 1 9.3M 0 9.5M 0 9501U 1 9599U 1 9.6M 0
 +9.8M 0 9801U 1 9899U 1 9.9M 0 14.4M 0 14401U 1 15499U 1 15.5M 0
 +15.6M 0 15601U 1 15799U 1 15.8M 0 15.9M 0 15901U 1 16099U 1 16.1M 0
 +16.2M 0 16201U 1 17299U 1 17.3M 0 17.4M 0 17401U 1 17599U 1 17.6M 0
 +17.7M 0 17701U 1 17899U 1 17.9M 0 18.9M 0 18901U 1 19999U 1 20M 0
 +20.1M 0 20101U 1 20299U 1 20.3M 0 20.4M 0 20401U 1 20599U 1 20.6M 0
 +20.7M 0 20701U 1 21.6M 0)

IG11 5 16 PWL(0U 0 1U 1 199U 1 200U 0 300U 0 301U 1 499U 1 500U 0
 +600U 0 601U 1 799U 1 800U 0 900U 0 901U 1 2699U 1 2700U 0 6.5M 0
 +6501U 1 6599U 1 +6.6M 0 6.8M 0 6801U 1 6899U 1 6.9M 0 7.1M 0 7101U 1
 +7199U 1 7.2M 0 8.3M 0 8301U 1 8399U 1 8.4M 0 8.6M 0 8601U 1 8.7M 0
 +8.9M 0 8901U 1 8999U 1 9M 0 11M 0 11001U 1 11099U 1 11.1M 0 11.3M 0
 +11301U 1 11399U 1 11.4M 0 11.6M 0 11601U 1 11699U 1 11.7M 0 16.2M 0
 +16201U 1 17299U 1 17.3M 0 17.4M 0 17401U 1 17599U 1 17.6M 0 17.7M 0
 +17701U 1 17899U 1 17.9M 0 18M 0 18001U 1 19099U 1 19.1M 0 19.2M 0
 +19201U 1 19399U 1 19.4M 0 19.5M 0 19501U 1 19699U 1 19.7M 0 20.7M 0
 +20701U 1 21.6M 1)

IG4 0 12 PWL(0U 0 900U 0 901U 1 1999U 1 2000U 0 2100U 0 2101U 1 2299U
 +1 2300U 0 2400U 0 2401U 1 2599U 1 2600U 0 2700U 0 2701U 1 4499U 1
 +4.5M 0 8.3M 0 8301U 1 8399U 1 8.4M 0 8.6M 0 8601U 1 8699U 1 8.7M 0
 +8.9M 0 8901U 1 8999U 1 9M 0 10.1M 0 10199U 1 10.2M 0 10.4M 0 10401U



+1 10499U 1 10.5M 0 10.7M 0 10701U 1 10799U 1 10.8M 0 12.8M 0 12801U
 +1 12899U 1 12.9M 0 13.1M 0 13101U 1 13199U 1 13.2M 0 13.4M 0 13401U
 +1 13499U 1 13.5M 0 18M 0 18001U 1 19099U 1 19.1M 0 19.2M 0 19201U 1
 +19399U 1 19.4M 0 19.5M 0 19501U 1 19699U 1 19.7M 0 19.8M 0 19801U 1
 +20899U 1 20.9M 0 21M 0 21001U 1 21199U 1 21.2M 0 21.3M 0 21301U 1
 +21499U 1 21.5M 0 21.6M 0)
 IG10 0 18 PWL(0U 0 1U 1 1099U 1 1100U 0 1200U 0 1201U 1 1399U 1 1400U
 +0 1500U 0 1501U 1 1699U 1 1700U 0 2700U 0 2701U 1 3799U 1 3.8M 0
 +3.9M 0 3901U 1 4099U 1 4.1M 0 4.2M 0 4201U 1 4399U 1 4.4M 0 4.5M 0
 +4501U 1 6299U 1 6.3M 0 10.1M 0 10101U 1 10199U 1 10.2M 0 10.4M 0
 +10401U 1 10499U 1 10.5M 0 10.7M 0 10701U 1 10799U 1 10.8M 0 11.9M 0
 +11901U 1 11999U 1 12M 0 12.2M 0 12201U 1 12299U 1 12.3M 0 12.5M 0
 +12501U 1 12599U 1 12.6M 0 14.6M 0 14601U 1 14699U 1 14.7M 0 14.9M 0
 +14901U 1 14999U 1 15M 0 15.2M 0 15201U 1 15299U 1 15.3M 0 19.8M 0
 +19801U 1 20899U 1 20.9M 0 21M 0 21001U 1 21199U 1 21.2M 0 21.3M 0
 +21301U 1 21499U 1 21.5M 0 21.6M 0)

***UCGEN BAGLI TRANSFORMATOR**

LU1 2 20 3

RU1 20 4 0.001

LU2 3 22 3

RU2 22 2 0.001

LU3 4 21 3

RU3 21 3 0.001

***YILDIZ BAGLI TRANSFORMATOR**

LY1 7 25 1

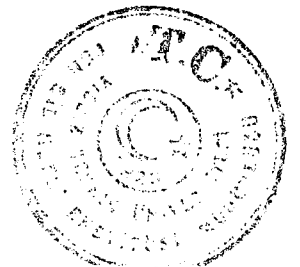
RY1 25 26 0.001

LY2 6 24 1

RY2 24 26 0.001

LY3 5 23 1

RY3 23 26 0.001



*KUPLAJ

K1 LU1 LY1 0.9999

K2 LU2 LY2 0.9999

K3 LU3 LY3 0.9999

R23 2 27 100

C23 27 3 10N

R34 3 28 100

C34 28 4 10N

R24 2 29 100

C24 29 4 10N

R56 5 30 100

C56 30 6 10N

R67 6 31 100

C67 31 7 10N

R57 5 32 100

C57 32 7 10N

*YUK

RL23 2 3 50

RL34 3 4 50

RL24 2 4 50

.OPTIONS RELTOL=0.1 ABSTOL=1E-6 VNTOL=0.1 PIVREL=0.01

GMIN=1E-4 ITL5=50000

.TRAN 10U 21.6M UIC

.PROBE

.END



**** 02/11/96 15:01:45 ***** PSpice 5.0a (Sep 1991) ***** ID# 68726

UC DARBELI PAWM

**** Diode MODEL PARAMETERS

DIODE

IS 10.000000E-15

VJ .6

**** 02/11/96 15:01:45 ***** PSpice 5.0a (Sep 1991) ***** ID# 68726

UC DARBELI PAWM

**** BJT MODEL PARAMETERS

QM

NPN

IS 100.000000E-18

BF 50

NF 1

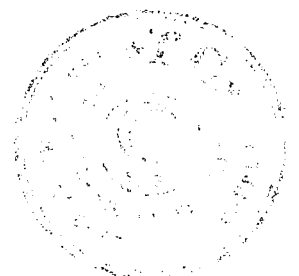
BR 1

NR 1

CJC 1.000000E-09

JOB CONCLUDED

TOTAL JOB TIME 350.43



EK 3

SİMGESEL DİLDE YAZILAN KONTROLÖR PROGRAMI VE ONALTILI
DOSYASI

008E	1	TR1	BIT	08EH
008F	2	TF1	BIT	08FH
0092	3	PWM_E	BIT	092H
0093	4	ADC_E	BIT	093H
0089	5	TMOD	DATA	089H
0021	6	DRLT	DATA	021H
0077	7	SAY	DATA	077H
008D	8	TH1	DATA	08DH
008B	9	TL1	DATA	08BH
00E0	10	ACC	DATA	0E0H
00F0	11	B	DATA	0F0H
00BE	12	VREF	EQU	220
FFF7	13	ADC_R	EQU	0FFF7H
	14	;*****		
7000	15	ORG 7000H		
7000 C28E	16	CLR TR1		
7002 758911	17	MOV TMOD,#00010001B		
7005 C28F	18	CLR TF1		
7007 C292	19	CLR PWM_E		
7009 7AA0	20	MOV R2,#0A0H		
700B 758DFE	21	KE:	MOV TH1,#0FEH	
700E 758B00	22	MOV TL1,#0		
7011 75E0C8	23	MOV ACC,#200		
7014 D28E	24	SETB TR1		
7016 D292	25	SETB PWM_E		
7018 D5E0FD	26	DJNZ ACC,\$		
701B C292	27	CLR PWM_E		
701D 308FFD	28	JNB TF1,\$		
7020 C28E	29	CLR TR1		
7022 C28F	30	CLR TF1		
7024 DAE5	31	DJNZ R2,KE		
7026 7576C8	32	MOV 76H,#0C8H		
7029 7B00	33	MOV R3,#0		
702B 757100	34	MOV 71H,#0		
702E 75770A	35	ADCP:	MOV SAY,#0AH	
7031 C28E	36	CLR TR1		
7033 85FF8D	37	MOV TH1,0FFH		
7036 85968B	38	MOV TL1,96H		
7039 D28E	39	SETB TR1		
703B E4	40	CLR A		
703C D293	41	SETB ADC_E		
703E 90FFF7	42	MOV DPTR,#ADC_R		



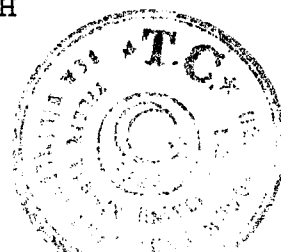
7041	F0	43		MOVX @DPTR,A
7042	2093FD	44		JB ADC_E,\$
7045	E0	45		MOVX A,@DPTR
7046	F521	46		MOV DRLT,A
7048	7900	47		MOV R1,#0
704A	C3	48		CLR C
704B	74BE	49		MOV A,#VREF
704D	9521	50		SUBB A,DRLT
704F	401F	51		JC IS1
7051	F521	52	DON1:	MOV DRLT,A
7053	C3	53		CLR C
7054	75F002	54		MOV B,#2
7057	84	55		DIV AB
7058	F572	56		MOV 72H,A
705A	E571	57		MOV A,71H
705C	75F003	58		MOV B,#3
705F	84	59		DIV AB
7060	F573	60		MOV 73H,A
7062	B90105	61		CJNE R1,#1,P1
7065	BB013A	62		CJNE R3,#1,NP
7068	804C	63		SJMP NN
706A	C3	64	P1:	CLR C
706B	BB0108	65		CJNE R3,#1,PP
706E	8029	66		SJMP PN
7070	7901	67	IS1:	MOV R1,#1
7072	F4	68		CPL A
7073	04	69		INC A
7074	80DB	70		SJMP DON1
7076	C3	71	PP:	CLR C
7077	E572	72		MOV A,72H
7079	9573	73		SUBB A,73H
707B	4002	74		JC E1
707D	8010	75		SJMP CIK1
707F	F4	76	E1:	CPL A
7080	04	77		INC A
7081	C3	78		CLR C
7082	F574	79		MOV 74H,A
7084	E576	80		MOV A,76H
7086	9574	81		SUBB A,74H
7088	4002	82		JC QN
708A	8033	83		SJMP DARBE
708C	E4	84	QN:	CLR A
708D	8030	85		SJMP DARBE
708F	3576	86	CIK1:	ADDC A,76H
7091	4002	87		JC MAX
7093	802A	88		SJMP DARBE
7095	74FF	89	MAX:	MOV A,#0FFH
7097	8026	90		SJMP DARBE
7099	C3	91	PN:	CLR C
709A	E572	92		MOV A,72H
709C	3573	93		ADDC A,73H
709E	40F5	94		JC MAX
70A0	80ED	95		SJMP CIK1
70A2	C3	96	NP:	CLR C
70A3	E572	97		MOV A,72H



70A5	3573	98		ADDC A,73H
70A7	400A	99		JC MIN
70A9	F574	100		MOV 74H,A
70AB	E576	101		MOV A,76H
70AD	9574	102		SUBB A,74H
70AF	4002	103		JC MIN
70B1	800C	104		SJMP DARBE
70B3	E4	105	MIN:	CLR A
70B4	8009	106		SJMP DARBE
70B6	C3	107	NN:	CLR C
70B7	E573	108		MOV A,73H
70B9	9572	109		SUBB A,72H
70BB	40C2	110		JC E1
70BD	80D0	111		SJMP CIK1
70BF	852171	112	DARBE:	MOV 71H,DRLT
70C2	F576	113		MOV 76H,A
70C4	F575	114		MOV 75H,A
70C6	E9	115		MOV A,R1
70C7	FB	116		MOV R3,A
70C8	308FFD	117		JNB TF1,\$
70CB	C28F	118		CLR TF1
70CD	C28E	119	DAR:	CLR TR1
70CF	C292	120		CLR PWM_E
70D1	758DFE	121		MOV TH1,#0FEH
70D4	758B6F	122		MOV TL1,#6FH
70D7	E575	123		MOV A,75H
70D9	D28E	124		SETB TR1
70DB	D292	125		SETB PWM_E
70DD	D5E0FD	126		DJNZ ACC,\$
70E0	C292	127		CLR PWM_E
70E2	308FFD	128		JNB TF1,\$
70E5	C28F	129		CLR TF1
70E7	D57703	130		DJNZ SAY,BOS
70EA	02702E	131		LJMP ADCP
70ED	7436	132	BOS:	MOV A,#54
70EF	D5E0FD	133		DJNZ ACC,\$
70F2	80D9	134		SJMP DAR
		135		END

VERSION 1.2h ASSEMBLY COMPLETE, 0 ERRORS FOUND

ACC.		D ADDR	00E0H
ADCP		C ADDR	702EH
ADC_E.		B ADDR	0093H
ADC_R.		NUMB	FFF7H
B.		D ADDR	00F0H
BOS.		C ADDR	70EDH
CIK1		C ADDR	708FH
DAR.		C ADDR	70CDH
DARBE.		C ADDR	70BFH
DON1		C ADDR	7051H
DRLT		D ADDR	0021H



E1	C ADDR	707FH
IS1.	C ADDR	7070H
KE	C ADDR	700BH
MAX.	C ADDR	7095H
MIN.	C ADDR	70B3H
NN	C ADDR	70B6H
NP	C ADDR	70A2H
P1	C ADDR	706AH
PN	C ADDR	7099H
PP	C ADDR	7076H
PWM_E.	B ADDR	0092H
QN	C ADDR	708CH
SAY.	D ADDR	0077H
TF1.	B ADDR	008FH
TH1.	D ADDR	008DH
TL1.	D ADDR	008BH
TMOD	D ADDR	0089H
TR1.	B ADDR	008EH
VREF	NUMB	00BEH

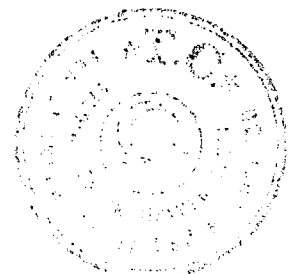


ONALTILI DOSYA

```

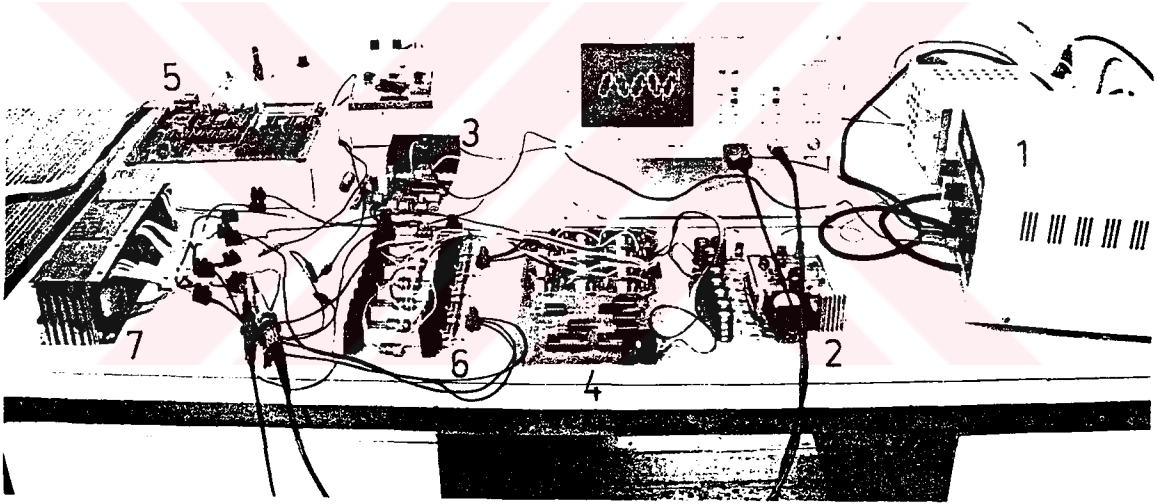
:10700000C28E758911C28FC2927AA0758DFE758B62
:107010000075E0C8D28ED292D5E0FDC292308FFDCD
:10702000C28EC28FDAE57576C87B00757100757700
:107030000AC28E85FF8D85968BD28EE4D29390FF07
:10704000F7F02093FDE0F5217900C374BE9521404F
:107050001FF521C375F00284F572E57175F00384A4
:10706000F573B90105BB013A804CC3BB0108802907
:107070007901F40480DBC3E572957340028010F45B
:1070800004C3F574E576957440028033E4803035AE
:10709000764002802A74FF8026C3E572357340F57E
:1070A00080EDC3E5723573400AF574E5769574405A
:1070B00002800CE48009C3E573957240C280D085DC
:1070C0002171F576F575E9FB308FFDC28FC28EC256
:1070D00092758DFE758B6FE575D28ED292D5E0FDDF
:1070E000C292308FFDC28FD5770302702E7436D5D1
:0470F000E0FD80D966
:00000001FF

```

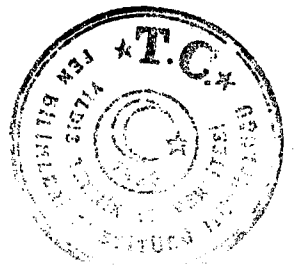


EK 4

DENEY DÜZENEGİ



- 1- Doğru gerilim kaynağı
- 2- Anahtarlama modu güç kaynağı
- 3- Doğru gerilim kısıyıcısı ve çıkış gerilimi örnek alıcı devre
- 4- Lojik, kontrol ve sürücü katı
- 5- Analog / dijital çevirici ve mikrokontrolör
- 6- Güç katı
- 7- Transformatör grubu



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi : 4 Mayıs 1958

Doğum yeri : İstanbul

Mezun olduğu ilkokul : İstanbul Nurettin Teksan İlkokulu

Mezuniyet tarihi ve ortaöğrenime başlama : 1969

Bitirdiği ortaöğrenim kurumu ve lisesi : İstanbul Özel Alman Lisesi

Liseyi bitirme ve üniversiteye başlama tarihi : 1977

Bitirdiği üniversite : İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği

Lisans mezuniyet tarihi : 1982

Yüksek lisansa başlama tarihi : 1983

Asistanlığa başladığı tarih : 1984

Halen araştırma görevlisi olarak çalıştığı kurum : İ.T.Ü. , Kontrol ve Kumanda Sistemleri, Elektrik Ölçmesi Birimi

Yüksek lisansı bitirdiği kurum : İ.T.Ü. , Elektrik Mühendisliği Bölümü

Yüksek lisansı bitirme tarihi : 1986

Yedek subaylık görevine başlama tarihi : 1986

Yedek subaylık görev yeri: Polatlı, Topçu ve Füze Okulu ve Milli Savunma Bakanlığı, Nato Enf. Daire Başkanlığı, Ankara

Yedek subaylığı bitirme tarihi : 1987

Doktoraya başlama tarihi: 1990

Evlilik tarihi : 1993

