

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

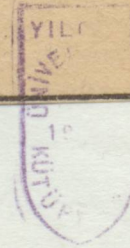
Kesintisiz Güç Kaynağı

Hakan Mumcuoğlu

Yüksek Lisans Tezi

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 152
Alındığı Yer : Fen Bil. Ens. 47
Tarih : 5.12.1988
Fatura :
Fiatı : 4000 TL
Ayniyat No : 1/21
Kayıt No : 45731
UDC : 378.242
-Ek : 621.3



-1-

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



KESİNTİSİZ GÜÇ KAYNAĞI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MÜH.İSMAİL HAKAN MUMCULAR

İSTANBUL 1987

İÇİNDEKİLER

İsimler ve kısaltmalar

1.Özet

1.1.Summary

2.UPS`in tanımlanması

2.1.Statik bypass anahtarlı UPS sistemleri

2.2.Paralel halde birkaç konverter içeren UPS sistemleri

2.3.Ada çalışma sistemi

3.Sistemin çalışması

3.1.Normal çalışma

3.2.Şebeke kesintisi

3.3.Şebeke enerjisinin geri gelmesi

3.4.Acil çalışma

4.UPS sistemlerinin bölümleri

4.1.Charger (doğrultucu,şarj edici)

4.1.1.Güç modülü

4.1.2.Charger`in görevi

4.1.3.Charger şalteri

4.1.4.Charger komütasyon bobini (Lk)

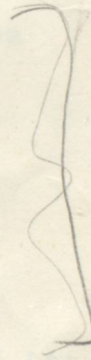
4.1.5.Aşırı gerilim koruma

4.1.6.Charger güç kontrol düzeni (doğrultucu)

4.1.7.Charger düzgülleştirici bobini (Ld)

4.1.8.Üç faz devrede komütasyon

4.1.9.Şebeke gerilimine komütasyonun etkisi



6-7

- 4.1.9.1. Besleyici bara ile bağlantı noktasındaki faz geriliminin şekli
- 4.1.10. Şebeke ve şarj edici arasındaki karşılıklı etkileşim
- 4.1.11. Charger (doğrultucu, şarj edici) kontrol devresi
- 4.1.12. DC kontrol sistemi
- 4.2. İnverter
- 4.2.1. Güç modülü
- 4.2.2. Gerilim üretme
- 4.2.3. AC gerilim üretme prensibi
- 4.2.4. 3 faz sistemin oluşturulması
- 4.2.5. Yarı iletken ile gerçekleştirme
- 4.2.6. Orta devre DC gerilimi
- 4.2.7. İnverter transformatörü
- 4.2.8. İnverter filtresi
- 4.2.9. İnverter güç kontrol düzeni
- 4.2.10. Güç kontrol düzeninin çalışma tarzı
- 4.2.10.1. Zorlamalı komütasyonun prensibi
- 4.2.10.2. Örnek olarak bir tek faz köprüsü devresinin (R fazı) komütasyon işlemi
- 4.2.10.3. Yük akımı değişimi
- 4.2.11. Çıkış geriliminin kontrolü
- 4.2.11.1. Puls genişliği modülasyonu
- 4.2.12. Komütasyon akımı ve gerilimi
- 4.2.13. Tristör RC elemanı
- 4.2.14. İnverter kontrol devreleri
- 4.3. Statik bypass
- 4.3.1. Güç modülü
- 4.3.2. Statik bypassın görevi

4643

İSİMLER VE KISALTMALAR

- 4.3.3.Kontrol devresi }
4.4.Servis bypass }
5.1.Kısa devre koruma elemanlarının seçilmesi
5.1.1.Giriş alçak gerilim dağıtımı
5.1.2.Yük dağıtım sistemi (çıkış dağıtımı)
5.2.Şebekedeki tepkiler
5.2.1.Harmonikler
5.2.2.Şebeke tepkisinin hesabı
5.2.3.Şebeke gerilimindeki bozulmanın azaltılması için ölçüler
6.Kullanılan kaynaklar
7.Üzgeçmiş

İSİMLER VE KISALTMALAR çıkış gerilimi

BR	Yük barası
CH	Charger ,şarj edici, doğrultucu
Cd	Orta devre dc devre
Ck	Komütasyon kapasitörü
Hr	Harmonikler
İG	Kapı akımı
İd	D C akım
Il	Yük akımı
Iwr	inverter çıkış akımı
Ibara	Yük barası akımı
KD	Üç-faz köprü devresi
Ld	Düzenleştirici bobin
Lk	Komütasyon bobini
LN	Şebeke endüktansı
RLT	Ters iletim tristör ve diyodu
SB	Statik bypass
Scn	Şebeke kısa devre gücü
Sn	Nominal güç
TD	Tristör tetikleme düzeni
Ubat	Batarya gerilimi
Ud	D C gerilim
Un	Nominal gerilim
Uod	Orta devre gerilimi
Urs,Ust,Utr	Faz-faz gerilimi
Uro,Uso,Uto	Faz-nötr gerilimi
Ubr	Yük barası gerilimi
UPS	Kesintisiz güç kaynağı

Uwr	inverter çıkış gerilimi
SrB	Servis bypass
WR	inverter
OD	D C gerilim orta devre
α (alfa)	Gecikme açısı
φ	Yer değiştirme açısı

I/U Karakteristik batarya akım gerilim sınırlama karakteristiği

1. ÖZET

Elektrik güç kaynaklarının genel olarak yüksek güvenilirliğine rağmen gerilim düşümleri, anahtarlama dalgaları ve kısa süreli kesintiler daima meydana gelebilir. Ek olarak güç kaynakları pik saatler denilen belirli zamanlarda tam yüklenir. Hatta bazen aşırı şekilde yüklenebilir. Aşırı yüklenme halinde kritik gerilim çökmeleri hatta sistemin kısmi çökmesine, bitkinliğine sebep olur. Birleştirilmiş enerji sistemlerinde (enterkonnekte sistem) normalde olmayan frekans sapmaları meydana gelebilir. Modern komputer ve telekomünikasyon sistemleri, güç kaynaklarının kullanılabilirliği üzerine çalışmaya ihtiyaç gösterir. Komputer sistemlerinde herhangi bir güç (enerji) kesintisi -milisaniye de olsa bilgi kayıplarına, program kesintisine hatta donanımın (hardware) zarar görmesine neden olur. Tüm bunlar maddi kayıptır. İzleme ve kontrol sistemlerinde, örneğin hava trafik kontrolunda kesintinin sonucu çok daha önemli olabilir. Kesintisiz güç kaynakları (U.P.S.) sistemleri güç kaynağını emniyetli bir biçimde sağlar. Onlar önemli ve hassas aletlerde kesintisiz elektrik gücü sağlayarak kritik fazla zaman sağlar. UPS sisteminin bir acil güç generatörü ile kombinasyonunda şebeke sisteminin her türlü sıkıntısına karşı etkili koruma sağlanır. UPS'in güç istasyonları kontrol sistemleri, demir yolu sistemleri, komputer, telekomünikasyon sistemleri, askeri uygulamalar gibi alanlarda kullanılması ihtiyacı vardır. UPS sisteminin özel karakteristikleri düşük bakımı ihtiyacı, basit kuruluşu, yüksek verimi, düşük çalışma maliyeti, kusursuz frekansı ve gerilimidir.

1.1 SUMMARY

UPS systems provide security of power supply. They are used wherever important and sensitive equipment having critical survival time must be provided with uninterruptible electric power.

In spite of the present general high reliability of electrical power supply, voltage dips, switching surges and shortterm interruptions can be always occur, even in strong systems.

In addition, power supply systems are usually fully loaded during peak periods, or at times even overloaded. The latter may result in critical voltage sags or even collapse of parts of the systems. In systems which are not part of a larger systems such as the unified international systems, unacceptable frequency deviations may also occur.

Modern computer and telecommunication systems place heavy demand on availability of power supply. In computer systems, any power interruption -even of miliseconds duration- can cause loss of data, program interruption, or even damage to the hardware ;that is, it can cause extensive financial loss.

In monitoring and control systems, such as in air traffic control, the consequences of an interruption could be even more serious.

In addition, for financial or security reasons, operation must be maintained even during extended power failures, which may be caused by cable damage (constructions work),

fault in substations ,severe weather conditions and so on.
UPS systems, possibly in combination with an emergency
generating set ,provide effective protection against any
kind of system disturbances.

In addition, the high efficiency of these UPS systems
results in low operating costs.

2. UPS İN TANIMLANMASI

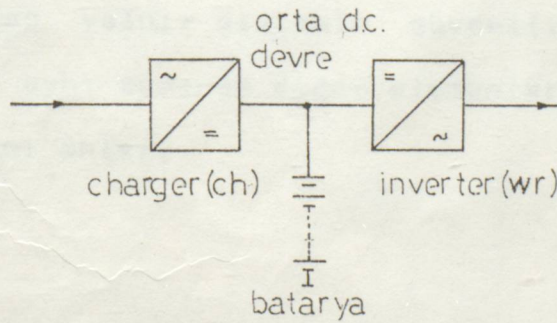
Bu tez hassas yüklere güvenlive kararlı güç sağlayan statik kesintisiz güç kaynağı içindir. Aşağıda komputer, telekomünikasyon ve havaalanı tertibatları gibi önemli yüklerin gücü için çalışması başarılı sistem tanımlanmıştır. Genelde UPS tertibatı şebeke geçici olayları ve şebeke kesintisini hissetmemesi gereken tüm yükler için güç kaynağı olarak hizmet edebilmelidir. UPS tesisatının amacı, şebekenin bir kesintisi esnasında bile kesintiden ayrı bir güç ile tüm bağlı yüklere güç vermektir. Bu zaman aralığında güç kaynağını çalışmada tutmak için enerji depolanmış olmalıdır. Bataryalar yalnız gerçek ihtiyaçlar için depolanmış güvenli sistemlerdir. Onların dezavantajı yalnız dc enerji depolayabilmeleridir. Çoğu yükler sabit ac frekansa ve gerilime ihtiyaç gösterirler. Bu sebepten dolayı güç UPS sistemlerinde iki kez dönüştürülür. Önce ac den dc ye ve sonra dc den ac ye. UPS düzeninin ana bölümü şarj edici (charger-ch-) ve dönüştürücü (inverter-wr-) olmak üzere 2 temel modül ihtiva eden konverter ünitesidir. Bir batarya ünitesi charger (şarj edici) devresi çıkışı ile yani orta dc devre ile paralel bağlıdır. Ve batarya ünitesi şebeke kesintisi esnasında inverter giriş gücünü sağlar. Böylece kritik yükün kesintisiz gücü sağlanır. Charger (şarj edici, doğrultucu) elektrik şebekesinden aldığı ac'yi batarya için gerekli dc gerilime çevirir. Bununla birlikte çoğu kullanıcılar ac gerilimde çalışır. Bundan dolayı dc gerilim yükten bağımsız olmak üzere inverter yardımı ile sabit gerilim ve frekansında ac gerilime

çevrilir.Charger ve inverter tamamıyla statik elemanlar içerir. Bu yüksek yeterlilik ,güvenilirlik ve düşük bakım sağlar.Çevrim içi (on-line) komputer uygulamaları için bir tek konverter ünitesi ile sağlanan güvenilirlik genelde yeterli değildir. UPS in yüksek güvenilirliği istendiğinde UPS sistemi fazla şekilde (birden fazla sistem) bağlanır. Fazla şekilde bağlama burada kullanıcı gücünün (kesintisiz gücün) birbirine paralel bağlanmış iki veya daha fazla konverter tarafından üretilmesidir.

Konverterlerin sayısı, enaz birtek konverterin çıkış gücü ile istenen toplam gücün üstünde olacak olan toplam kurulacak güç oranlanarak seçilmelidir.Bu seçim inverterlerin birinin arızalanması durumunda enerjinin diğer inverter tarafından güvenli şekilde verilmesini sağlar.Sistem ne kadar çok paralel sistemden oluşursa güvenilirlik derecesi o kadar artar.Şekil 3.

Şekil.1.Temel modüller

doğrultucu+inverter



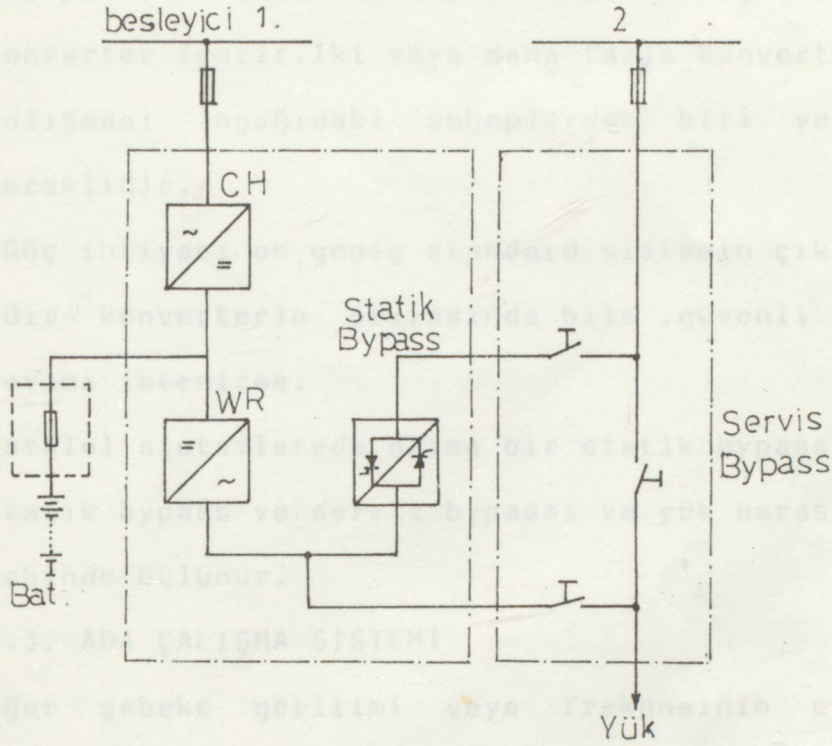
2.1. STATİK BYPASS ANAHTARLI UPS SİSTEMLERİ

Bu sistem bir statik bypass devresi ilave edilmiş bir tek konverter içerir. (Şekil 2.) Bir statik bypass ünitesi, ünitenin veya sistemin giriş ve çıkış frekansı aynı olan yerde daima kullanılabilir. Farklı gerilimler bir transformatör yardımıyla düzeltilir. Veya konverter çıkış gerilimi bir senkronizasyon düzeni ile giriş gerilimine eşitlenir. Statik bypassa ek olarak UPS sisteminin bakımı ve tamiri sırasında yükü üzerine alabilen bir manuel servis bypassı daima vardır. Bu şekilde kritik yükün enerjisi hiç kesilmeden UPS sisteminin çalışması tamamen durdurulabilir. Normal şartlar altında kullanıcılar konverter yardımı ile beslenir. Statik şebeke bypassı UPS barasından şebeke girişine yükü otomatik ve kesintisiz transfer eder. Statik bypass aşağıdaki iki halde görev yapar:

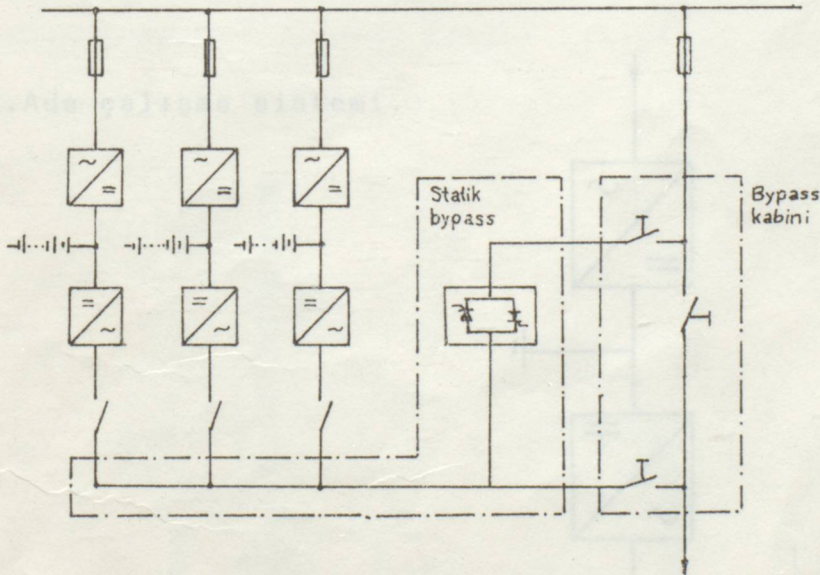
- Aşırı yüklenme durumu, motorların ilk çalışma anında, yüksek akım akışında veya kullanıcı hattındaki bir kısa devrede,
- UPS sisteminin arızalanması durumunda.

Statik bypass yalnız sistemin güvenilirliğinin artmasını sağlamaz, aynı zamanda diğer elemanların gereksiz şekilde boyutlanmasını önler.

Şekil.2. Statik bypass (tek konverter ünitesi)



Şekil.3. Çoklu konverter şekli



2.2. PARALEL HALDE BİRKAÇ KONVERTER İÇEREN UPS SİSTEMLERİ

Bir paralel sistem aynı yük barasına bağlanmış n adet benzer konverter içerir. İki veya daha fazla konverterlerin paralel çalışması aşağıdaki sebeplerden biri veya diğeri için gereklidir.

- Güç ihtiyacı en geniş standard sistemin çıkış gücünü aşarsa,
- Bir konverterin arızasında bile ,güvenli güç kaynağının devamı istenirse.

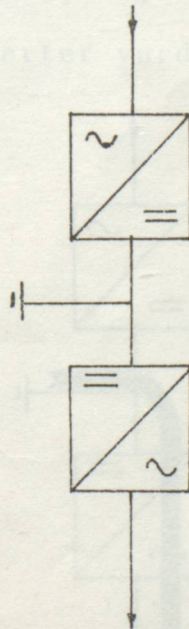
Paralel sistemlerde daima bir statik bypass ilave edilir.

Statik bypass ve servis bypassı ve yük barası daima ayrı bir kabinde bulunur.

2.3. ADA ÇALIŞMA SİSTEMİ

Eğer şebeke gerilimi veya frekansının cinsi bakımından cihaza sağlanan güç yetersiz ise sistem frekans değiştirici (frekans konverteri) (50-60 hz) olarak çalıştırılırsa bypass düzeni tamamen kaldırılır.

Ş.4. Ada çalışma sistemi.



3. SİSTEMİN ÇALIŞMASI

Uzun süreli gerilim artması veya kesinti gibi şebeke güç kaynağındaki geçici olaylar aletlerin hasar görmesine, üretim ve bilgi kayıplarına veya yaşamın tehlikeye girmesine sebep olabilir. Statik sabit güç kaynak sistemleri böyle etkilere karşı tamamen korumayı temin eder. Kesintisiz güç kaynakları maksimum güvenilirlik ve güçlülük amacı için dizayn edilirler. Bundan dolayı yalnız komputerler için değil aynı zamanda güç istasyonları, kimyasal tesisler, sahil dışı petrol tesisleri gibi ağır görev uygulamaları için uygundur.

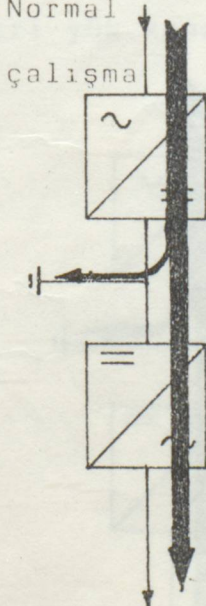
3.1. NORMAL ÇALIŞMA

Batarya şarj edici şebeke gerilimini dönüştürücü yardımı ile tamamen bağımsız ac ye çevrilecek olan tam doğru gerilime çevirir. Aynı zamanda batarya düz (tampon) şarjda tutulur.

3.2. ŞEBEKE KESİNTİSİ

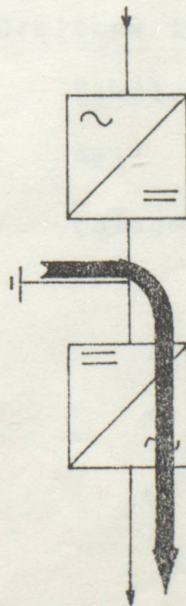
Şebeke enerjisinin kesilmesinde batarya herhangi bir kesinti olmadan invertere enerji sağlar. Çıkıştaki sabit oran ve frekansta uygun olan gerilim inverter yardımı ile kararlı kılınır.

Şekil.5. Normal



Şekil.6. Şebeke

kesintisi



3.3.ŞEBEKE ENERJİSİNİN GERİ GELMESİ

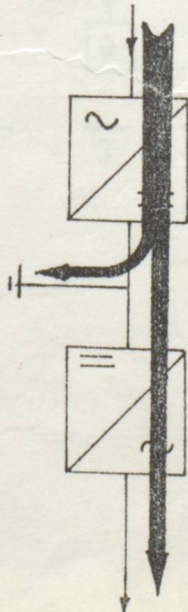
Şebeke enerjisi müsaade edilen toleranslarda tekrar gelir gelmez ,batarya şarj edici inverter için gerekli dc enerjiyi sağlar ve bataryayı ani olarak şarj eder.

3.4.ACİL ÇALIŞMA

İnverterin fevkalade kuvvetli olması durumunda motorların ağır başlama yükü,trafoların açılması,cihaz sigortalarının atması gibi olaylar için bypass devresi vasıtasıyla şebeke kaynağının yardımına ihtiyaç olunmaz.Ancak inverterin böyle aşırı yüklenmelerinde şebekeden yardım görmesi cihazın ömrünü artırır.Bir hata olayında veya cihazın bakım amacı için yükü şebeke kaynağına anahtarlayan bir değiştirme düzeni (kontaktör ve tristörler) bundan dolayı gereklidir.Bu statik bypass devresi inverter ve şebeke arasında düzgün yük değişimini garanti eder.İnverter gerilimi ve akımı devamlı şekilde uyarılır.Müsade edilmeyen olaylarda şebeke kaynağına yük üzerinde hemen anahtarlama olur.Aşırı yük gibi bozucu faktör olur olmaz ortadan kaldırılır.İnverter tekrar otomatik olarak yükü üzerine alır.Statik anahtar inverterin yetersiz aşırı yük kapasitesini düzeltmek için sıklıkla kullanılır.

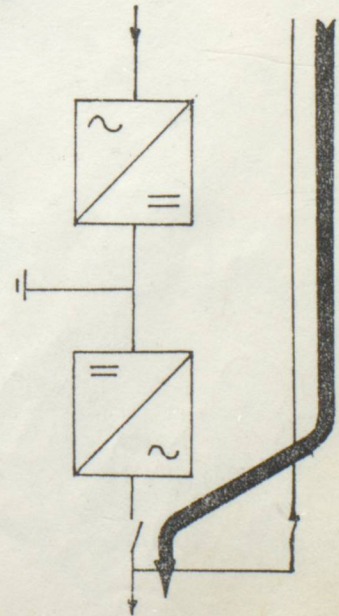
Şekil.7.

Şebeke
geri
gelmesi



Şekil.8.

Acil
çalışma



4. UPS SİSTEMLERİNİN BÖLÜMLERİ

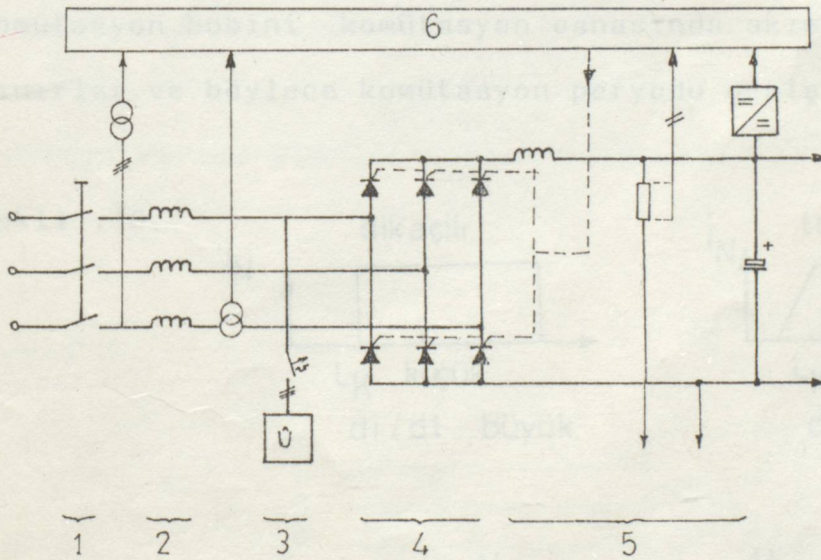
4.1. CHARGER (DOĞRULTUCU , ŞARJ EDİCİ)

4.1.1. GÜÇ MODÜLÜ

Doğrultucu esas olarak şu elemanları içerir. (Şekil .3.)

- Giriş anahtarı (1)
- Şebeke tepkilerini azaltmak için komütasyon bobini (2)
- Anlık gerilim artışlarını önleyici devre (3)
- Tam kontrollü üç faz doğrultucu köprü devresi (4)
- Çıkış filtresi (düzgünleştirici bobin ve dc kapasite) (5)
- Elektronik izleme ve kontrol (6)

Şekil.9. Charger ,doğrultucu güç devresi



4.1.2.CHARGER`IN GÖREVİ

Chargerin görevi bataryayı şarj etmek ve aynı zamanda invertere güç sağlamaktır. 3 faz şebeke gerilimi giriş şalteri ve komütasyon bobinleri yardımıyla doğrultucu köprüye iletilir. Doğrultucu ac gerilimi batarya ihtiyaçlarına göre ayarlanan dc gerilime çevirir.

4.1.3. AŞIRI GERİLİN KORUMA

Charger'ın aşırı gerilim koruyucu (aşırı gerilim koruyucu)

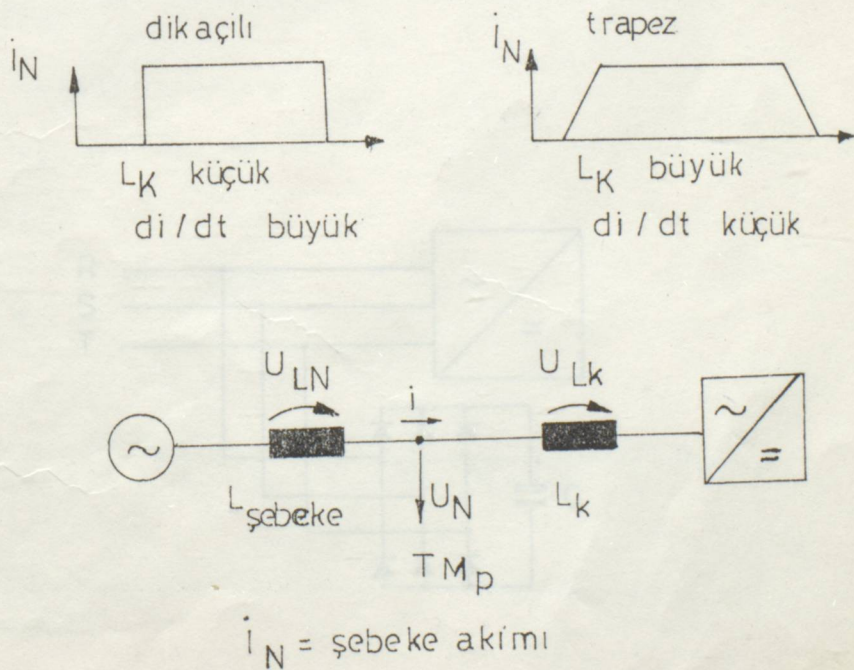
4.1.3.CHARGER ŞALTERİ

Şarj edici yük kesici anahtarı şarj edicinin şebeke tarafına konulur.0 şarj edicisiz donanımda çalışmak için charger'ın fiziksel olarak ayrılmasına izin verir.

4.1.4.CHARGER KOMÜTASYON BOBİNİ (Lk)

Komütasyon bobini komütasyon esnasında akımın artma oranını sınırlar ve böylece komütasyon periyodu genişler.

Şekil .10.



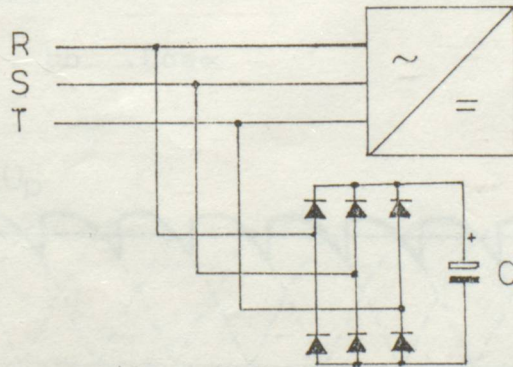
4.1.4. CHARGER GÜÇ KONTROL DÜZENİ (DOĞRULTUCU)

Endüktanstaki zıt gerilim $U_L = L \cdot di / dt$ dir. Bundan dolayı akım artış oranı daha küçük ve L_n endüktansına karşı gerilim düşümü daha küçüktür. Bununla birlikte trapez şeklindeki akım dik açılı akıma göre harmonik uyumdan dolayı önemli bir şekilde azalmaya sahiptir.

4.1.5. AŞIRI GERİLİM KORUMA

Charger'ı (kısmi yarı iletken) tehlikeli aşırı gerilimlerden korumak için bir şebeke koruyucusu (aşırı gerilim koruyucu) güç kontrol düzeninin girişinde kullanılır. 3 faz şebeke koruyucu tarafından doğrultulur. Ve dc gerilim kapasitörlerle sabit tutulur. Görülmesi mümkün olan büyük dalgalar kapasitör yardımı ile yok edilir. Bu düzende özgül kapasitesi yüksek olan elektrolitik kapasitörlerden yararlanır. Tristör RC elemanı güç kontrol düzenini korumak için aşırı gerilim koruma elemanı kullanıldığı için kullanılmaz.

Şekil 11.



4.1.6. CHARGER GÜÇ KONTROL DÜZENİ (DOĞRULTUCU)

Charger , 6-pulslu hat değişimli kontrollu gruplar içerir. 0 tristörler ile oluşturulmuş 3-faz köprü devresi olarak dizayn edilmiştir. Vedoęal komütasyonla çalışır. Yani komütasyon akımı şebeke geriliminin etkisi altında kendiliğinden bir fazdan bir faza taşınır. Bu nedenle özel komütasyon düzene ihtiyacı yoktur. Bu 3-faz köprüsü , charger güç kontrol düzeni olarak adlandırılır. 0 3-faz sistemden 6-pulslu dc gerilim üretir. Uygun kontrol metodu (faz-açı kontrolü) yardımıyla çıkış gerilimi şebeke gerilimi , yük şartlarından bağımsız olarak sabit tutulur.

Charger gerekli enerjiyi sağlayarak tam yüklü inverteri beslerken aynı zamanda tam deşarj olmuş aküleri tekrar doldurmaya muktedirdir.

Şekil.12. DC gerilim karakteristiği / güç kontrol düzeninin çıkışındaki kontrol açısı

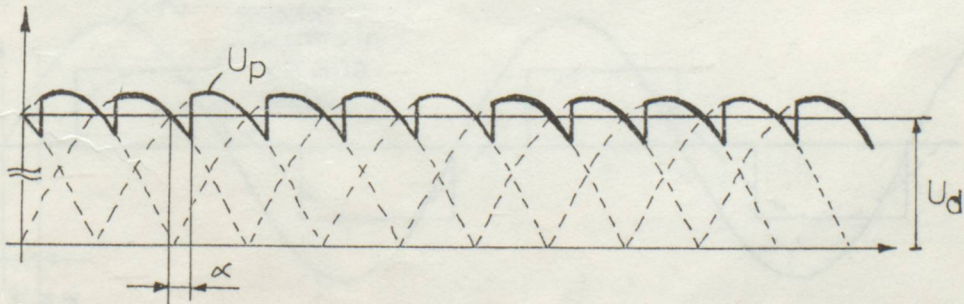
U_d = DC gerilim

U_n = Faz-faz gerilimi = 380 V

α = Gecikme açısı

U_p = Tepe gerilimi

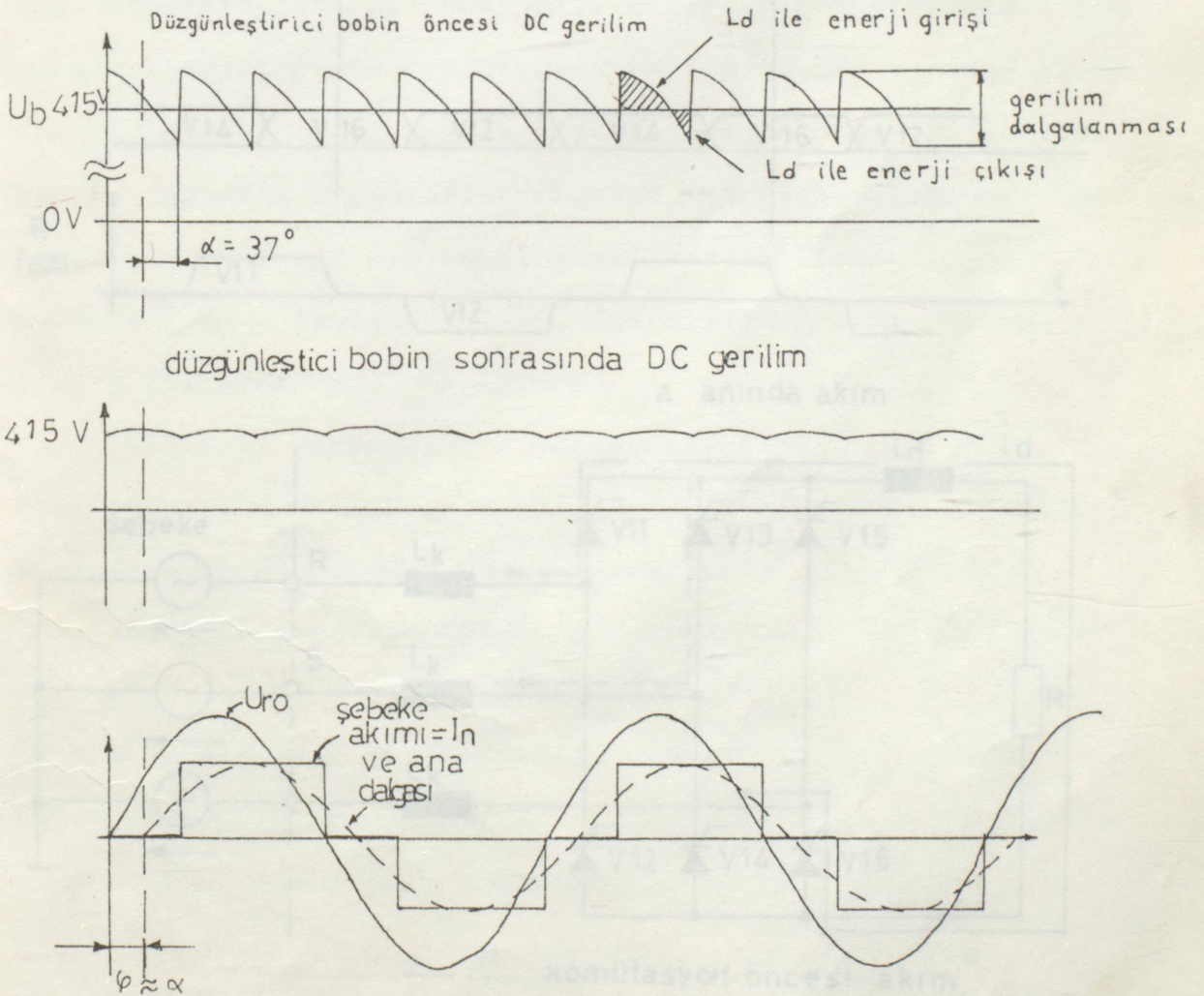
$$U_d = \frac{3 \cdot \sqrt{2}}{\pi} \cdot U_n \cdot \cos \alpha$$



4.1.7. CHARGER DÜZGÜNLEŞTİRİCİ BOBİNİ (Ld)

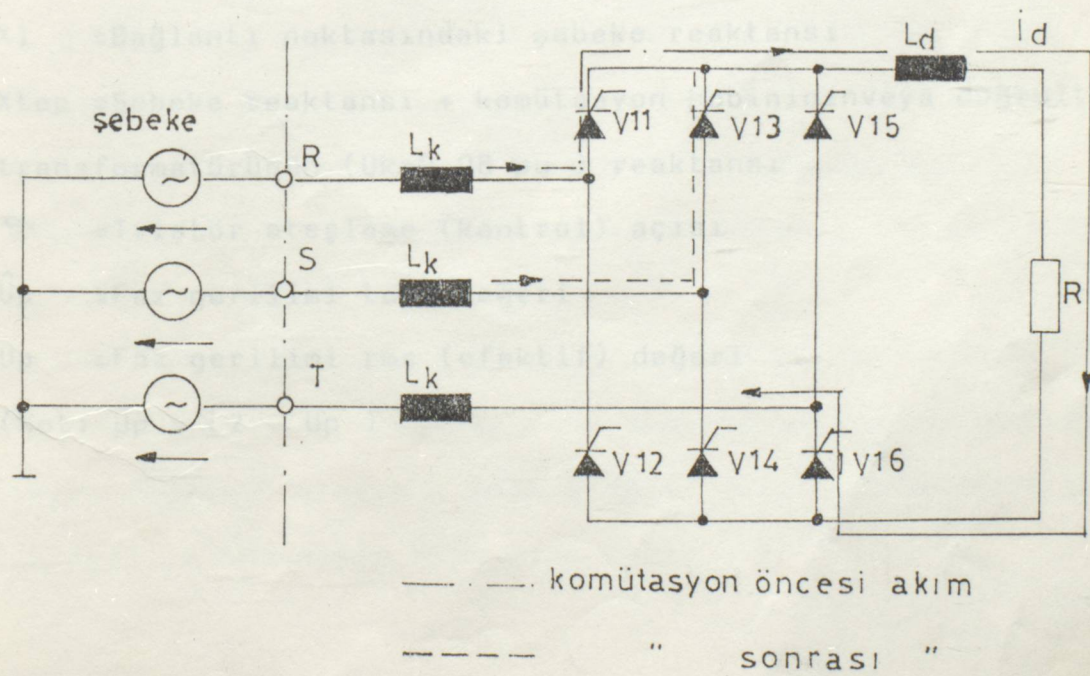
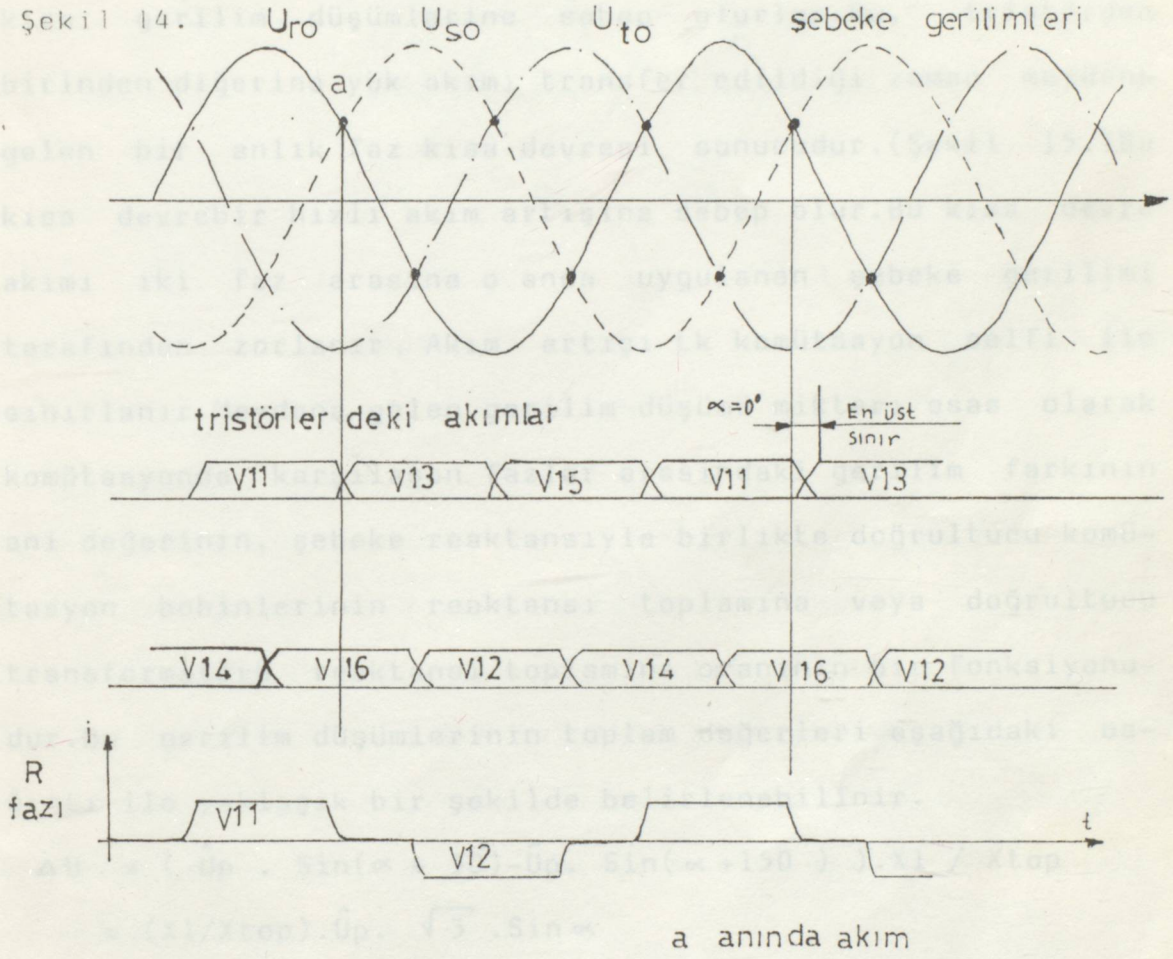
Doğrultucu yardımı ile üretilen dc gerilim dalgalı dc gerilimdir. Bu bataryanın ısısının artmasına, levhaların yüzeyinin bozulmasına sebep olur. Bataryanın ömrü şarj edicinin dalgalı gerilimi minimum tutularak uzatılır. Bu düzgülleştirici bobin ile başarılır. Bu bobin dc gerilimi düzgülleştirir. Vebatarya akımının dalgalanmasını müsaade edilen değerlerde tutar.

Şekil 13. Şebeke ve DC gerilim arasındaki ilişki



4.1.8. ÜÇ FAZ DEVREDE KOMÜTASYON

Şekil 14.



4.1.9.ŞEBEKE GERİLİMİNE KOMÜTASYONUN ETKİSİ

Statik doğrultucular şebeke tarafındaki ac faz periyodik kısa gerilim düşümlerine sebep olurlar. Bu, tristörden birinden diğerine yük akımı transfer edildiği zaman meydana gelen bir anlık faz kısa devresi sonucudur. (Şekil 15.) Bu kısa devre bir hızlı akım artışına sebep olur. Bu kısa devre akımı iki faz arasına o anda uygulanan şebeke gerilimi tarafından zorlanır. Akım artışı Lk komütasyon selfi ile sınırlanır. Meydana gelen gerilim düşümü miktarı esas olarak komütasyonda karşılaşılan fazlar arasındaki gerilim farkının ani değerinin, şebeke reaktansı ile birlikte doğrultucu komütasyon bobinlerinin reaktansı toplamına veya doğrultucu transformatörü reaktansı toplamına oranının bir fonksiyonudur. Bu gerilim düşümlerinin toplam değerleri aşağıdaki bağıntı ile yaklaşık bir şekilde belirlenebilir.

$$\Delta U = (\hat{U}_p \cdot \sin(\alpha + 30^\circ) - \hat{U}_p \cdot \sin(\alpha + 150^\circ)) \cdot X_l / X_{top}$$

$$= (X_l / X_{top}) \cdot \hat{U}_p \cdot \sqrt{3} \cdot \sin \alpha$$

X_l = Bağlantı noktasındaki şebeke reaktansı

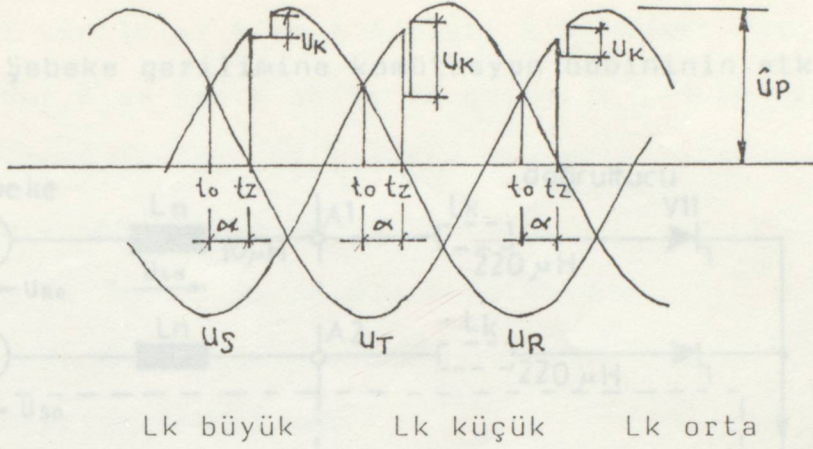
X_{top} = Şebeke reaktansı + komütasyon bobininin veya doğrultucu transformatörünün ($U_k = 0.08$ pu) reaktansı

α = Tristör ateşleme (kontrol) açısı

\hat{U}_p = Faz gerilimi tepe değeri

U_p = Faz gerilimi rms (efektif) değeri

(Not: $\hat{U}_p = \sqrt{2} \cdot U_p$)



Şekil 15. Farklı Lk komütasyon selfleri ile hat geriliminin değişimi

t_o doğal tetikleme noktası (30°)

α kontrol açısı

t_z tetikleme noktası

U_p faz geriliminin tepe noktası

U_k komütasyon nedeniyle olan gerilim düşümü = ΔU

4.1.9.1. BESLEYİCİ BARA İLE BAĞLANTI NOKTASINDAKİ FAZ GERİLİMİNİN ŞEKLİ

Konverterler için aşağıdaki yaklaşık bağlantılar uygulanır

a) Bataryanın tam şarjı (ateşleme açısı = 40°) ve oranlı konverter çıkışı için:

$$\Delta U = \sqrt{2} \cdot U_p \cdot (X_l/X_{top}) \cdot \sqrt{3} \cdot \sin 40^\circ = 1,58 \cdot U_p \cdot (X_l/X_{top})$$

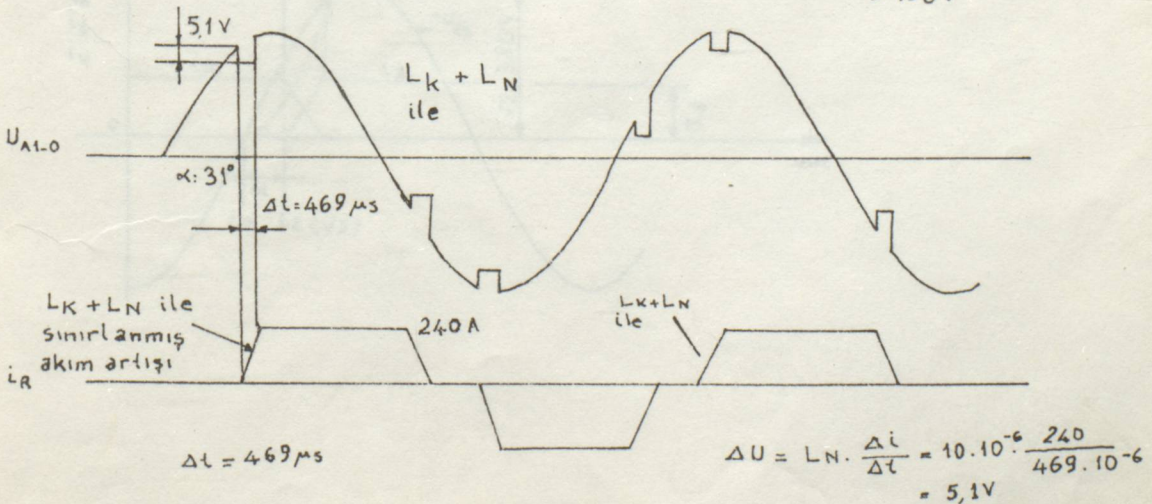
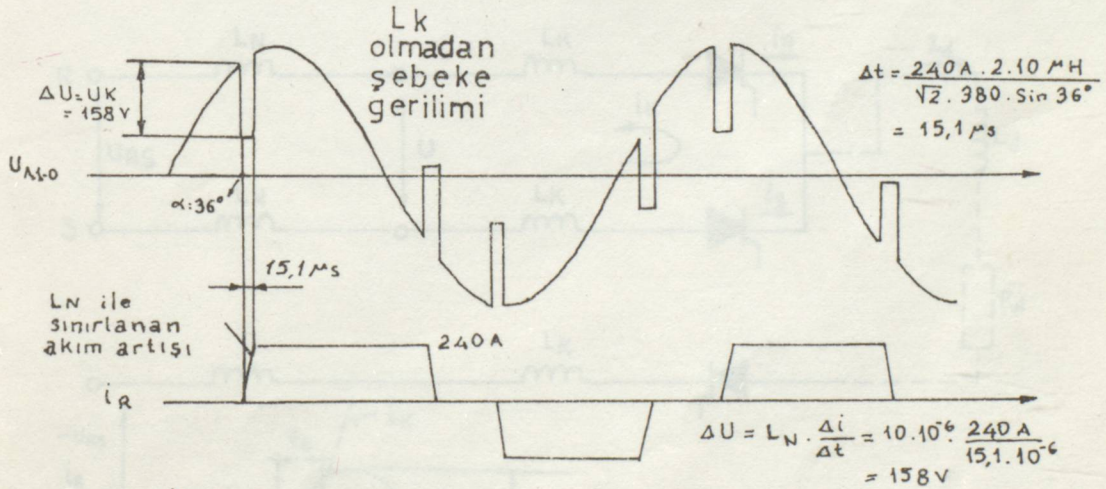
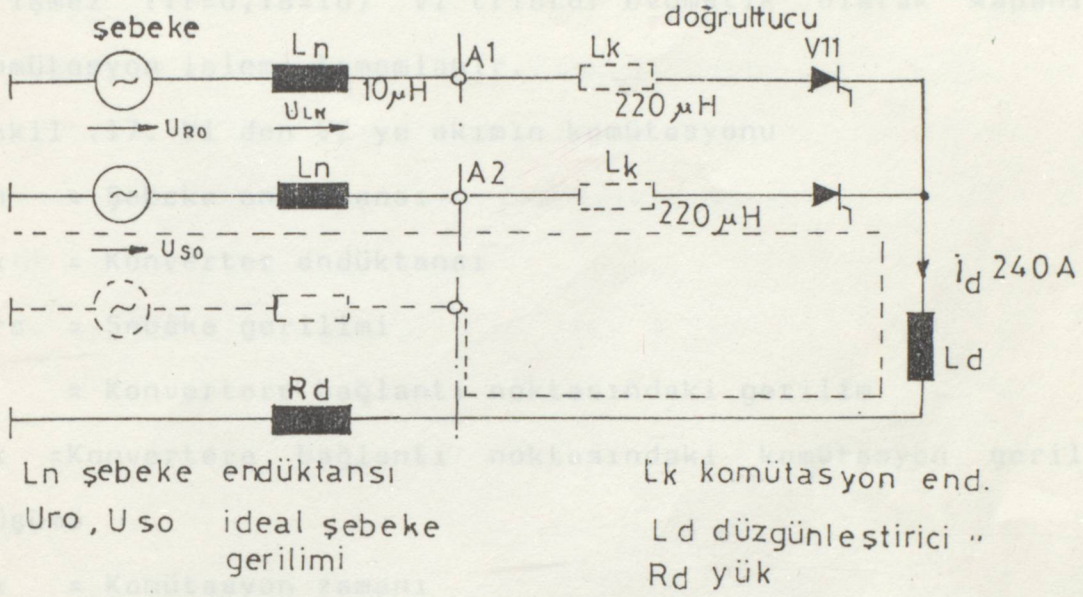
b) Bataryanın yavaş şarjı için ($\alpha = 30^\circ$):

$$\Delta U = \sqrt{2} \cdot U_p \cdot (X_l/X_{top}) \cdot \sqrt{3} \cdot \sin 30^\circ = 1,22 \cdot U_p \cdot (X_l/X_{top})$$

Yukarıdaki formül ateşleme açısının artması ile ΔU gerilim düşümünün arttığını gösterir.

Bununla birlikte, aynı zamanda gerilim düşümü süresi ilk halde daha az akım komütasyonu nedeniyle, ikinci halde komütasyon fazları arasında olan efektif değer olarak daha yüksek gerilim nedeniyle daha kısa olur.

Şekil 16 Şebeke gerilimine komütasyon bobininin etkisi.



V1 ve V2 ileticisi R ve S fazları arasındaki geçici kısa devreye uyar. Kısa devre akımı i_k geçer. i_k , I_d değerine erişir erişmez ($i_R=0, i_S=I_d$) V1 tristör otomatik olarak kapanır. Komütasyon işlemi tamamlanır.

Şekil .17. V1 den V2 ye akımın komütasyonu

L_n = Şebeke endüktansı

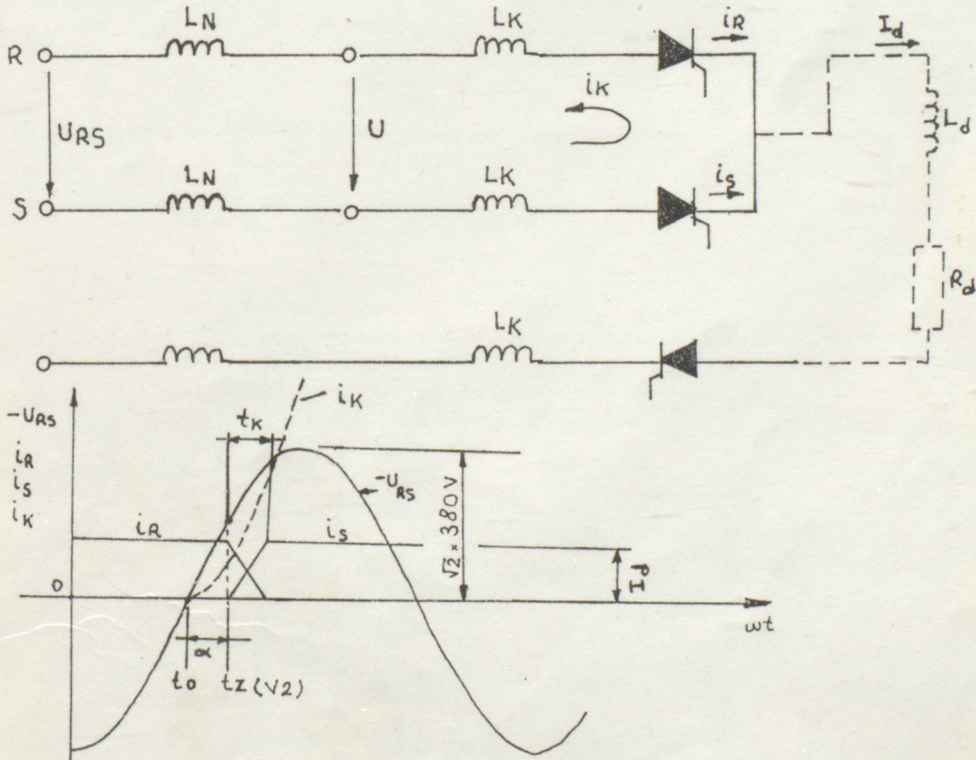
L_k = Konverter endüktansı

U_{RS} = Şebeke gerilimi

U = Konvertere bağlantı noktasındaki gerilim

U_k = Konvertere bağlantı noktasındaki komütasyon gerilim düşümü

t_k = Komütasyon zamanı



4.1.10. ŞEBEKE VE ŞARJ EDİCİ ARASINDAKİ KARŞILIKLI ETKİLEŞİM

(TEORİK DÜŞÜNCELER)

3-100 kVppn devresinin skemi dik yerdedir.

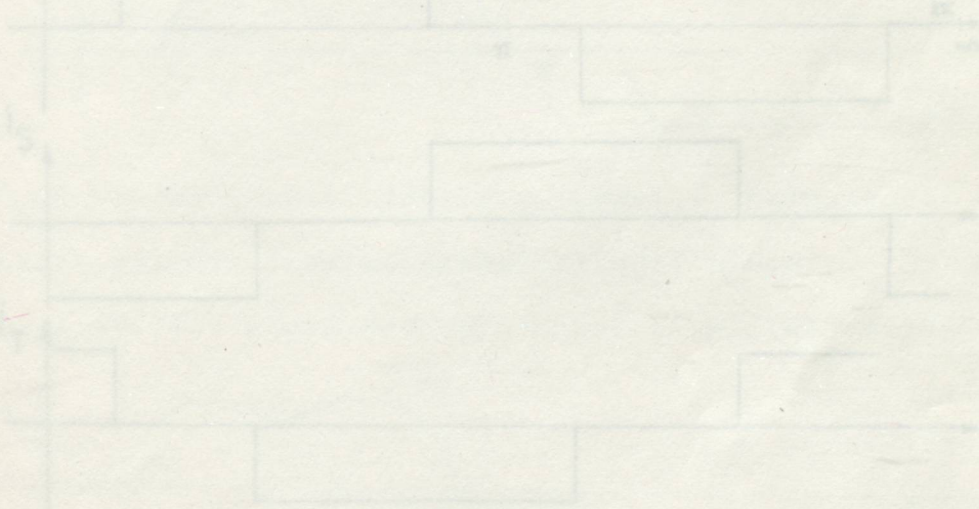
$$dis / dt = U_{rs} / L_{top} , (L_{top} = 2(L_k + L_n))$$

$$t_k = I_d / (dis / dt) = I_d \cdot (L_{top} / U_{rs})$$

=====

$$U_k = U_{rs} \cdot 2 \cdot (L_n / L_{top})$$

$$U_k = 380 \cdot \sqrt{3} \cdot \sin \alpha \cdot L_n / (L_n + L_k)$$

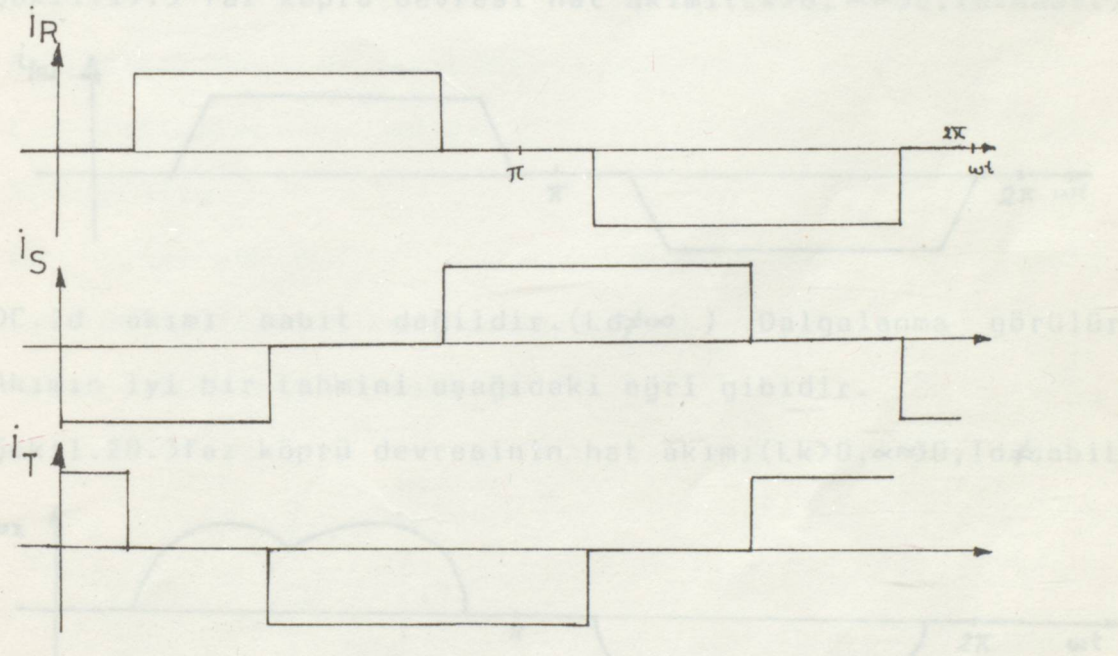


n	f (Hz)	% Miktar
1	50	100
5	250	20
7	350	14,3
11	550	9,1
13	650	7,7
17	850	5,3
19	950	5,3
23	1150	4,3
25	1250	4,0

4.1.10. ŞEBEKE VE ŞARJ EDİCİ ARASINDAKİ KARŞILIKLI ETKİLEŞİM (TEORİK DÜŞÜNCELER)

3 faz köprü devresinin akımı dik açılıdır.

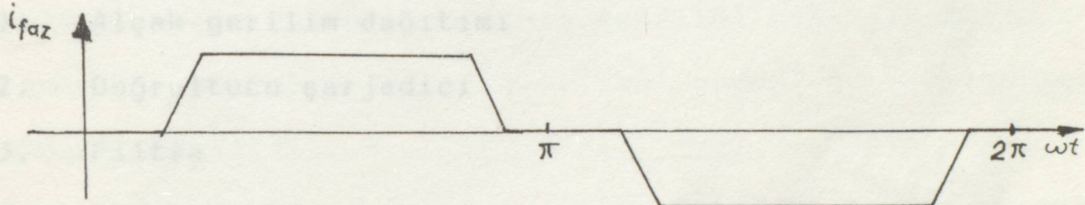
Şekil .18. 3 faz köprü devresinin ideal akımı (Yani $L_k=0, I_d=\text{sabit}, \alpha=30^\circ$)



n	f(Hz)	%Miktar
1	50	100
5	250	20
7	350	14,3
11	550	9,1
13	650	7,7
17	850	5,9
19	950	5,3
23	1150	4,3
25	1250	4,0

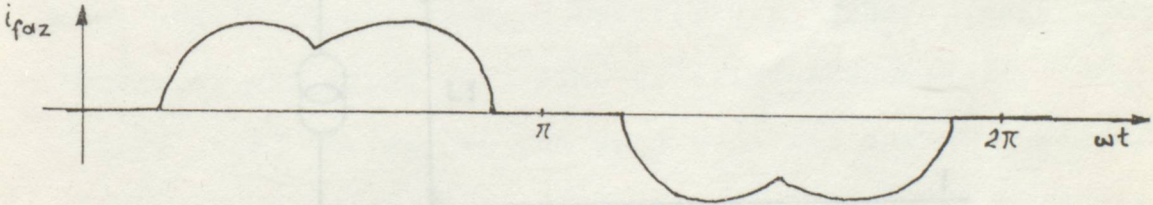
Pratikte akım daima mevcut olan belirli bir L_k komütasyon selfinden dolayı (şebeke transformatörü, alçak gerilim dağıtımı) asla dik açılı değildir. Bundan dolayı harmonik akımlarının, kısmi olarak yüksek harmonikleri durdurulur. Durdurma L_k miktarına ve doğrultucunun tetikleme açısı α 'ya bağlıdır.

Şekil.19.3 faz köprü devresi hat akımı ($L_k > 0, \alpha \approx 30^\circ, I_d = \text{sabit}$)



DC. I_d akımı sabit değildir. ($L_d \neq \infty$) Dalgalanma görülür. Akımın iyi bir tahmini aşağıdaki eğri gibidir.

Şekil.20.3 faz köprü devresinin hat akımı ($L_k > 0, \alpha \approx 30^\circ, I_d \neq \text{sabit}$)



mümkün olduğu kadar yüksek olması gereken L_k komütasyon bobininin izahları aşağıda belirtilmiştir. Bu şu şekilde elde edilebilir.

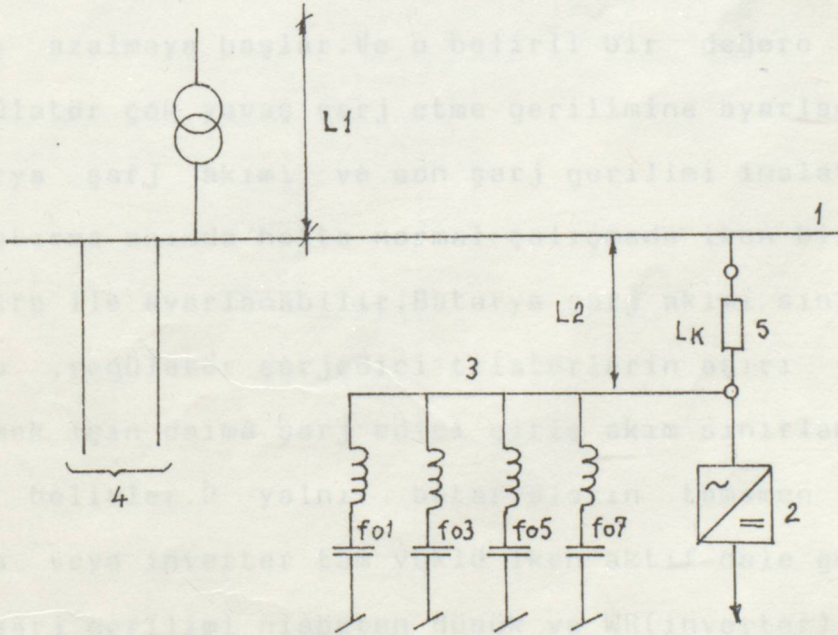
- Şarj edici ve konverterde iyi boyutlandırılmış komütasyon bobini,
- Yüksek bir \mathcal{E}_c ile giriş transformatörünün hazırlanması.
- Düşük endüktanslı kabloların olmaması (yani tek damarlı kablo kullanılmamalıdır.)

Önemli Not:

Konverterlerin yukarıdaki tüm endüktansın toplamı olarak komütasyon endüktansı anlaşılır. Tüm bu ölçümler etkili değildir. (zayıf şebeke, ayarlamalar.) Şebeke tepkisi filtre devresi yardımı ile azaltılabilir. (Şekil.21.) Bunun için filtre devresi hesabı ve dizaynı çok iyi yapılmalıdır.

Şekil.21.

1. Alçak gerilim dağıtımı
 2. Doğrultucu şarj edici
 3. Filtre
 4. Diğer yükler
 5. Doğrultucunun komütasyon bobini
- f_{oi} i. harmoniğin frekansı



4.1.11. CHARGER (DOĞRULTUCU,ŞARJ EDİCİ.) KONTROL DEVRESİ

Normal şartlar altında şarj edici regülatörü doğrultucu köprüsü çıkış gerilimini batarya tiplerine göre yavaş şarj için istenilen sabit değerde tutar. Eğer şebeke kesilirse şarj edici (charger) otomatik olarak durur ve şebeke geri geldiğinde otomatik olarak tekrar çalışır. Charger ın durduktan sonra her çalışmasında şebekenin ani yüklenmesini önlemek için doğrultucu çıkış gerilimi yaklaşık 20 sn.de , kademeli olarak düzeltilir. (Yani normal gerilimine kademe kademe yükseltilir.)

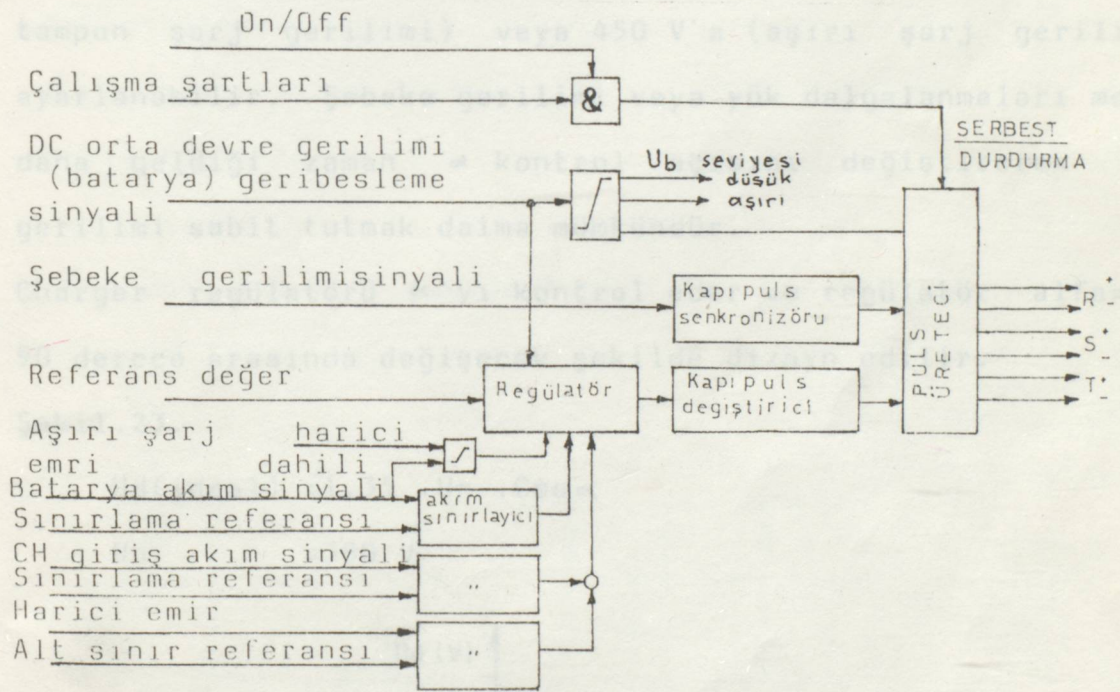
Şebeke kesintisinden sonra ,batarya I/U karakteristiğini takip ederek ,normalde kurşun-asitli akülerde 2.4 V/hücre veya nikel-kadmiyumlu akülerde 1.6V/hücre`ye kadar otomatik olarak tekrar şarj olur.Gerilim son noktaya eriştiğinde şarj akımı azalmaya başlar.Ve o belirli bir değere eriştiğinde ,regülatör çok yavaş şarj etme gerilimine ayarlanır.

Batarya şarj akımı ve son şarj gerilimi imalat veya ilk çalıştırma anında hatta normal çalışmada iken bir potansiyometre ile ayarlanabilir.Batarya şarj akımı sınırlamasından başka ,regülatör şarjedici tristörlerin aşırı yüklenmesini önlemek için daima şarj edici giriş akım sınırlama fonksiyonunu belirler.0 yalnız bataryaların tamamen deşarjından sonra veya inverter tam yüklü iken aktif hale gelir.Böylece ilk şarj gerilimi nispeten düşük ve WR(inverter) giriş akımı bundan dolayı oldukça yüksektir.Bununla birlikte ,giriş akımı sınırı bir iç sinyal ile düşük değere ayarlanır.

Bu konabilecek acil güç generatörünün aşırı yüklenmesini önlemek için yapılır.

Regülatördeki bir izleme düzeni şebeke gerilimini, şarj edicinin çalışması için bir ön ihtiyaç olan değişik şartları daima kontrol eder. Ve buna bakılarak tristör kapı pulsları durdurulur. Veya serbest bırakılır.

Şekil.22. Charger kontrol elektroniği



4.1.12. D.C. KONTROL SİSTEMİ

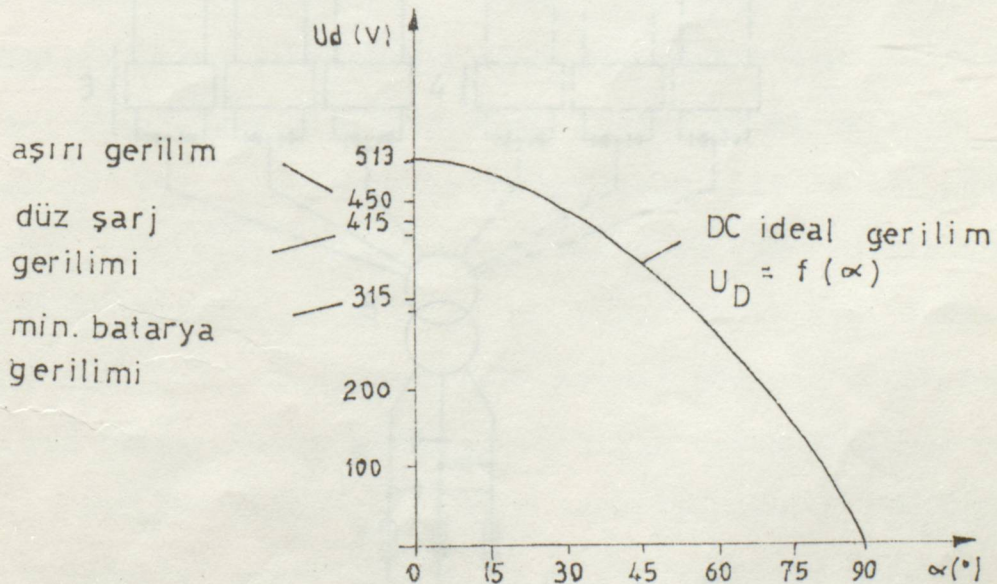
Doğal tetikleme noktası olan alfa kontrol açısı ile tristörün ateşlemesi geciktirilerek charger çıkışındaki dc gerilim değiştirilebilir. Kontrol açısının 0 dan 90 elk. derecesine arttırılması ile gerilim cosinüs fonksiyonu ile orantılı şekilde maksimum değerden yaklaşık sifıra kadar azaltılabilir. Yani dc gerilim 0-500 V arasında ayarlanabilir. Bu şekilde hüküm süren şartlara göre $U_{bat} = 315..415$ V (düz, tampon şarj gerilimi) veya 450 V'a (aşırı şarj gerilim) ayarlanabilir. Şebeke gerilimi veya yük dalgalanmaları meydana geldiği zaman α kontrol açısını değiştirerek dc gerilimi sabit tutmak daima mümkündür.

Charger regülatörü α 'yı kontrol eder ve regülatör alfa=0-90 derece arasında değişecek şekilde dizayn edilir.

Şekil.23.

$$U_d(\text{ideal}) = 1,35 \cdot U_n \cdot \cos \alpha$$

$$U_n = 380 \text{ V}$$

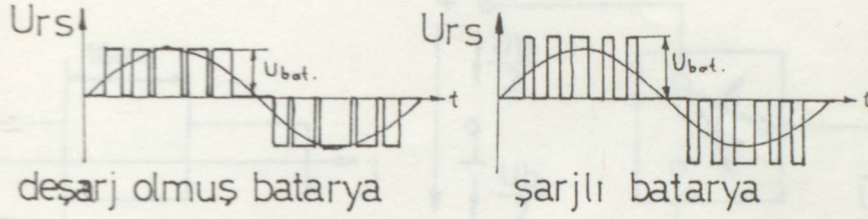


4.2.2. GERİLİM ÜRETME

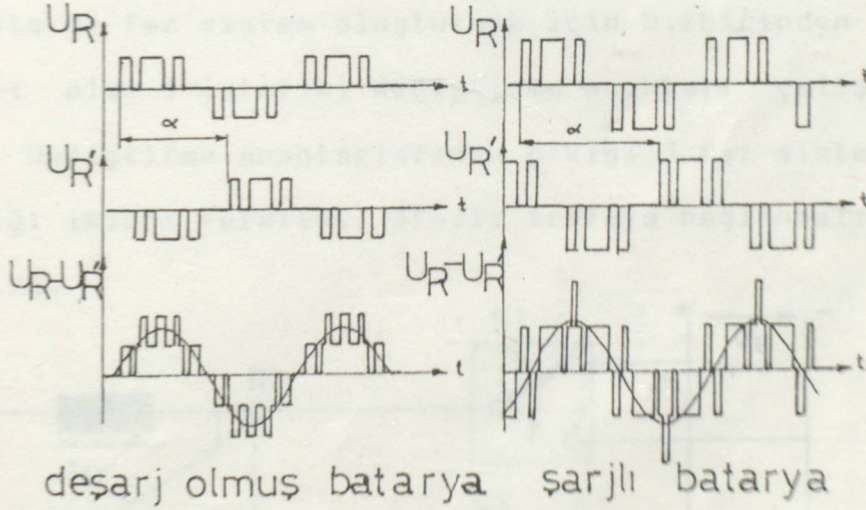
Şekil .24. deki 5 nolu inverter trafosunun primer tarafındaki faz uçlarına karşılıklı olarak dc gerilim devresinin pozitif ve negatif polaritesinin değiştirilerek anahtarlanması ile 3 faz ac gerilim üretilir. Her bir kutup şekilde görülen aynı pulsları birbirinden 120 derece değişik şekilde harekete getirerek inverter 3 faz statik anahtar olarak çalışır. Sonuç olarak Şekil 25. ve .26. (sıra ile 1. ve 2. tip) da görülen gerilim dalga şekilleri transformatör primer sargısında meydana gelir. 1. tipte, Şekil 24. No3 deki inverter düzeninin çıkış gerilimi puls genişliği modülasyonu ile ayarlanır. Gerilim pulslarının sayısı ve pulslar arasındaki mesafe inverter düzeninin çıkış gerilimindeki minimum harmonik uyumu için seçilir. (Şekil 25.) Bu, maksimum %4 gibi düşük çıkış bozulma faktörüne sahip iken, buna bağlı olarak hızlı cevap için küçük çıkış filtresine izin verir. 2. tipte, çıkış gerilimi Şekil 24. deki No 3 ve 4 olarak gösterilen iki inverter köprüsünün çıkış gerilimi arasındaki açı değiştirilerek ayarlanılır. (Şekil 26.) 1. tipte, daima inverter düzeni çıkış gerilimi belirlenmiş sinüzoidal gerilim dalga formunun iyi bir yaklaşımını sağlayan dik açılı pulslar dizisi oluşturulur. Bu sayede 3. harmonik yok edilir. Bununla birlikte 2. tipte puls genişliği sabittir. Sadece 3. harmonik değil 5. ve 7. harmonikte sönümlenir. Böylece düşük bozulma faktörü oluşturmak için, yalnız hızlı cevap sağlayan küçük çıkış filtresi elemanları gene istenir. Bozulma faktörü için tipik değerler yüksüz halde %4 ve tam yükte %3 dür.

Filtre sonrasındaki inverter çıkış geriliminin frekansı inverter anahtarlama frekansının bir fonksiyonudur. Anahtarlama sinyali inverter regülatöründe üretilir.

Şekil 25. 1.tip ,inverter transformatörü giriş gerilimi



Şekil 26. 2.tip ,inverter transformatörü giriş gerilimi

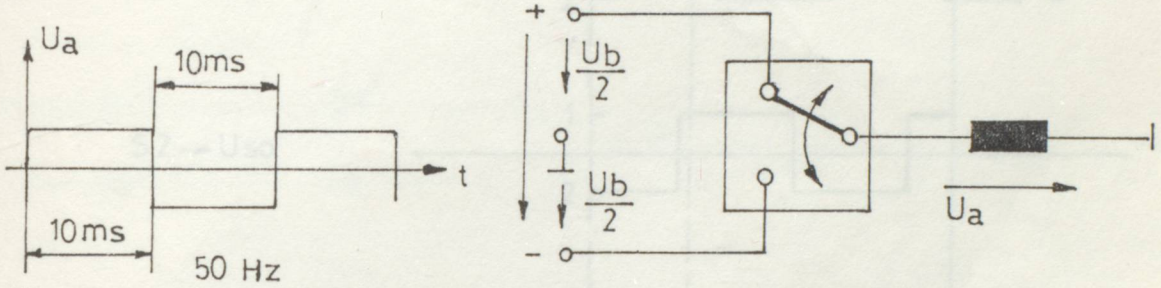


benzer şekilde U_S-U_S' , U_T-U_T'

4.2.3. A.C. GERİLİM ÜRETİLMESİNİN PRENSİBİ

Batarya geriliminin pozitif ve negatif kutbunun bağlantısı ,çıkış transformatörünün primer sargısına değiştirilerek bir kare dalga gerilim üretilir.

Şekil 27.



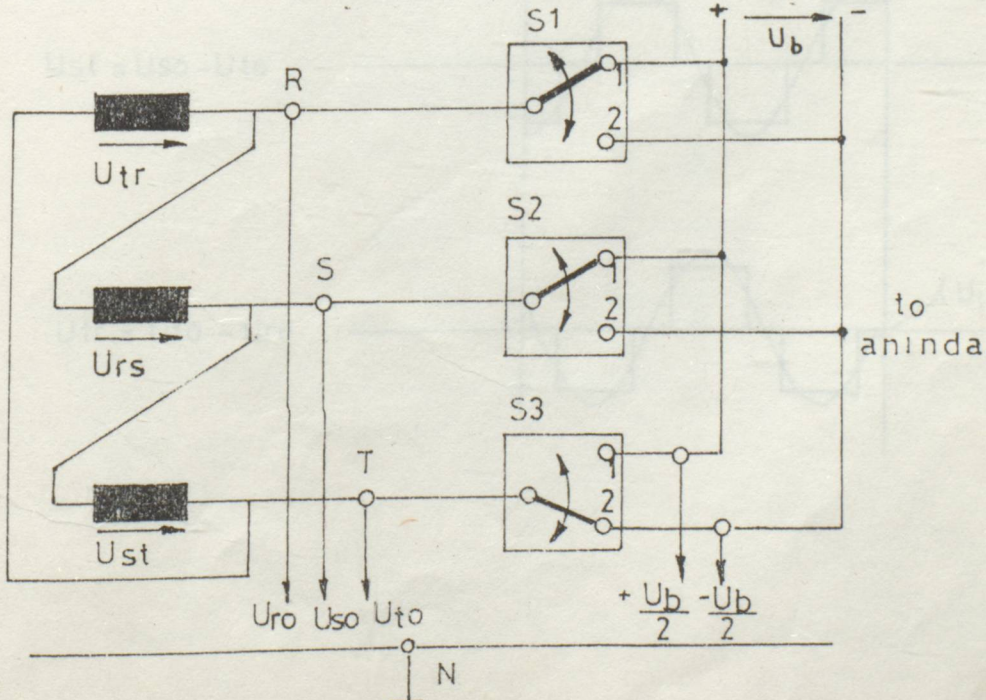
U_b = Batarya gerilimi

U_a = İnverter çıkış gerilimi

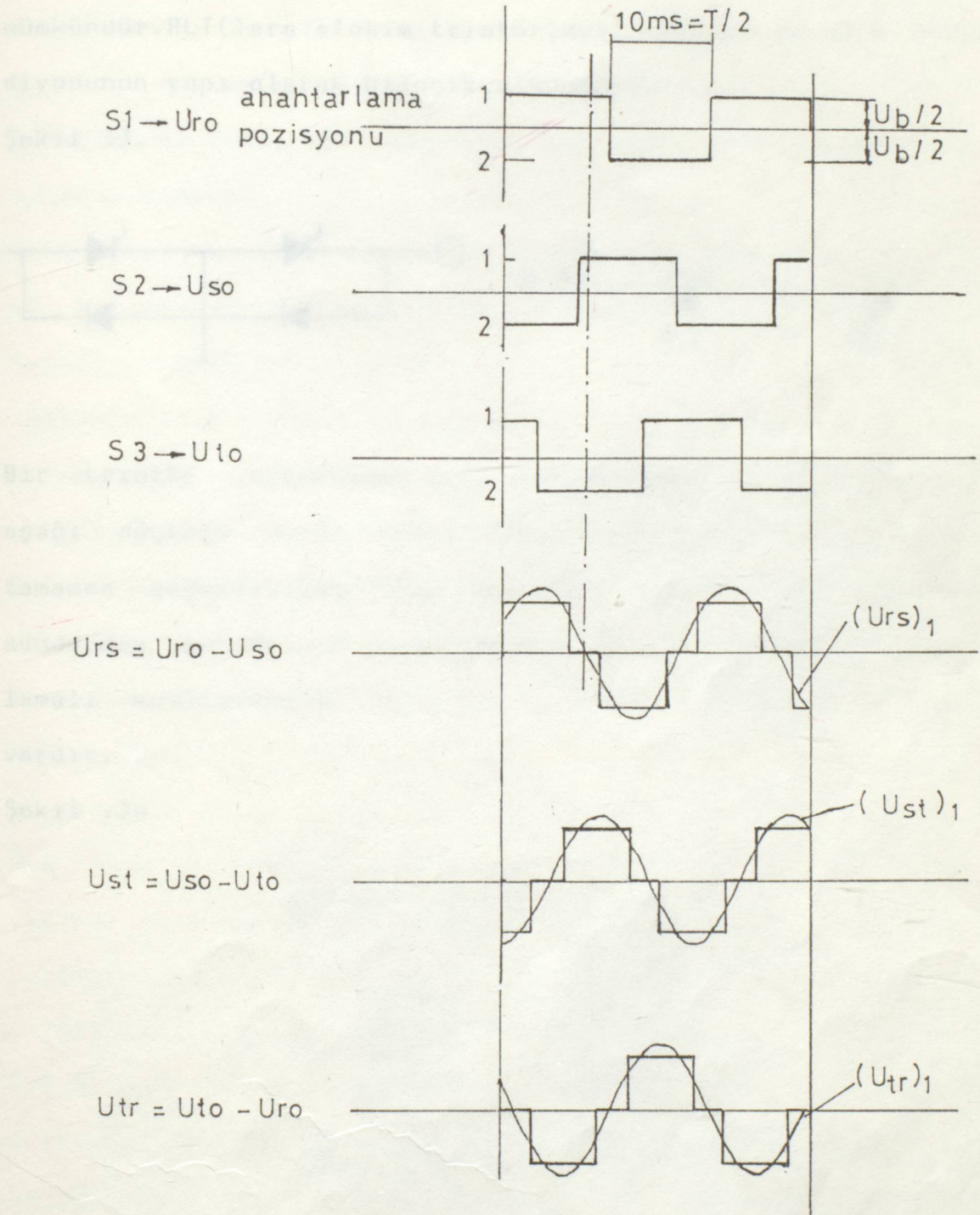
4.2.4. ÜÇ FAZ SİSTEMİN OLUŞTURULMASI

Çıkışta üç faz sistem oluşturmak için birbirinden 120° elk. farklı olan 3 (statik) değiştirme anahtarı çalıştırılmalıdır. Değiştirme anahtarlarının çıkışı 3 faz sistemin kullanıldığı ikinci taraftaki 3fazlı trafoya bağlanmalıdır.

Şekil28.

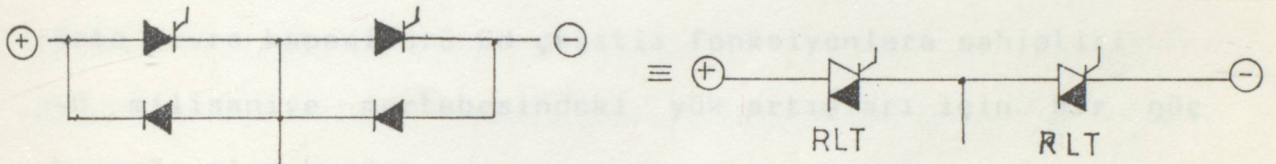


Şekil.29. Her statik anahtarın çalışma şekli



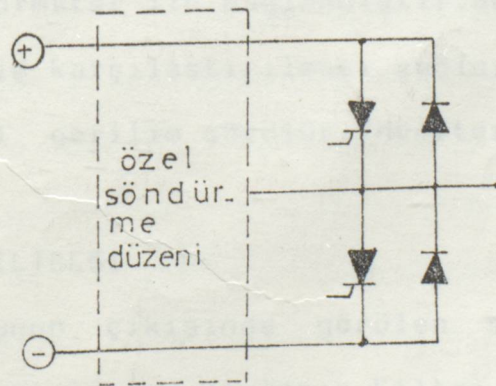
Ters paralel akım diyodları ile aktif ve reaktif gücün her ikisinde (fazdaki akım ve gerilim değil) transfer etmek mümkündür. RLT (Ters iletim tristörleri) tristör ve ters akım diyodunun yapı olarak bileşik olmasıdır.

Şekil 33.



Bir tristör, tristörden geçen akım onun tutma akımından aşağı düştüğü zaman kapanır. (Örnek olarak sıfır eksenini tamamen geçmesi). Eğer bir tristörü verilen bir zamanda söndürmek gerekliyse tristördeki akımı sıfıra düşüren (zorlamalı komütasyonla) özel bir söndürme düzenine ihtiyaç vardır.

Şekil .34.



4.2.6. ORTA DEVRE DC GERİLİM

(D C gerilimi 315-450 /480 V)

Orta devre bir Cd orta devre kapasitörü ve deşarj etme devresi ihtiva eder.Orta devre kapasitörü Cd 3güç kontrolu düzenine (3 faza) ortaktır.Seri bağlı iki elektrolitik kapasiteden oluşur.

Orta devre kapasitörü Cd çeşitli fonksiyonlara sahiptir:

- 0 milisaniye mertebesindeki yük artışları için bir güç kaynağı olarak görev yapar.
- Herbir fazın komütasyon akımının yarısı komütasyon cihazının parçası olarak kapasitesinden tamamıyla ona akar.
- 0 aktif gücün alınması ve iletilmesi için daima görev yapar.

Orta devrede charger çıkışında bulunan Ld bobini ise ,tristörlerde bir kısa devre olduğu zaman akım artışını sınırlama görevi yapar.

4.2.7. İNVERTER TRANSFORMATÖRÜ

Üç inverter kontrol düzeninin çıkışı,3 faz sisteme dönüştürmek için transformatör ile bağlanmışır.Bu trafo potansiyel ayırma ve gerilim karşılaştırılması sağlar.Böylece çıkışta merdiven şekilli gerilim görülür.İnverter trafosu üçgen-yıldızdır.

4.2.8.İNVERTER FİLTRESİ

İnverter trafosunun çıkışında görülen merdiven şekilli gerilim filtre girişine uygulanır.Filtre pratikte yalnız sinüzoidal ana dalgadan ibaret olan çıkış geriliminin frekans katlarındaki harmonikleri filtre eder.Filtre bir seri bobin(trafodan önce), paralel kapasite ve bobin içerir.Filtrenin çıkışı trafoya birleştirilir.

4.2.9. İNVERTER GÜÇ KONTROL DÜZENİ

İnverter 6-pulslu kendinden komütasyonlu konverterler olan kontrollu gruba aittir. 3-faz devre olarak düzenlenmiştir. 6-pulslu konverter üç 2 pulslu konverter içerir. Ve onların herbiri birbirinden 120°'lik derece farklı tetiklenir. Bir trafo yardımı ile inverter güç kontrol düzeninin AC tarafında 3faz sistem oluşturulur.

Uygun kontrol işlemleri (puls genişliği modülasyonu) Ua çıkış gerilimini DC gerilimlerden ve yükten bağımsız olarak sabit tutar. İnverter aktif ve reaktif güç transfer edebilir. Güç yarı iletkenleri giriş sigortaları ile korunur.

4.2.10. GÜÇ KONTROL DÜZENİNİN ÇALIŞMA TARZI

4.2.10.1. ZORLAMALI KOMÜTASYONUN PRENSİBİ

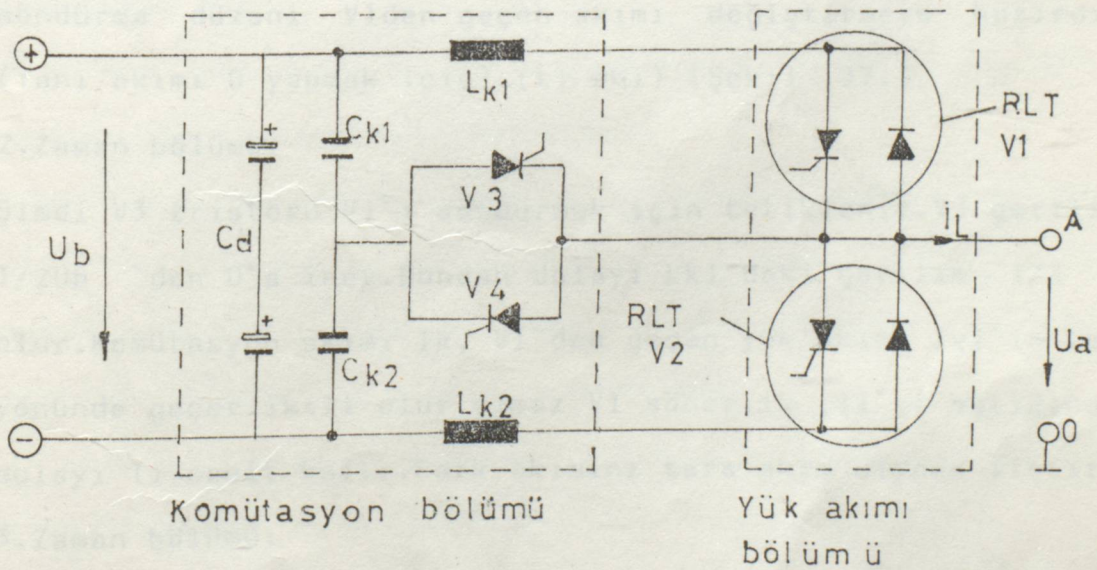
Tristörler anahtar olarak çalışır. Ve böylece bir kontrol elektrodu yardımı ile çalıştırılabilir. Fakat aynı şekilde kapatılamaz. Tristörün kapanmasını sağlamak için tristörden geçen akımı sıfıra azaltılmalıdır. Bu örneğin, doğal sıfır eksenine geçme ile (ac gerilim çalışma) başarılır. Burada dc gerilim kullandığımız için tristörü kapatmak için bir yardımcı düzene ihtiyaç vardır. Gerilim (veya akım) tesiri ile bu düzen tristörü kapatarak yük akımını diğer tristöre taşımaya sebep olur. Son olarak ,bu düzen kapanan tristör üzerinde pozitif olmayan ters gerilimi bir zaman periyodu (eski haline dönme zamanı) sağlar. Sadece tristörün tam kapatma kapasitesini tekrar kazanmasını sağlar. Bu yardımcı düzene "yardımcı komütasyon düzeni" denir.

İnverterde çalışan güç kontrol düzeni yük akımı bölümü ve komütasyon bölümü olmak üzere iki bölüme ayrılır.

Örnek olarak R fazının yük akımı bölümü 2ana tristör ve 2 adette tristörlere birleştirilmiş ters akım diyodu ihtiva eder.(RLT V1/RLT V2).Tristörlere ters diyod bağlanmasıyla ters gerilimde zorlanmaz.Komütasyon bölümü söndürme tristörleri(V3/V4),komütasyon kapasiteleri(Ck1 ve Ck2),komütasyon bobinleri(Lk1veLk2) ve orta devre kapasitörü (Cd) içerir.Burada devre çözümü için kullanılan tek faz köprüsü olan özel devrede,güç yarı iletkenlerinin sadece yarısına ihtiyaç vardır.Yani tek faz çıkış geriliminin nötr noktasına göre değişimi incelenecektir.

Şekil.35.İnverter güç kontrol elemanı-Rfazi-

Not:Bu devre dc orta devre nötr noktasına göre eşit iki kısma kendi özelliğinden dolayı ayrılır.



4.2.10.2. ÖRNEK OLARAK BİR TEK FAZ KÖPRÜSÜ DEVRESİNİN (R FAZI) KOMÜTASYON İŞLEMİ

(Herbir faz ayrı şekilde düşünülecektir.)

Kabul edilenler : -İdeal elemanlar kullanılmıştır.

-Komütasyon süresince yük akımı I_l sabit

Başlanğıç şartları: -Tüm tristörler kapalı

$$U_{c1}=U_{c2}=1/2 U_b$$

$$U_{l1}=U_{l2}=0 \quad (\text{Şekil .36.})$$

1.Zaman bölümü:

İlk önce ana tristör tetiklenir.Bu durumda $V_1(t_0 \text{ anı})$.Aynı zamanda V_4 tristörü söndürme düzenini hazır tutmak için ilettime başlar.(Bu ön ateşleme devresi olarak adlandırılır.) Seri rezonans devresi (L_{k1}, C_{k1}) ile C_{k1} deki gerilim nedeni ile $C_{k1}-L_{k1}-V_1-V_4$ üzerinden bir akım akar.Ve C_{k1} ters yönde dolar. $U_{c1}=-1/2 U_b$ olur.($i_k=0$ olur, V_4 kapanır.)Şimdi söndürme düzeni V_1 den geçen akımı değiştirmeye hazırdır. (Yani akımı 0 yapmak için).(t₁ anı) (Şekil .37.)

2.Zaman bölümü:

Şimdi V_3 tristörü V_1 'i söndürmek için tetiklenir. V_3 gerilimi $1/2U_b$ `den 0`a iner.Bundan dolayı L_{k1} deki gerilim $-1/2 U_b$ olur.Komütasyon akımı I_k , V_1 `den geçen yük akımı I_{V1} `in ters yönünde geçer. $i_k=I_l$ olur olmaz V_1 söner. i_k, I_l `yi aştığından dolayı I_l sabit kalır.Fark akımını ters akım diyodu iletir.Ş.38

3.Zaman bölümü:

Şimdi V_2 tetiklenir ve V_3 `ün tetiklenmesi devam eder(t₂ anı). İkinci ana tristör yük akımını üzerine alır. C_{k1} ve C_{k2}

komütasyon kapasiteleri Lk2,Ck2 serirezonans devresi üzerine tekrar direkt olarak yüklenir.Bu zaman V2 tristörünün iletme peryodundan sonra onu kapatmak içindir(V1'e benzer şekilde)Ş.39

4.Zaman peryodu:

V2 tristörünü kapatmak için V4 ~~tristörü~~ tetiklenir.Ck2-Lk2-V2-V4 yoluyla ik akımı geçer ve bu akım Iv2`yi sıfır yapar. V2 söndürülür.Bu şekilde bir peryot tamamlanır.

4.2.10.3. YÜK AKIMI DEĞİŞİMİ

Ters akım diyodlarının çalışma şekli ve onların gerekliliği tristörütters gerilimde bırakmaması ve komütasyon akımını üzerine alması bakımındandır.Ayrıca bir faz farkı meydana geldiğinde ,ters akım diyodları çok gereklidir.

Aşağıdaki örnek 0.7 endüktif güç faktöründe inverter güç kontrol düzenindeki yük akımı değişimini gösterir.t0 anında ,V1 ana tristörü açılır ve böylece Ua pozitif olur. Yük akımı İl yükten invertere akar.Akım orta dc devreye V1 ters diyodundan akar.

t1 anında ,yük akımı il yön değiştirir.il şimdi V1 tristörü yardımı ile inverterden yüke akar.

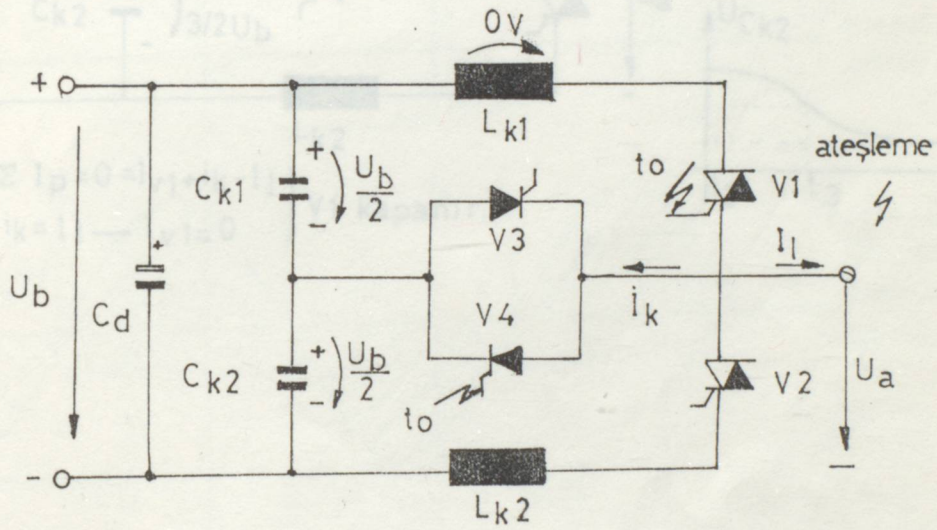
t2 anında , V1 ana tristörü ,V3 söndürme tristörü çok kısa zaman tetiklenir ve Ua negatif olur.Bununla birlikte yük akımı hala inverterden yüke akar ve bundan dolayı Cd'den V2 ters akım diyodu ile üzerine alınmalıdır.

t3 anında ,yük akımı yön değiştirir.Akım invertere akar ve V2 ana tristörü açık olduğundan akımı üzerine alır.

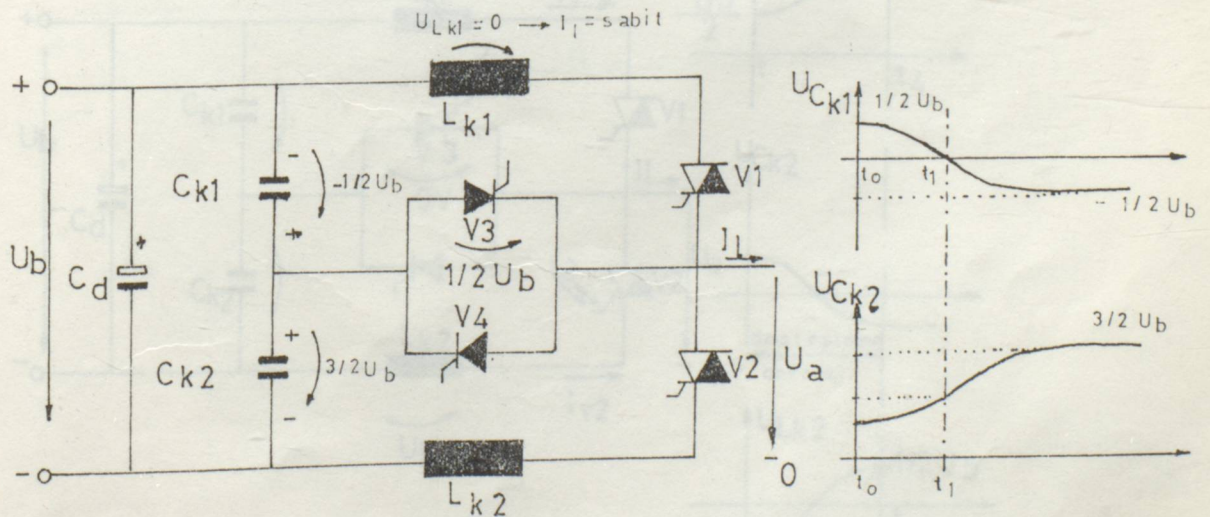
t_4 anında , V_4 söndürme tristörü tetiklenir.Ve V_2 kapanır. Aynı anda V_1 tetiklenir. U_a tekrar pozitif olur.Hala inverte re akan yük akımını V_1 ters akım diyodu üzerine alır.Ve akım C_d 'ye akar.

t_4 anında tam devir tamamlanır.Aynı işlemler tekrarlanır.Ş.40.

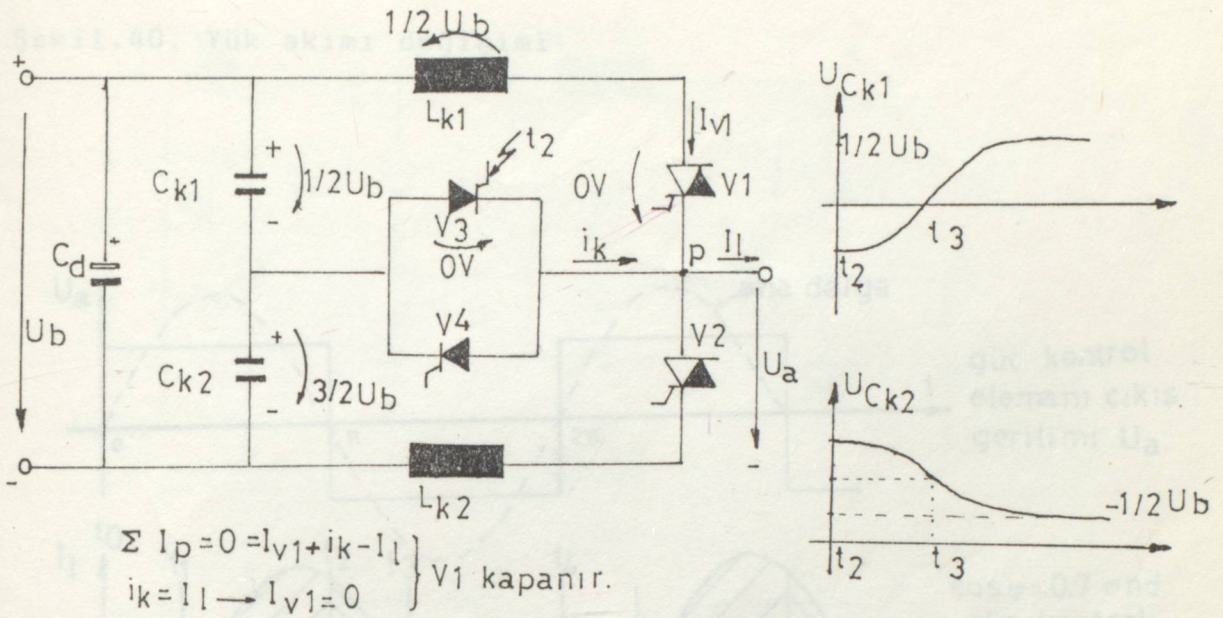
Şekil .36.



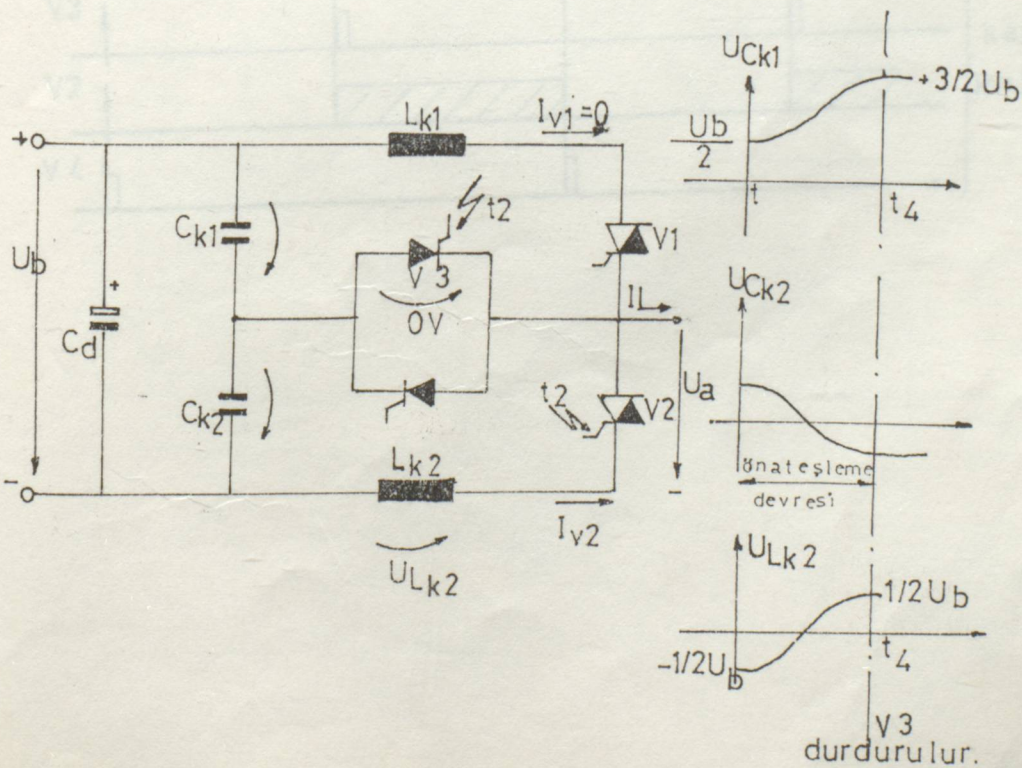
Şekil .37.



Şekil.38.

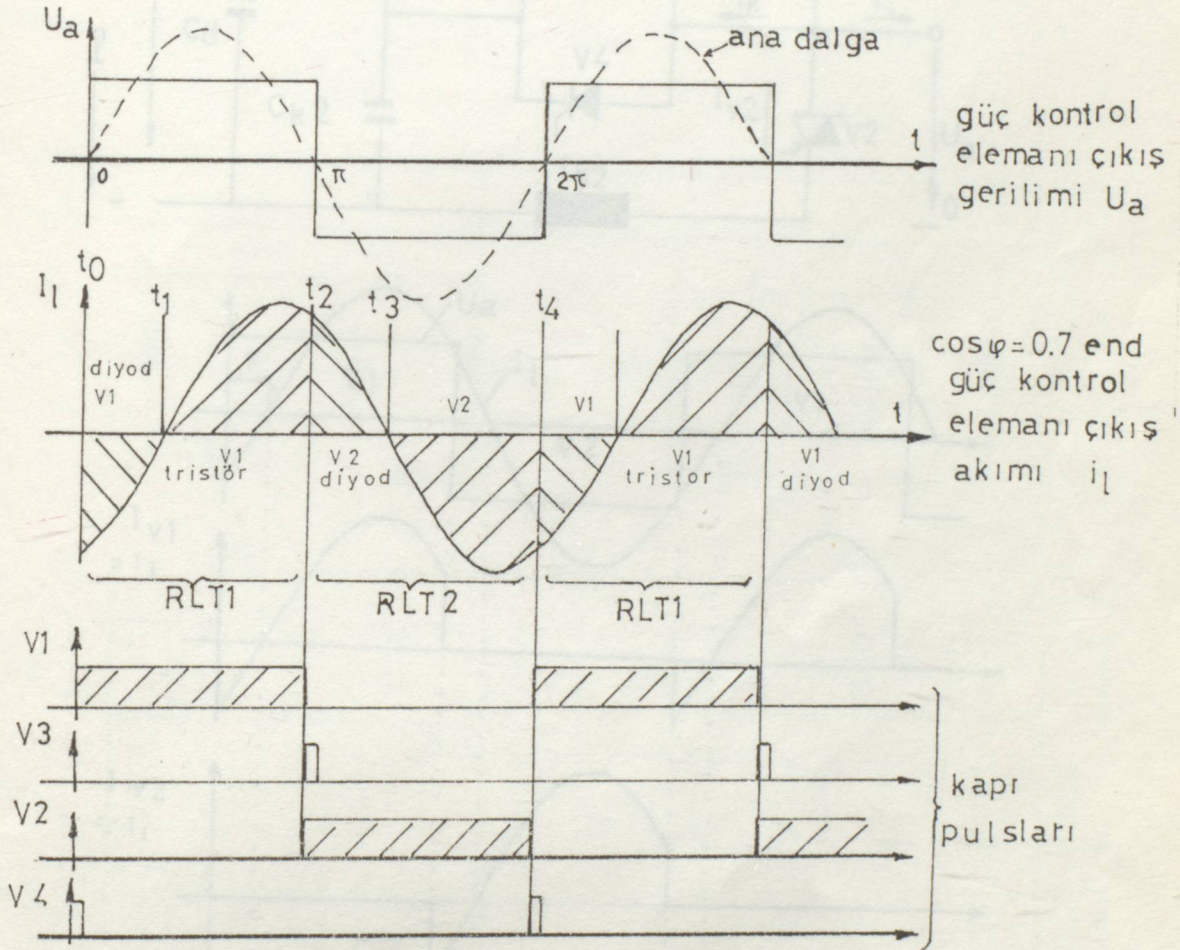


Şekil.39.

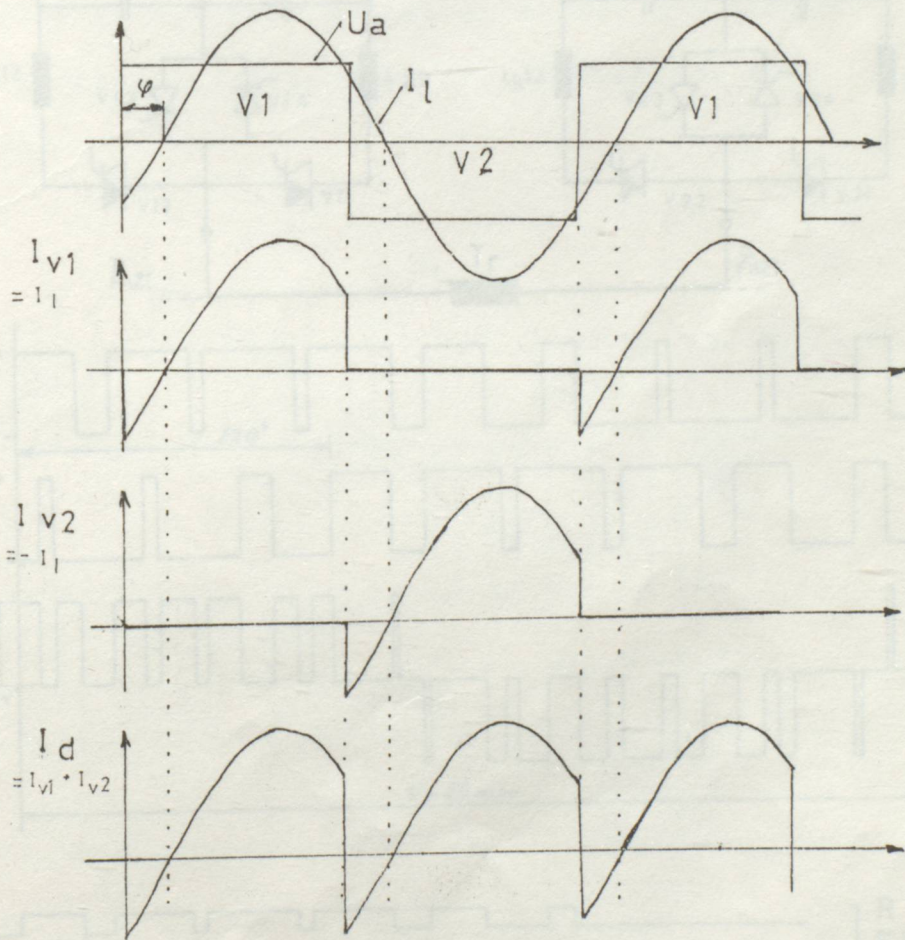
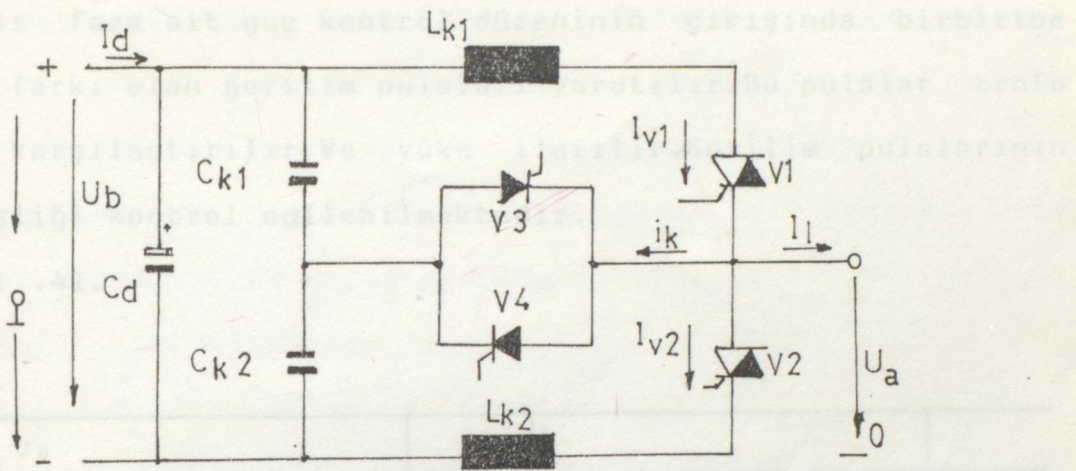


Şekil.40.a. Batarya akımında $\cos \varphi = 0.7$ end. güç faktörüne göre

Şekil.40. Yük akımı değişimi



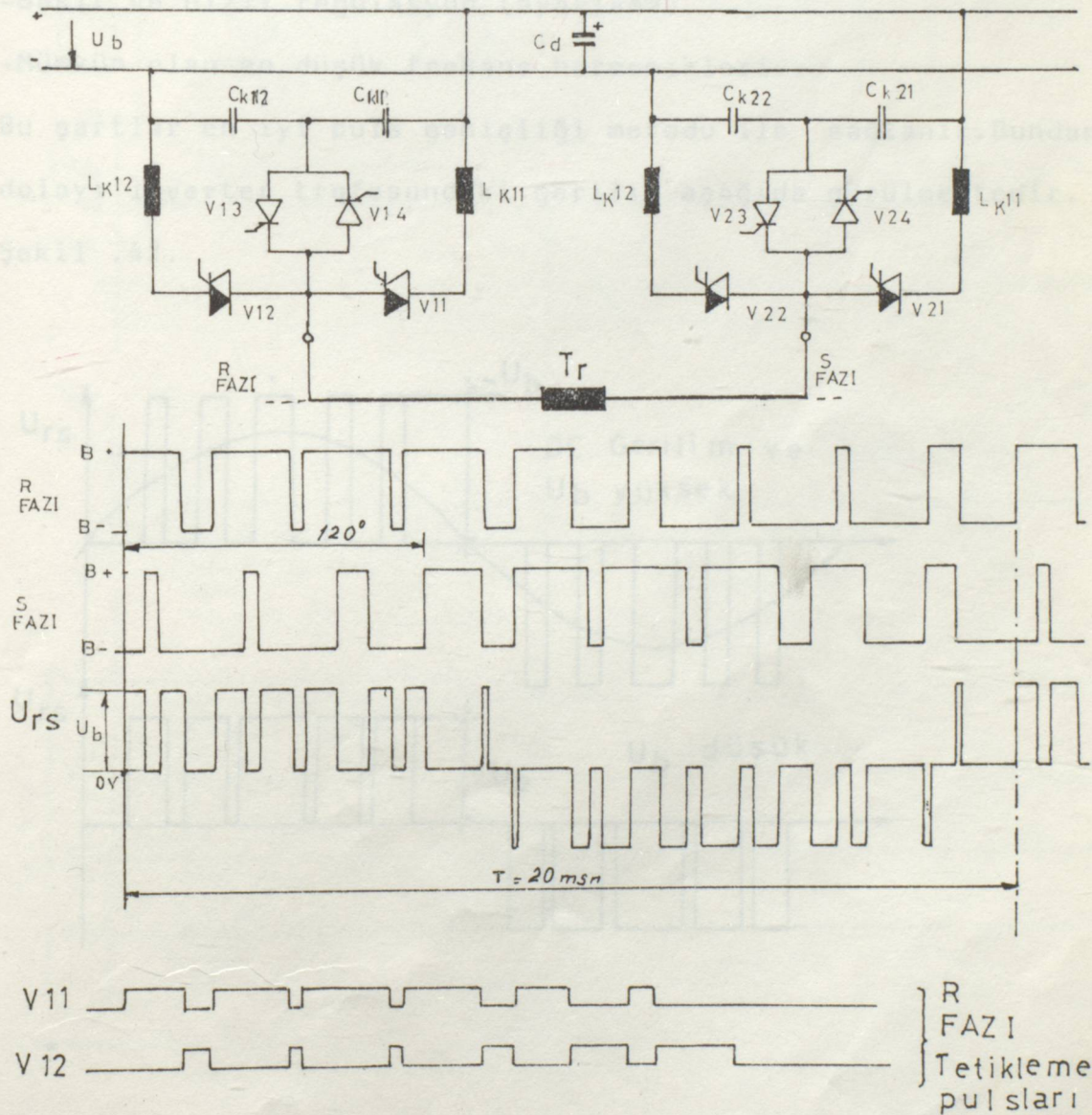
Şekil.40.a. Batarya akımideğişimi-0.7 end. güç faktörü ile-



4.2.11. ÇIKIŞ GERİLİMİNİN KONTROLU

Herbir faza ait güç kontrol düzeninin çıkışında birbirine faz farkı olan gerilim pulsları yaratılır. Bu pulslar trafo ile karşılaştırılır. Ve yüke iletilir. Gerilim pulslarının genişliği kontrol edilebilmektedir.

Şekil .41.



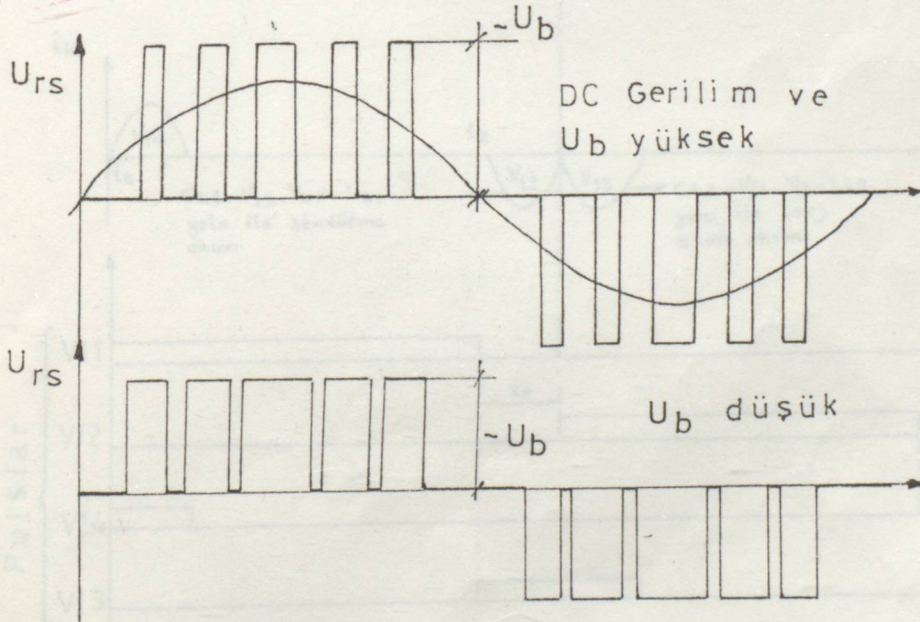
4.2.11.1.PULS GENİŞLİĞİ MODÜLASYONU

Çalışma şartlarına bağlı olarak (şebeke çalışma, batarya çalışma, aşırı şarj etme) orta devre dc gerilim U_b 315-450V arasında değişir. İnverter çıkış gerilimini U_b giriş geriliminden bağımsız sabit kalmasını sağlamak için özel bir puls metodu uygulanır. Bu metod aşağıdaki şartları sağlar.

- Genişlik kontrol alanı,
- Basit ve hızlı regülasyon (ayarlama)
- Mümkün olan en düşük frekans harmonikleri.

Bu şartlar en iyi puls genişliği metodu ile sağlanır. Bundan dolayı inverter trafosundaki gerilim aşağıda görülmektedir.

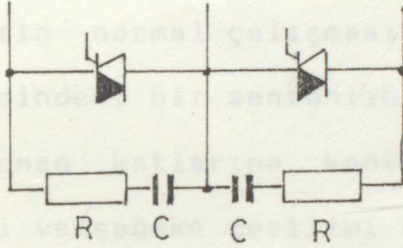
Şekil .42.



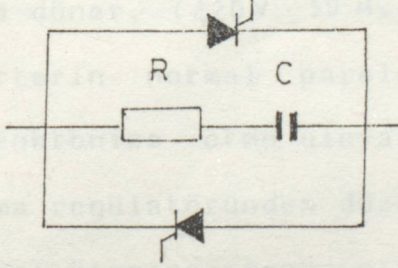
4.2.13. TRİSTÖR RC ELEMANLARI

Herbir yarı iletken devrenin paraleline bir RC elemanı gereklidir .Yani bir inverter düzeni için 3 RC elemanı gereklidir.RC elemanı aşırı gerilimi kendi üzerine depo ederek aşırı gerilimi azaltmak için gereklidir.

Şekil.44.a. Ana tristör kırpıcı devre



Şekil .44.b. Söndürme tristörü kırpıcı devre



4.2.14. İNVERTER KONTROL DEVRELERİ

İnverter regülatörü inverter gerilimin yükten bağımsız olarak (1. seride) gerilim puls genişliklerini değiştirerek veya (2. seride) iki inverter köprüsü gerilimleri arasındaki açıyı değiştirerek kontrol eder.

İnverter anahtarlama frekansı sinyali yüksek kararlılıklı bir osilatör tarafından üretilir.

Tek konverterin normal çalışmasında ,bu osilatör paralel kontrol devresindeki bir senronizör yardımı ile şebeke frekansının istenen katlarına kontrol eder.Böylece,inverter çıkış gerilimi ve şebeke gerilimi senkronize edilir.Ve senkron halde tutulur.Bu şekilde bypass devresi her an çalışabilir. Şebeke gerilimi veya frekansının biri toleranslar dışına çıkarsa,senkronize etme fonksiyonu durdurulur.Ve inverter çıkış frekansını tolerans dahilinde tutan osilatör serbest çalışma moduna döner. (220V , 50 Hz)

Birkaç konverterin normal paralel çalışmasında inverter regülatörü senkronize etme sinyallerine ek olarak ,daima paralel çalışma regülatöründen düzeltme sinyalleri alır.

Şebeke kesintisi üzerine ,senkronize etme sinyalleri kaybolur.Böylece regülatör yalnız aktif ve reaktif yük paylaşımı için yalnız sinyaller yardımıyla kontrol edilir.

UPS yük barasındaki frekans ,her inverter osilatörünün ortalama frekansına uyar ve o degerde tutulur.

İnverter regülatörüne uygulanan sinyaller aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Tek konverter ile:

-Normal çalışma esnasında:

--Gerilim kontrolü için inverter gerilimi geribesleme sinyali

--Bypassın çalışmasını sağlamak için şebeke gerilimi ile inverter geriliminin senkronizasyonu sinyali

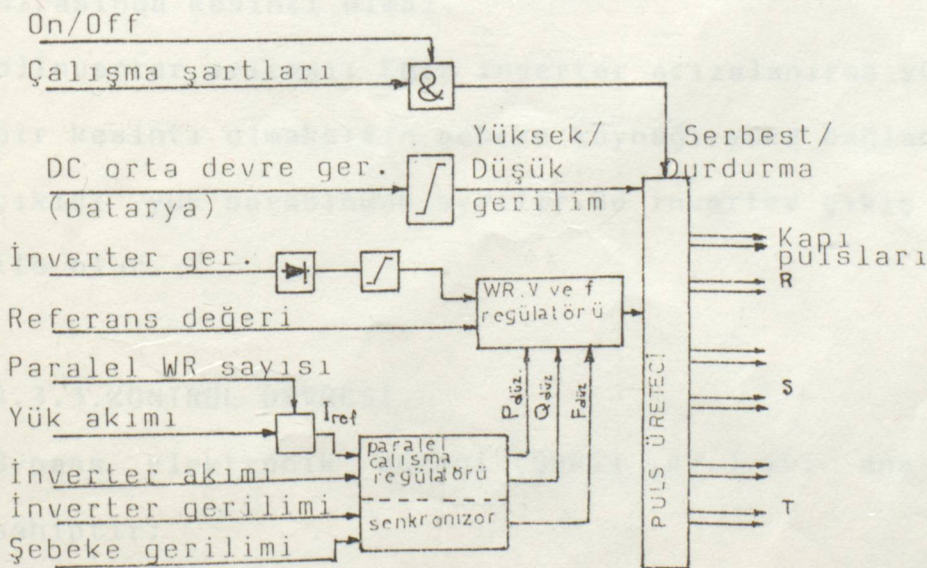
-Bypass çalışmaya transfer esnasında ve sonrasında aşağıdaki ilave sinyallerde olacaktır:

--Paralel regülatör tarafından sağlanan ,inverter gerilimini şebeke gerilimi ile karşılaştırmak için kullanılan gerilim düzeltme sinyali

Bu bypass çalışmadan transfer esnasında şebeke ve inverter arasındaki eşit kılınan reaktif akımı küçültür.Böylece kontaktör çalışma anahtarlama dalgalanmalarına sebep olmaz.

-İnverterden bypass çalışmaya geçiş sırasında (kontaktörlerin açma kapama zamanı) inverter çıkışını kabul edilebilen değerlerde sınırlamak için aktif ve reaktif yük için düzeltme sinyali

Şekil .45. İnverter kontrol elektronığı



4.3. STATİK BYPASS

4.3.1. GÜÇ BÖLÜMÜ

Bypass (Şekil.46.) esas olarak aşağıdaki elemanları içerir.

-Herfaz için birbirine ters paralel bağlı 2tristörden oluşan bir statik anahtar (1)

-Statik anahtara paralel bir kontaktör (2)

-Bir ayırıcı (3)

Bypassa transfer için ,statik anahtar ve kontaktör aynı anda aktif kılınır.Tristör anahtarı hemen hemen ani şekilde-yani yaklaşık 1,5 msn de- nakil olur.Halbuki kontaktör için bu zaman ,onun boyutuna bağlı olarak yaklaşık 20-50 msn arasındadır.500 msn sonra (0.5sn) sonra tristör kapatılır.Böylece güç akışı yalnız kontaktörden olur.Bu güç kaybını azaltır.

4.3.2.STATİK BYPASSIN GÖREVİ

Statik bypassın iki görevi vardır:

a)Yük bozulması: Eğer UPS sisteminin karşılamayacağı kadar yüksek bir aşırı yüklenme olursa şebeke kaynağı hemen bypass devresi yardımıyla yükü karşılar.Bu yükün bypassa taşınması sırasında kesinti olmaz.

b)İnverter arızası: Eğer inverter arızalanırsa yük barasında bir kesinti olmaksızın şebeke kaynağı yüke bağlanır.İnverter çıkışı yük barasından ayrılır.Bu inverter çıkış kontaktörü ile olur.

4.3.3.KONTROL DEVRESİ

Bypass elektronik düzeni (Şekil .47.) iki ana fonksiyona sahiptir:

-Şebeke gerilimi ve frekansını izleme .Eğer bunlar ayarlanan toleranslar dahilinde ise inverter şebeke ile senkronizedir ve bypass kapama için hazırdır.

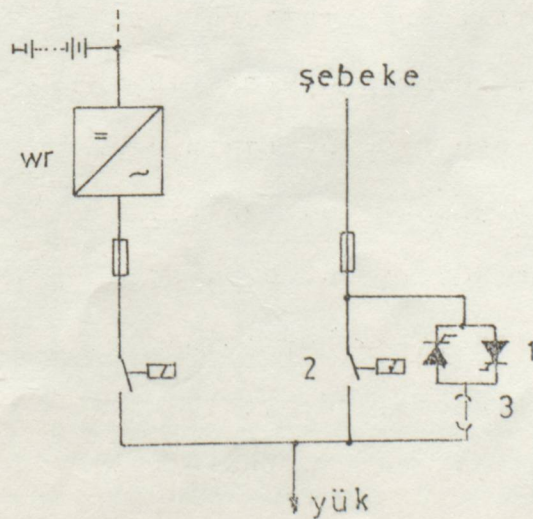
-Yük barası gerilimi ve akımını izleme.Eğer inverter şebeke ile senkron halde ise inverterin gerilim veya akımı ilk önkurma değerlerini aşar aşmaz bypass harekete getirilecektir.

Eğer yük barasındaki sıkıntı 500 msn den az sürerse bypass geçici olarak kapatılır.İnverter kontaktörü kapalı kalır.Bu alıcı devrede bir hata veya yüksek yük değişim adımı ile neden olması gibi bir geçici gerilim sapması varsa uygulanır. Eğer sıkıntı daha uzun sürerse bypass kapalı kalır ve inverter kontaktörü açılır.Böylece yük bypasstan sağlanır.

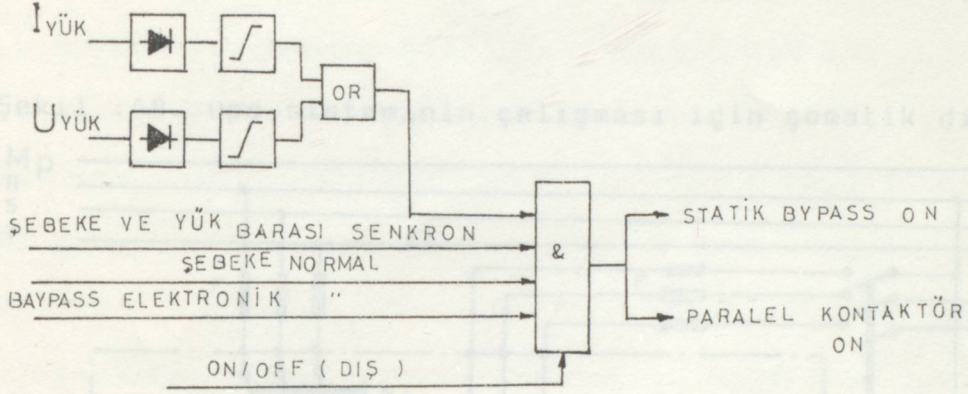
Yük şartları normale döndüğü zaman yük otomatik olarak invertere geri transfer edilir.

Eğer inverter de arıza varsa, yüksek hızlı hata bulucu devre bypassın inverter filtre çıkış gerilimi düşmeden önce ani olarak kapanmasını sağlar.Böylece yük barasında bozulma mutlak surette hissedilmez.

Şekil.46.



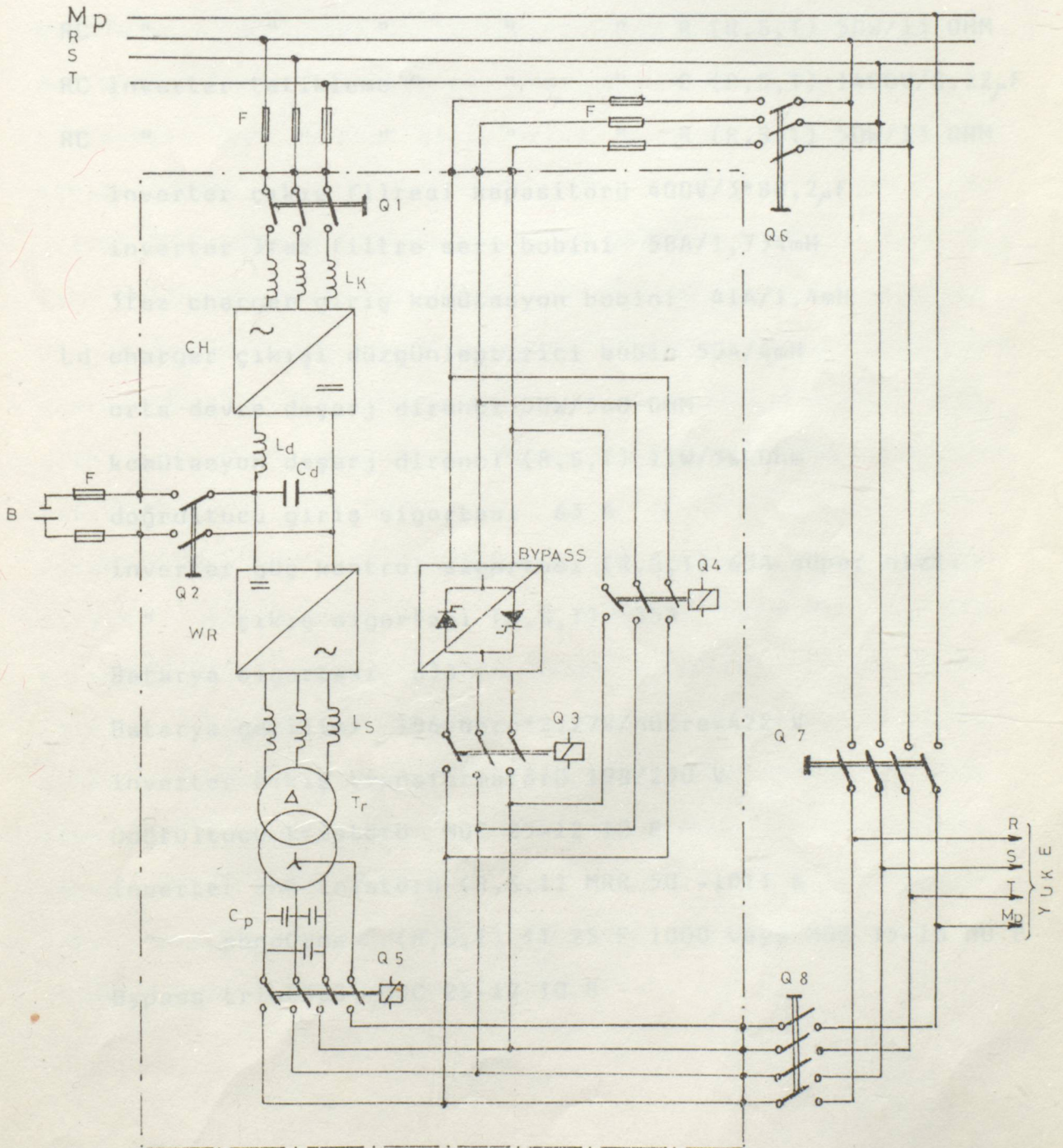
Şekil.47. Bypass elektronik düzeni



4.4. SERVİS BYPASS

Statik bypass ünitesi inverter kabini içinde bulunduğu için inverteri tamamen gerilimsiz bırakmak için kabin dışında bir düzene ihtiyaç vardır. Bu elle çalışabilen servis bypasstır.

Şekil .48. ups sisteminin çalışması için şematik diyagram



5. 20kVA GÜCÜNDE BİR İNVERTERİN ELEMANLARININ BİR ÖRNEK

OLMAK ÜZERE DEĞERLERİ

- U Cd orta devre dc kapasitörü 250V dc ,10000 μ F (2 adet seri)
- b Ck inverter komütasyon kapasitörleri (R,S,T fazları) 850V/47 μ F
- a Lk komütasyon bobini 42A/50Hz , 14,8 H /10 kHz
- RC inverter ana tristörü kırpıcı devre C (R,S,T) 1400V/0,22 μ F
- b RC " " " " " " R (R,S,T) 50W/13 OHM
- a RC inverter tetikleme " " " " C (R,S,T) 1400V/0,22 μ F
- K RC " " " " " " R (R,S,T) 50W/13 OHM
- inverter çıkış filresi kapasitörü 400V/3*88,2 μ F
- inverter 3faz filtre seri bobini 58A/1,734mH
- 3faz charger giriş komütasyon bobini 41A/1,4mH
- Ld charger çıkışı düzgünleştirici bobin 50A/4mH
- orta devre deşarj direnci 50W/560 OHM
- komütasyon deşarj direnci (R,S,T) 11W/56kOhm
- doğrultucu giriş sigortası 63 A
- inverter güç kontrol sigortası (R,S,T) 63A süper hızlı
- " çıkış sigortası (R,S,T) 35A
- Batarya sigortası 63A
- Batarya gerilimi 186hücre*2.27V/hücre=422 V
- inverter çıkış transformatörü 198/230 V
- Doğrultucu tristörü MOC 25-12 IO 8
- İnverter ana tristörü (R,S,T) MRR 50 -10IT 8
- " söndürme (R,S,T) TT 25 F 1000 veya MSS 35-10 HU 8
- Bypass tristörü MOC 25-12 IO 8

5.1.KISA DEVRE KORUMA ELEMANLARININ SEÇİLMESİ

5.1.1.GİRİŞ DÜŞÜK GERİLİM DAĞILIMI

UPS konverter güç devrelerinin korunması için ,sigortalardan başka elle çalıştırılan devre kesicileri veya uygun aşırı akım açma devreleri olan elle çalışan yük anahtarları seçilmelidir.Konverterler veya bypass devreli paralel konverter bypass için bir ayrı giriş ile sağlanmalıdır.Böylece cihaz bakım veya tamir için tamamen enerjisiz kılınabilir. Konverter veya bypass girişlerine konacak sigorta uygun seçilmelidir.

5.1.2. YÜK DAĞITIM SİSTEMLERİ(ÇIKIŞ DAĞITIMI)

Tek kullanıcı hattındaki kısa devreden dolayı meydana gelen UPS dağıtım barasındaki gerilim düşmesi çıkış dağıtım sisteminin uygun düzenlenmesi ile azaltılabilir.Eğer bir alıcı devresinde kısa devre olursa hata bölgesindeki gerilim sıfır olur.

Bununla birlikte UPS (dağıtım) yük barasındaki gerilim sıfıra düşmez.Kullanıcı ve şebeke tarafındaki hat empedansına uyar.UPS barasındaki gerilim düşümü yük tarafının ve güç tarafının hat empedansı oranı ile kararlı sınırlar içinde tutulur.Eğer her iki kısa devre yolunun empedansı esas olarak UPS barasının yukarısındaki empedanstan daha büyükse ,yani eğer $Z_{14} \gg Z_{13}, Z_{12}, Z_{11}$ şartı sağlanırsa (Şekil55) UPS yük barasındaki gerilim düşümü nisbi olarak küçük olacaktır.

2. hat kesimi ve 3.hat kesimindeki mümkün olan en düşük empedansı elde etmek için eş kablolar veya çok iletkenli kablolar kullanılmalıdır.

Faz hatları ve nötr iletkeni mümkün olduğu kadar birlikte olmalıdır.Ve kablolar fazlasıyla ölçülmüş olmalıdır.Bununla birlikte 4.hat kesiminde yalnız minimum kablo kullanılmalıdır.Ve iletkenler mümkün olduğu kadar uzak tutulmalıdır.

5.2.ŞEBEKEDKİ TEPKİLER

5.2.1. HARMONİKLER

UPS dönüştürücünün doğrultucu şarj edicileri 6-pulslu veya 12-pulslu tristör köprüsü ve ilgili elektronik kontrolü içeren statik kontrollü doğrultuculardır.

Statik doğrultucu yardımı ile şebekeden çekilen ac akım normalde sinüzoidal şekilden geniş şekilde ayrılır.

İdeal şartlar altında ,yani bozulmaz sinüzoidal şebeke gerilimi ile indüktif olmayan hatlar ve kablolar,ve tamamen düzgünleşen dc çıkış altında,6pulslu statik doğrultucu teorik olarak dik açılı pozitif ve negatif pulslar içerir. (İdeal akım li Şekil .56.)

Böyle bir akımın harmonik bileşenlerine ayrımında ,Ili ana dalgaya ek olarak ,aşağıdaki formüle göre sıra numarası ile ters oranda azalan genlik ile yalnız $n=k.p\pm 1$ sıra numaraları olan harmonikler içerdiği görülür.

$I_{ni}=I_{li} / n$,p=puls sayısı ,k=1,2,3,...

Tablo.2.6 pulslu ve 12 pulslu doğrultucu yardımı ile çekilen ideal akımın tek harmonikleri sıra numaraları ve yüzde miktarı verilmektedir.

25 den yüksek sıradaki harmoniklerin genellikle pratik önemi yoktur. Gerçek durumda hiçbir şebekenin veya güç hattının empedansı serbest değildir. Ek olarak komütasyon bobinleri veya doğrultucu giriş devresine bağlı bir izolasyon trafosuda var olacaktır. Doğrultucu öncesindeki empedansların indüktif bileşenleri ac şebekenin sınırlı değere kadar değişim oranını sınırlar. Böylece ac akım dik açılı şekilde değil daha çok trapez şeklinde durdurulur. Akımın şekli trapez akım için dik açılı akımdan daha az olan harmonik uyum yardımıyla kararlaştırılır. Akımın şekli temelde şebeke ve yük tarafındaki indüktansa ve kontrol açısına bağlıdır. Ş.58.

5.2.2. ŞEBEKE TEPKİSİNİN HESABI

Tek harmonik akımlar ,şebeke reaktansına karşı aynı frekansda gerilim düşümüne neden olurlar. (Omik direnç ihmal edilebilir.) Bu gerilim düşümü şebeke gerilimi üzerine toplanır ve onun sinüzoidal gerilimini bozar .Bu şebeke tepkisi olarak bilinir.

Bozunumların katlanabilir sınırlar dahilinde olduğu ve sistemin diğer kısımlarının görevine engel olmadığı kontrol edilmelidir. Toplam harmonik bozulma d bozulma faktörü ile ifade edilir.

$$d = (U_n / U_1)$$

Bozulma normal şekilde ,doğrultucudan ayrı ,bağlanan diğer kullanıcılardaki giriş noktasında hesaplanır.

Eğer şarj edici doğrultucu düşük gerilim şebekesi dağıtım barasına bağlanmışsa bu bara için gerilim bozulması

hesaplanmalıdır. Bununla birlikte doğrultucu ayrı bir transformatör vasıtasıyla orta veya yüksek gerilim barasına bağlanmışsa hesap doğrultucu ve diğer kullanıcılar için ortak nokta olan bara için yapılmalıdır.

Tablo 2 de 6pulsu doğrultucu ile oluşan en küçük harmonik 5.harmonik ve 12pulsu ile 11.harmonik görülmektedir. Çift numaralı harmonikler mevcut değildir. A1 ve A2 bağlantı noktalarından birindeki gerilim düşümünün hesabı için aşağıdaki bağlantı uygulanır.

$$U_n / U_1 = K \cdot (P_d / S_c) \cdot (I_n / I_{ni})$$

U_1 = gerilimin ana dalgası

U_n = n. gerilim harmoniği

K = puls sayısı faktörü p=6 için $K = \pi/3$, p=12 için $K = 0,322 \cdot \pi$

I_{ni} = n.harmoniğin ideal değeri

I_n = n. " gerçek "

S_c = karşılıklı bağlantı noktalarındaki şebeke kısa devre gücü

P_d = doğrultucu çıkış gücü

Faktörün bulunması için istenen d_{x1} değeri iki tristörün komütasyonu esnasında tüm efektif reaktansları toplamının yarısına eşittir. $d_{x1} = (X_3 + X_2') / 2$

$X_1 \ll X_3, X_2$ olduğundan genellikle X_1 ihmal edilebilir.

X_3 = doğrultucu trafosu yayılma reaktansı

$X_2' = X_2 \cdot (S_3 / S_2)$

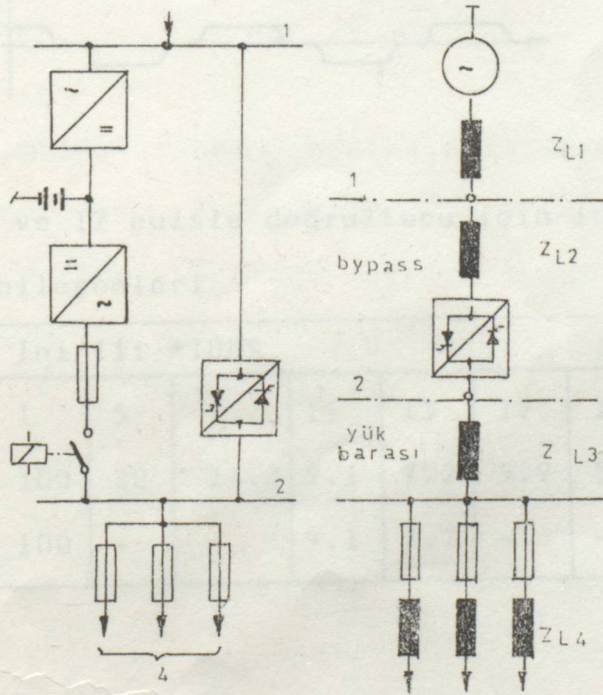
X_2 = giriş trafosu

Tüm reaktanslar p.u. değerlerde ifade edilir.

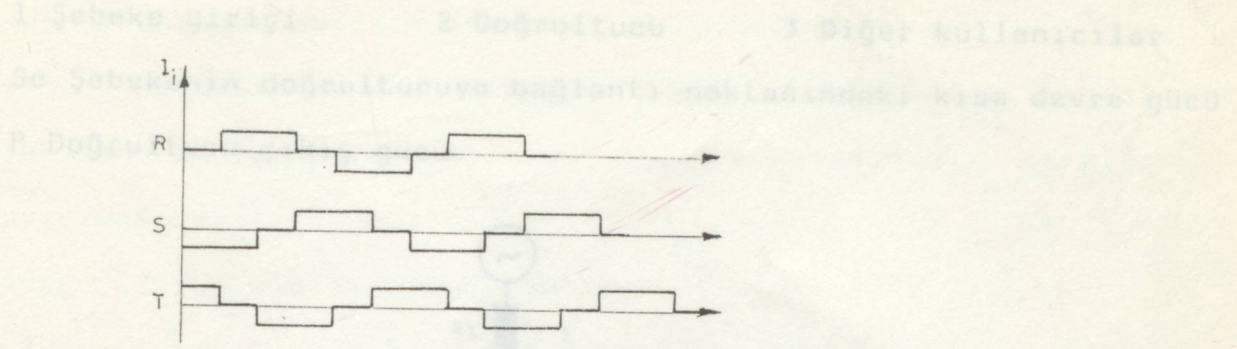
Bağlantı noktalarından birindeki toplam gerilim bozulumunun hesabı için şu bağlantı uygulanır.

$$d = K \cdot (P_d / S_c) \cdot \sqrt{Z \cdot (I_n / I_{ni})^2}$$

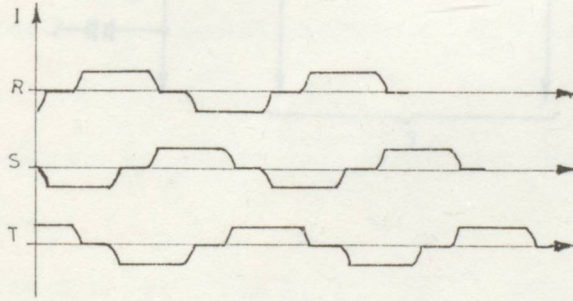
Şekil.55.



Şekil .56.Doğrultucu giriş akımı,ideal şekli



Şekil .57.Doğrultucu giriş akımı ,gerçek şekli



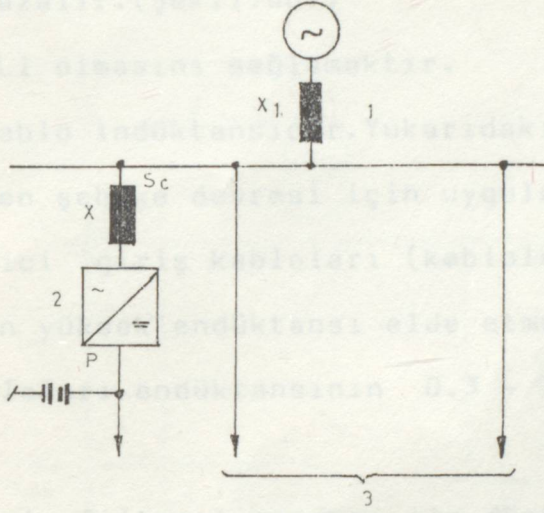
Şekil .59.Şebekeli tek fazlı besleme için diyagram

Tablo.2.6 ve 12 pulslu doğrultucu için ideal giriş akımının harmonik bileşenleri

	Ini/Ili *100%								
n	1	5	7	11	13	17	19	23	25
p=6	100	20	14.3	9.1	7.7	5.9	5.25	4.35	4.0
p=12	100	-	-	9.1	7.7	-	-	4.35	4.0

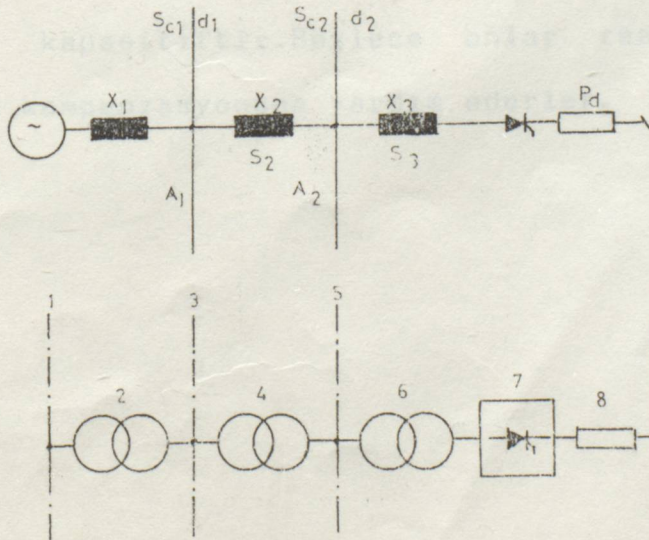
Şekil.58.Şebeke tepkisi ,devre şekli

1 Şebeke girişi 2 Doğrultucu 3 Diğer kullanıcılar
Sc Şebekenin doğrultucuya bağlantı noktasındaki kısa devre gücü
P Doğrultucu çıkış gücü



Şekil .59.Şebeke tepkisi hesabı için diyagram

1 yüksek gerilim 2 y g trafo 3 çok yüksek gerilim
4 şebeke trafosu 5 alçak gerilim 6 doğrultucu trafosu
7 doğrultucu 8 kullanıcılar



5.2.3.ŞEBEKE GERİLİMİNDEKİ BOZULMANIN AZALMASI İÇİN ÖLÇÜLER

--Şebeke düşük gerilim dağıtımının düzenlenmesi

Şebeke dağıtımı şebeke girişine mümkün olduğu kadar kapalı şekilde bağlanmalıdır.Böylece dağıtım barasındaki gerilim bozulması azalır.(Şekil.60.)

Amaç $L2 \gg L1$ olmasını sağlamaktır.

$L2$ ve $L1$ kablo indüktansıdır.Yukarıdaki sistem yalnız doğrultucuya gelen şebeke devresi için uygulanır.

--Şarj edici giriş kabloları (kabloları birbirinden uzak tutarak)en yüksek endüktansı elde etmek için çalışılmalıdır Giriş kabloları endüktansının $0.3 - 1$ H/m arasında olması istenir.

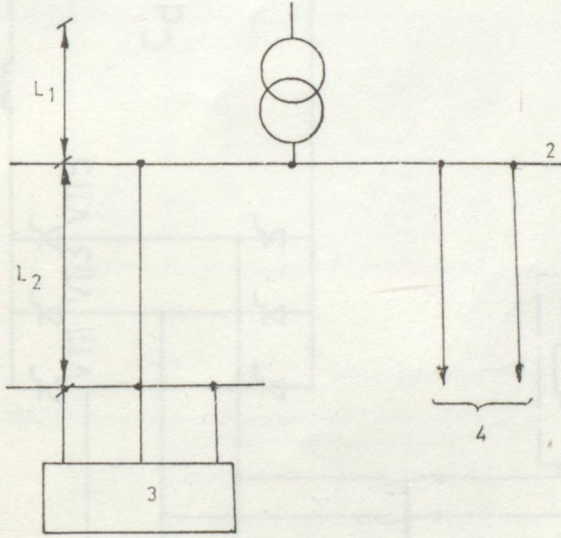
--Uygun giriş filtresi yardımı ile düşük numaralı harmonikler'in yok edilmesi

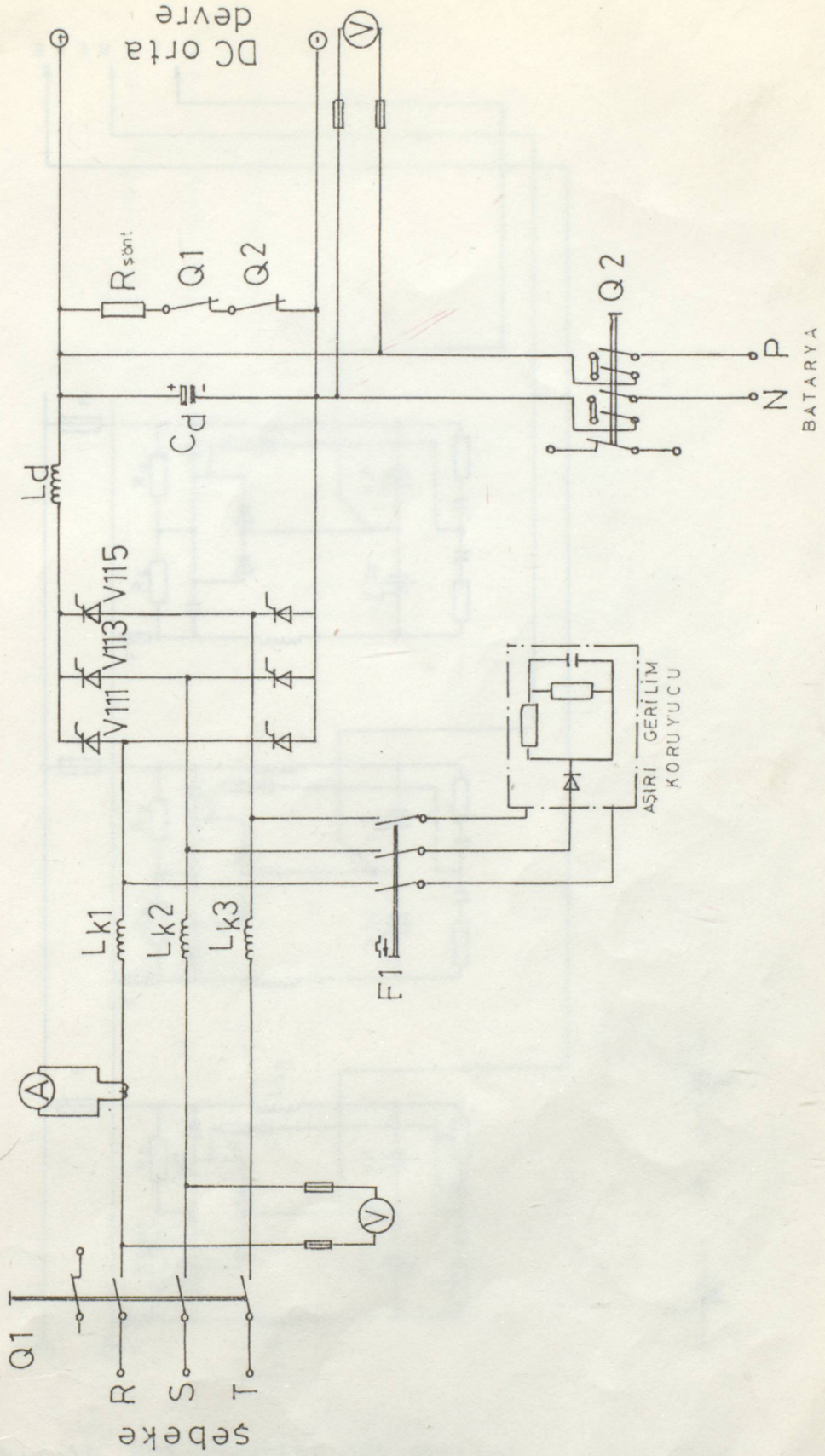
Özel harmonikler (5.,7.,11.,13.) için uydurulan şarj edici giriş devresi ile paralel bağlanmış filtreleri harmonik akımları yok eder.Böylece dağıtım barasında gerilim barasındaki gerilim en aza indirilir.

Yukarıdaki bu rezonans frekansı sırasında filtrelerin reaktansı kapasitiftir.Böylece onlar reaktif güç ana dalgasının kompenzasyonuna yardım ederler.

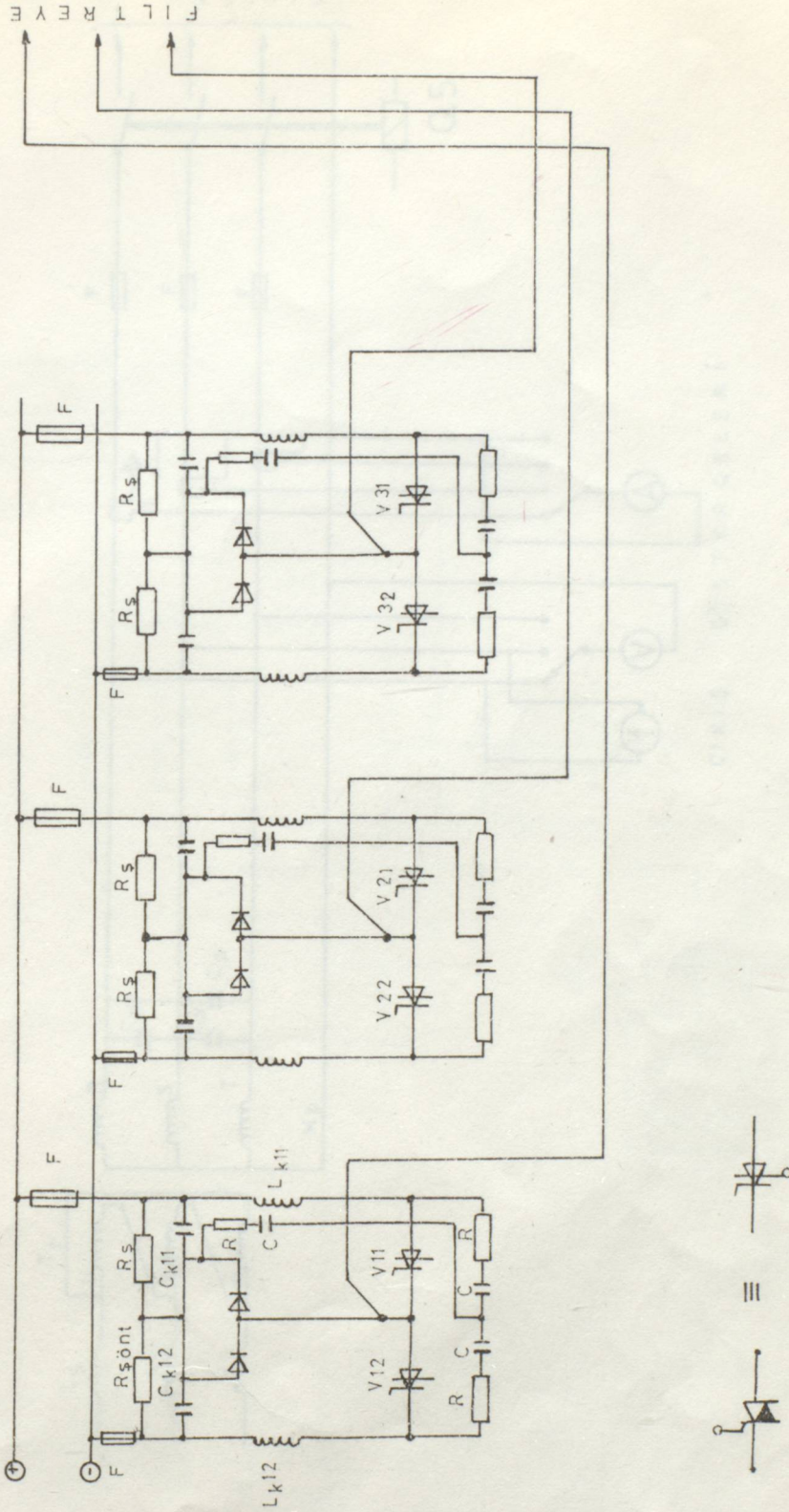
Şekil .60.Şebeke tepkisinin azaltılması

- 1 şebeke trafosu 4 diğer kullanıcılar
2 alçak gerilim dağıtımı L1,L2 kablo indüktansları
3 UPS sistem

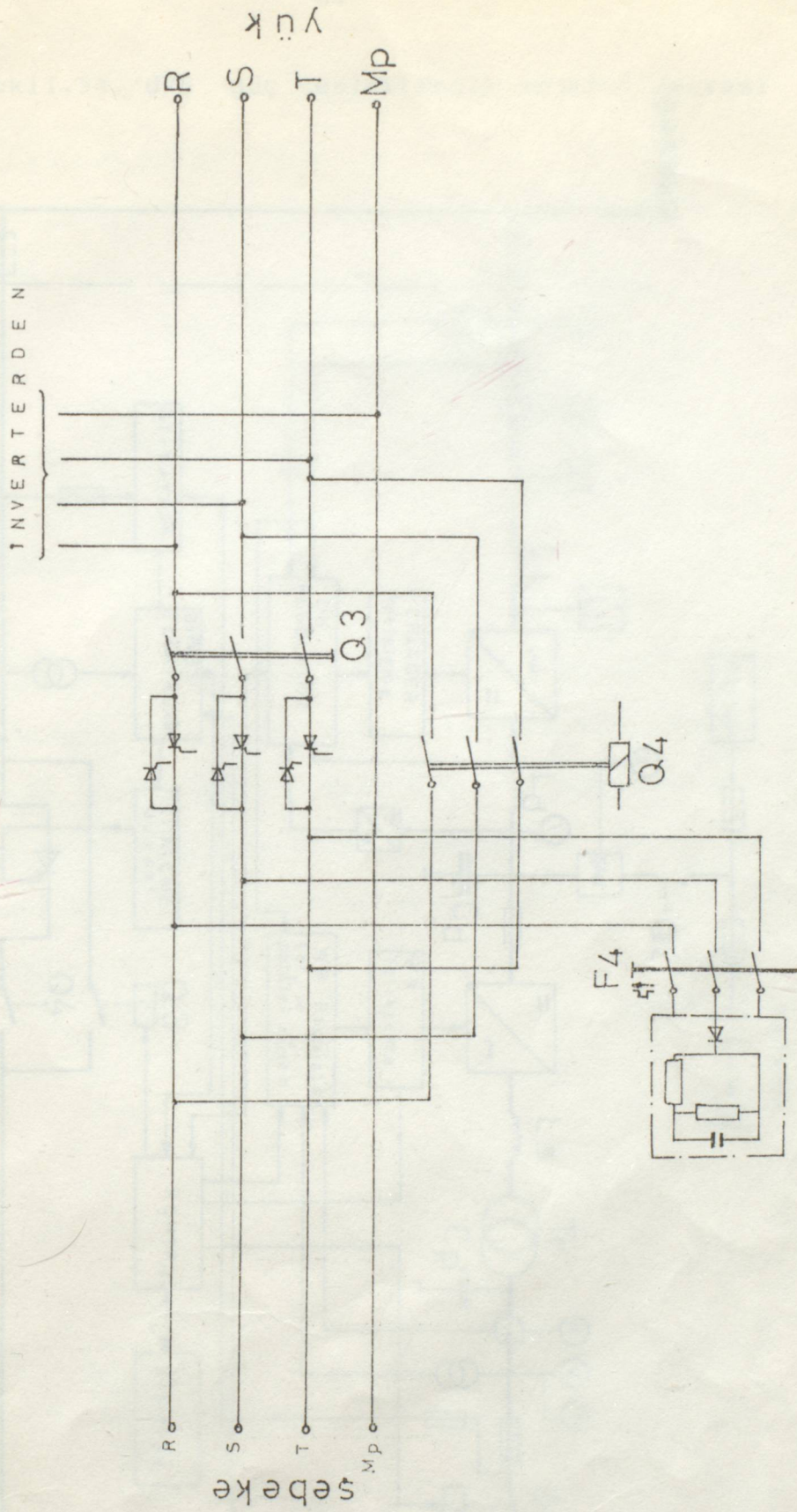




Şekil.50. UPS Charger güç devresi

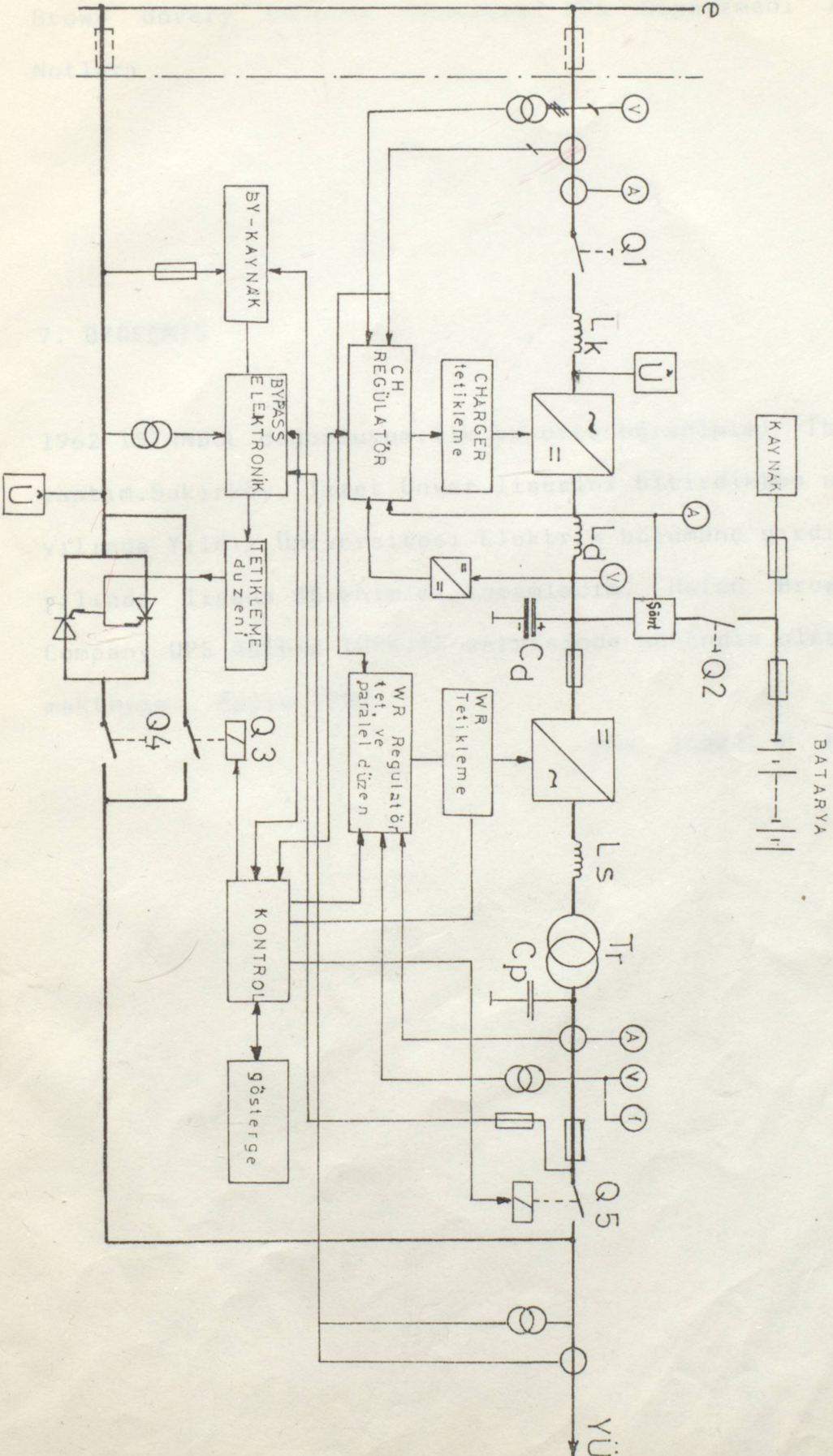


Şekil.51. UPS İnverter güç devresi



Şekil.53. UPS statik Bypass güç devresi

Şekil.54. UPS güç veelektronik kontrol devresi



6.KULLANILAN KAYNAKLAR

Brown Boverly Company (isviçre) UPS Departmanı Araştırma Notları

7. ÖZGEÇMİŞ

1962 İSTANBUL doğumluyum.İlk ve orta öğrenimimi İstanbul`da yaptım.Bakırköy İzzet Unver lisesini bitirdikten sonra 1981 yılında Yıldız Üniversitesi Elektrik bölümüne girdim ve 1985 yılında lisans öğrenimimi tamamladım. Halen Brown Boverly Company UPS Bölümü TÜRKİYE servisinde mühendis olarak çalışmaktayım. Mayıs 1987

MÜH. İSMAİL H. MUMCULAR

