

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Sarma Mak. Sah. Tez. hız ve Ger. Kont;
Kağıt Mak. Tahriki

Yüksek Lisans Tezi

Aydın Yaşar

1988

R 152
91

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZİN ADI

Sarma makinalarına sahip tezgahlarda
hız ve germe kontrolü.
(Kağıt makinalarının tahriki)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELK. MÜH. AYDIN YAŞAR

İSTANBUL 1988

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



ÖNSÖZ

TEZİN ADI

Sarma makinalarına sahip tezgahlarda hız ve germe kontrolü bu yüksek lisans tezinde de incelendiği gibi kağıt endüstrisinde çok geniş olarak uygulanmaktadır. İkinci bir çalışmada sahip kağıt endüstrisinde germe kuvvetinin artmasından dolayı kağıdın kopması veya eğilmesinden dolayı kullanılmasını önlemek için, germe kuvveti ile sarma hızının devamlı kontrol edilmesini tavsiyelerini gerektir. Hazırlanmış olan bu çalışmada, bu kontrollerin nasıl yapıldığı bir sistem olarak açıklanmıştır. Ayrıca, bu sistemde pratik yönden (Kağıt makinalarının tahriki)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELK. MÜH. AYDIN YAŞAR



İSTANBUL 1988

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

R 152

Kot : 91
Alındığı Yer : Fen Bilimleri Enst.
Tarih : 13/05/1991
Fatura :
Fiatı : 14.500 TL
Ayniyat No : 1/3
Kayıt No : 47639
UDC : 621.3 378.242
Ek :



ÖNSÖZ

Hazırlanmış olan bu yüksek lisans tezi ile kağıt ya-
Sarma makinalarına sahip tezgahlarda hız ve germe kont-
rolu bu yüksek lisans tezinde de incelendiği gibi kağıt en-
düstrisinde çok geniş olarak kullanılmaktadır. Akıcı bir
imalata sahip kağıt endüstrisinde germe kuvvetinin artma-
sından dolayı kağıdın kopmasını veya azalmasından dolayı
yığılmasını önlemek için, germe kuvveti ile sarma hızının
devamlı kontrol edilerek sabit tutulmaları gerekir. Hazır-
lanmış olan bu araştırmada, bu kontrollerin nasıl yapıldığı
bir sistem araştırması çerçevesinde, hem teorik hemde pra-
tik yönden mümkün olduğunca incelenmiştir.

Çalışmalarımda görüşlerine başvurduğum ve benden yar-
dımlarını esirgemeyen sayın hocam Prof. Kemal HALICI Bey'e
şükranlarımı sunmak isterim.

Ayrıca bu tezin hazırlanması sırasında bana yardımcı
olan SEKA Genel Müdürlüğü İzmit Selülöz ve Kağıt Fabrikası
nın değerli idareci ve teknik elemanlarına, kaynak araştı-
malarımda yardımcı olan sayın Y.Elk. Müh. Dr. Ziver ÜNER'e,
mekanik kısımların açıklanması ve tercümelerde yardımcı
olan sayın Mak. Müh. Yakup EKEN'e ve bu tezin yazımında,
düzenlenmesinde büyük yardımları dokunan değerli arkadaşım
sayın Nazan TAŞPINARLIOĞLU'na teşekkürleri bir borç bilirim.

Saygılarımla,

Aydın YAŞAR

ÖZET

Hazırlanmış olan bu yüksek lisans tezi ile kağıt yapım endüstrisinde kullanılan D.C. makinalarının yarı iletkenlerle kontrolü incelenmiştir. Araştırılan kurum ise Türkiye Selülöz ve Kağıt Fabrikaları, özellikle İzmit SEKA Kağıt Fabrikası olmuştur. Araştırmalar sonucunda fabrikada modernizasyon çalışmalarına rağmen henüz istenen otomasyona geçilemediği görülmüştür. Mevcut kapasitenin en iyi şekilde kullanılabilmesi için günümüzün teknik şartlarına uygun bir modernizasyona ivedilikle ihtiyaç vardır. Bu bilgiler ışığında SEKA Genel Müdürlüğü tarafından ön çalışmalar yapılmış ve işletmede çalışan mühendis ve teknisyenlerin eğitimi için kurslar ve konferanslar düzenlenmiş, ayrıca çeşitli konularda araştırmaları içeren kitaplar yayınlanmıştır. Bu yüksek lisans tezinin hazırlanmasında da bu araştırmalardan büyük ölçüde yararlanılmıştır.

Tez 6 ana başlık ve buna ek olarak SEKA'ya bağlı bazı fabrikaların incelenmesinden oluşmuştur.

Bölümlerde sırasıyla, D.C. motorlar, tristör, tristör kullanarak D.C. motorların kontrolü, D.C. sürücülerin kağıt endüstrisine uygulanması detaylı olarak incelenmiştir. Ayrıca İzmit, Dalaman, ve Aksu kağıt fabrikalarında kullanılan kağıt makinalarının özellikleri ve kumanda şekilleri açıklanmıştır.

İÇİNDEKİLER

SUMMARY

In this master's thesis the semiconductor controlled D.C. machines used in paper industry were examined. The studies were carried out at Turkish Cellulose and Paper Factories. Upon the researches it has been concluded that in spite of modernisation attempts, the factory has not have reached the desined automation level. In order to get the best use of capacity an up to date modernisation is urgently needed. Under the guidance of these information SEKA's General Management has led some preliminary studies and organized courses and conferences for its technicians and engineers and also published books covering a series of researches conducted in various subjects.

The thesis consist of 6 chapters and the examination of SEKA's factories.

In the chronological order of chapters, D.C. engines, tristors, tristor controlled D.C. engines, the application of D.C. drivers into the paper industry were studied in detail. Furthermore the characteristic and the command patterns of paper machines used in factories in İzmit, Dalaman and Aksu were explained.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sahife</u>
1. GİRİŞ	1
1.1. Doğru Akım Motoru	1
1.1.1. Geri e.m.f.	1
1.1.2. Motorlarda armatür (endüi) tepkisi	3
1.1.3. Ara kutupların kullanılması	6
1.1.4. Doyma tesirleri	6
1.1.5. Dengeleme sargıları	8
1.1.6. Genel karakteristikler	8
1.1.7. Seri Motor	10
1.1.8. Şönt Motor	12
1.1.9. Birleşik Motor	12
1.2. D.C. motorların kontrolü	15
1.2.1. Hız kontrol sistemi	15
1.2.2. Sabit akımla beslenen armatür	17
1.2.3. Deniz Motorları	19
1.2.4. Gerilme kontrolü	20
1.2.5. Parçalı alan serve-mekanizmaları	20
1.2.6. Aşırı yükler	21
1.2.7. Armatür uyarma kontrolü	21
1.2.8. Hız ve dönme momenti limitleri	22
1.2.9. Gerilim, Hız ve Pozisyon	23
1.2.10. Makaralı sürücülerin gerilme kontrolü	23
1.3. Ward Leonard hız ve dönme momenti kontrolü.	25
1.4. Tristör çeviricilerine giriş	30
2. TRİSTÖRÜN, TRİSTÖR KARAKTERİSTİKLERİNİN VE UYGULAMALARININ DETAYLI İNCELENMESİ	35
2.1. Tristör karakteristiklerinin fiziksel açıklanması ve uygulamaları	35
2.1.1. Tristörün çalışması ve iki transistör örneklemesi	36

	<u>Sahife</u>
2.1.2. Tristörün V-I karakteristikleri	40
2.1.3. Statik karakteristikler	41
2.1.4. Dinamik karakteristikler	45
2.1.5. Kapı karakteristikleri	50
2.1.6. Tristörün genel elektriksel karakteristikle- ri	53
2.1.7. Basit güç kontrol devresi ve uygulaması ...	54
2.2. Tristörün termik karakteristikleri	57
2.2.1. Faydalı terimlerin özeti	60
2.3. Tristörün yüksek hız sigortaları ve filtre devreleri kullanarak korunması	61
2.3.1. Sigorta yapımı	64
2.3.2. Sigorta seçimi	64
2.3.3. Redresör aletlerinde sigortanın kullanılması	68
2.3.4. Gerilim geçici rejimlerine karşı koruma ...	69
3. TRİSTÖRLER İÇEREN D.A. MOTOR KONTROL SİSTE- MINİN BÜTÜNÜNÜN İNCELENMESİ	75
3.1. Çeşitli redresör devreleri	76
3.1.1. Tek fazlı köprü	80
3.1.2.	86
3.1.2.1 Birinci eksen alanı yarı kontrollu karma köprü	91
3.1.2.2 Birinci ve ikinci alan. Tam kontrollu köprü	91
3.1.2.3 Dört alan çalışması zıt paralel tam kontrol- lu iki köprü	91
3.2. Tristör darbe devrelerinin incelenmesi	93
3.3. Tam hız kontrol devresi	101
3.3.1. İkaz zayıflatmalı Ward Leonard kontrol sis- temi	108
3.3.2. Alan zayıflatmalı tristörlü hız kontrolü ..	110
4. D.A. SÜRÜCÜLERİNİN KAĞIT YAPIM ENDÜSTRİSİN- DE UYGULAMALARIN İNCELENMESİ	113
4.1. Geleneksel Ward Leonard sistemi	113
4.1.1. Mekanik darbe	114

	<u>Sahife</u>
4.1.2. Grup bakım işaret vericileri	114
4.1.3. Başlama karakteristikleri	114
4.1.4.	114
4.1.5. Hız farkı	115
4.1.6. Esneklik	115
4.1.7. Grup frenlemesi	115
4.1.8. Araçlandırma	116
4.1.9. Yardımcı sürücüler	116
4.1.10. Yer ekonomisi	116
4.2. Modern eğilimler ve yarı iletken sürücüleri- nin kullanılması konusunda genel bir incele- me	116
5. TAM GERİ DÖNÜŞLÜ BİR YARI İLETKEN SÜRÜCÜSÜ- NÜN AYRINTILI İNCELENMESİ	125
5.1. Art generatif frenleme prensibi	125
5.1.1. Tek fazlı sistem	126
5.1.2. Üç fazlı sistem	129
5.2. Art generasyonun pratik yönleri	132
5.2.1. Genel istekler	132
5.2.2. Güç devresinin ateşlenebilmesi için gereken özellikler	135
5.3. Esas fonksiyonel elemanları gösterilmiş tam bir dizayn örneği	137
6. BAZI ÖNEMLİ PRATİK YÖNLER	146
6.1. Sistem düzeni ve bağlantıları	146
6.2. Sistemler arasındaki bağlantılar	148
6.3. Faz kontrolunun ana giriş akımının güç fak- törü üzerine etkileri ve radyo frekansı pa- razit problemleri ve giderilmesi	148
5.3.1. Güç faktörü	149
5.3.2. Harmonikler	149
5.4. Sigortalama	152
5.5. Kontaktörlerin seçimi ve ilgili geçici re- jimlerin yok edilmesi	152

6.6.	Yavaş başlatma olanaklarına olan ihtiyaç ve teklif edilen çeşitli diğer yan olanakların araştırılması	153
6.7.	Genel olarak geçici rejimleri bastırma problemleri	154
6.8.	Fazla yüke karşı koruma	155
6.9.	Dinamik kararlılık	155

SEKA'NIN İZMİT, DALAMAN VE AKSU TESİSLERİNDEKİ FABRİKALARDA KULLANILAN MAKİNA TAHRİK SİSTEMLERİ

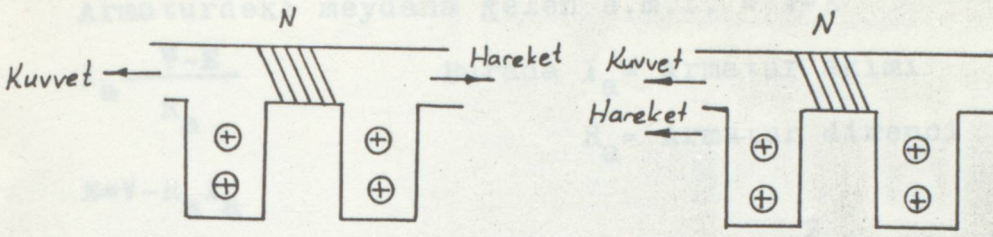
1.	İZMİT	162
1.1.	1 nolu fabrika	162
1.2.	2 nolu fabrika	163
1.3.	3 nolu fabrika	164
1.4.	4 nolu fabrika	164
1.5.	5 nolu fabrika	167
2.	DALAMAN	169
2.1.	Kağıt makinası	169
2.2.	Karton makinası	172
2.3.	İkmal sahasındaki sürücüler	173
2.4.	Sülfat selülöz makinası grupsal sürücüleri	173
3.	AKSU	173
3.1.	Kağıt makinası	174
3.2.	Selülöz fabrikası	175
3.3.	İkmal makinaları	175

1. Giriş : Bu araştırmanın amacı, sarma makinalarında hız ve germinin otomatik ayarı için kullanılan, tristör kontrollü D.C. motorunun çalışma esaslarını ve özellikle kağıt yapım endüstrisine uygulamalarını incelemektedir. Kağıt endüstrisinde geniş bir uygulama alanı olan bu konunun incelenmesi esnasında D.C. motorunun tanıtılmasına, karakteristiklerine, günümüzdeki yarı iletken devrelenmesine ve motor kontrol sistemlerinde tristöre geniş yer ayrılmıştır.

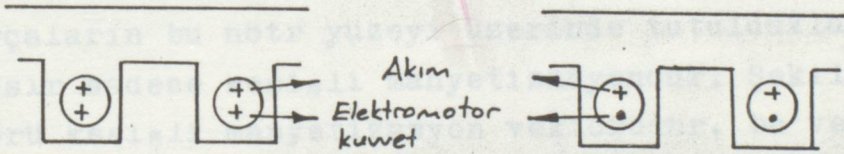
İlk edileceği üzere tristörün fiziki özellikleri yerine, cihazı daha iyi anlayabilmek için gerekli geniş uygulama alanları ve elektriksel karakteristikleri verilmiştir. Kısaca, araştırma tristörü daha çok sistem dizayniyle ve uygulamalarıyla ilgili yönleri açık olarak verebilmek amacıyla hazırlanmıştır.

1.1. Doğru Akım Motoru : İlk olarak, D.C. motoru ve D.C. generatörü arasında gerek yapıları, gerekse esas prensipleri yönünden hiçbir fark olmadığı açık bir şekilde anlaşılmalıdır. Her iki makinada, bir alan magnetik sistemi, dönen bir armatürle, onun dönme eksenine aynı dönme eksenli bir komitatör, fırça ve fırça tutucularından ibaret akın toplama sistemlerine sahiptir. Dolayısıyla bir D.C. makinasının hareketi, fiziksel olaylarla ilgili olarak sık sık rastladığımız tersinir işlemlerden biridir. Üretim halinde, mekanik enerjiden elektrik enerjisine dönüşüm vardır. Diğer taraftan motor olarak çalıştırıldığında elektrik enerjisinden mekanik enerjiye dönüşüm olur. Şekil 1.1. a da kağıdın içinde doğru akan akımı taşıyan akın telleriyle ve kağıdın aşağısına doğru olan alan akısının akışıyla iki tane armatür olduğu gösterilmiştir. Tellerden akan akımların ve esas alan akısının yarattığı alan reaksiyonlarından dolayı, armatür üzerindeki kuvvet sola doğrudur. Dinomoda, uygulanan dönme momenti yaratılan dönme momentiyle her zaman ters yöndedir ve neticede bu uygulanan dönme momenti armatür tellerinde akın akmasıyla neticelenir. Motorda, yaratılan dönme momenti armatür yivlerini sola doğru döndürür ve armatür şaftında bir çıkış momenti oluşturur.

1.1.1 Geri e.m.f. : Motor halinde, makinayı çalıştıran, kaynak e.m.f. dir. Fakat motor armatürü generatör



Şekil 1.1.a Armatür (endü) hareket yönlerinin karşılaştırılması.



Şekil 1.1.b Elektromotor kuvvetin motor armatüründe oluşturduğu endüksiyon.

armaturune ters yonde dondugu için (Şekil 1.1.b) motor armatürü (endüisi) kaynak e.m.f. ye "geri e.m.f." adı verilir.

Kaynak gerilimine V ve geri e.m.f. ye E diyelim.

Armatürdeki meydana gelen e.m.f. = $V - E$

$$I_a = \frac{V - E}{R_a}$$

Burada I_a = Armatür akımı

R_a = Armatür direnci

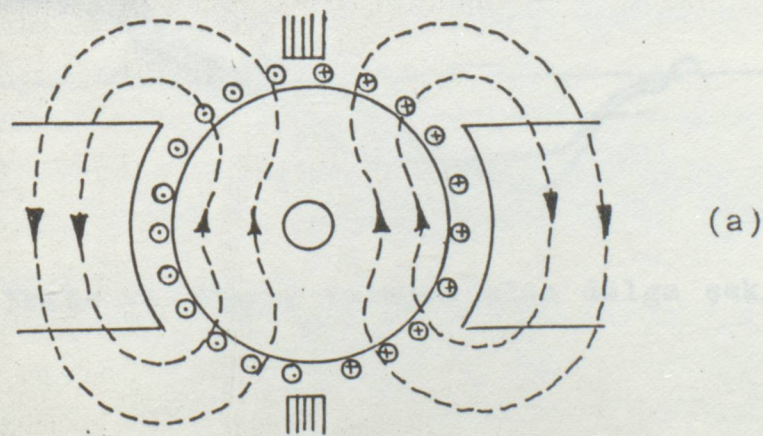
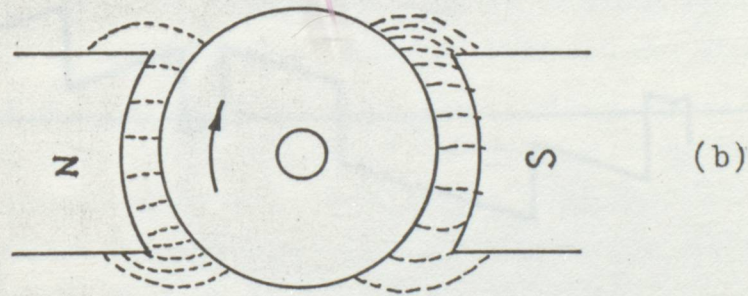
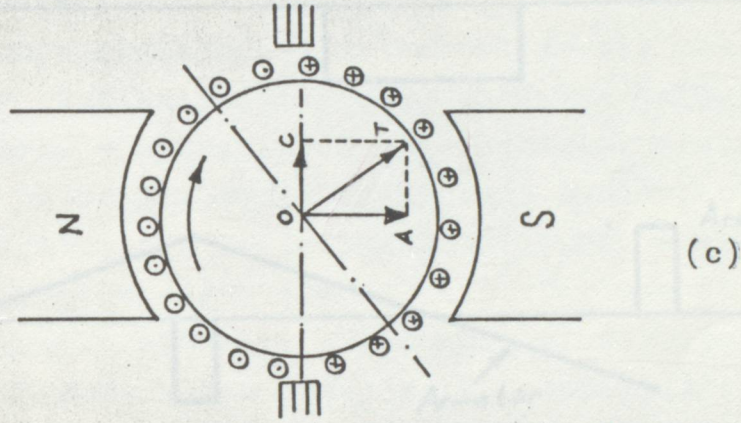
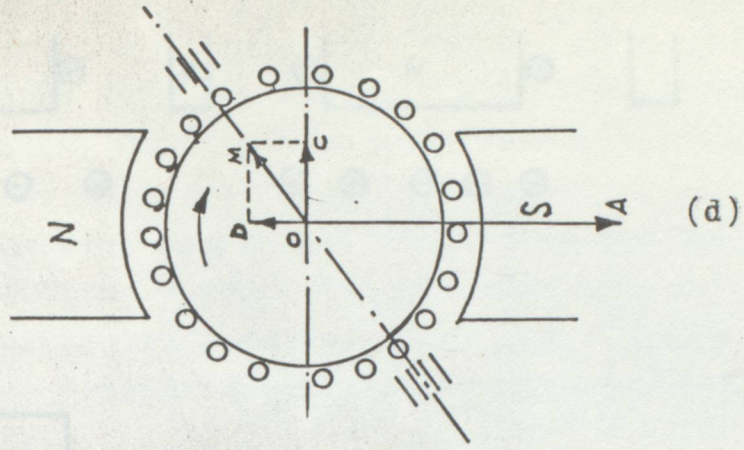
$$E = V - R_a I_a$$

Armatür üzerindeki enerji kaybı $R_a I_a^2$ küçük olduğundan makinanın verimini yüksek tutmak için geri e.m.f. her zaman uygulanan gerilime aşağı yukarı eşittir.

1.1.2 Motorlarda armatür (endüi) tepkisi : Tekrar motor hareketi ile generatör hareketini karşılaştırarak verilmiş polaritede bir akı ve aynı dönme yönü için, armatür akımının dağılımı dinamodakinin ters yönündedir. Şekil 1.1.e de motorda armatür tepkisinin etkileri gösteriliyor. Görüldüğü gibi dönme yönünde bağlı olarak elektriksel nötr yüzeyi geriye doğru kaymıştır. Çevirme geyesinde ideal şarj için fırçalar geriye doğru bu nötr yüzeyi üzerine kaydırılabilir. Açık olarak, bu terk yönde dönen motor için yapılmaz.

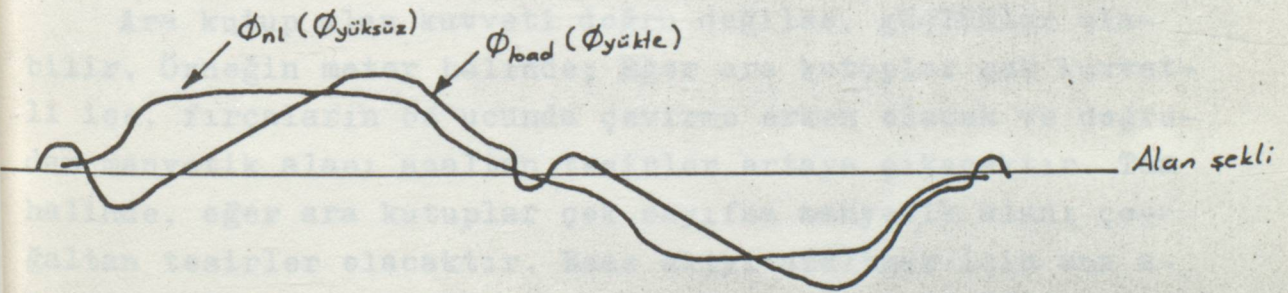
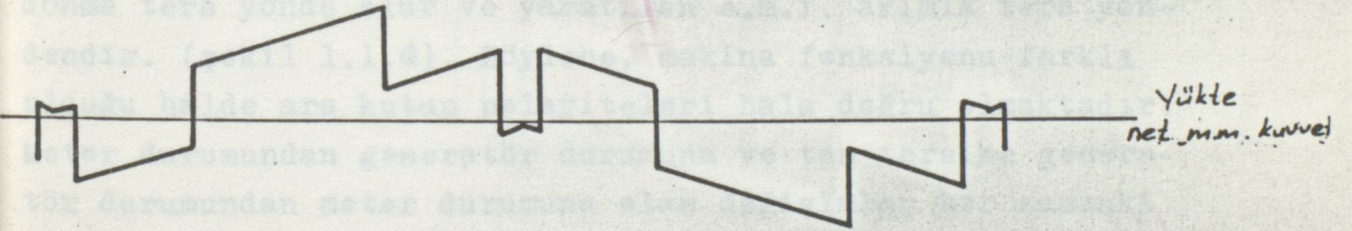
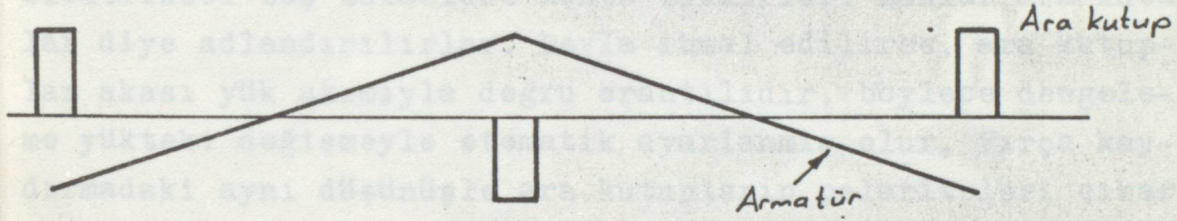
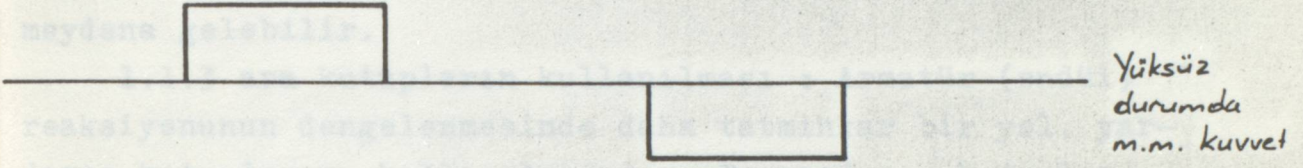
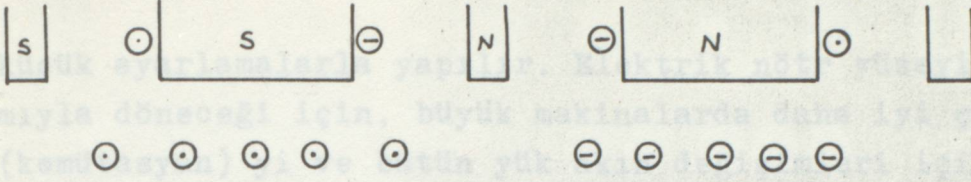
Fırçaların bu nötr yüzeyi üzerinde tutuldukları takdirde tesir sadece kesişli manyetizasyondur. Şekil 1.1.c de OC vektörü kesişli manyetizasyon vektörüdür, bu vektör neticede akı vektörü OT yi verir. OC vektörü şekil 1.1.c,a da akı dağılımıyla temsil edilmiştir. Böylece esas alan akısı akiya ilave edildiği zamanki hal şekil 1.1. (c),(b) de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, alan kütupların giriş parçası altında kuvvetleniyor, çıkış parçası altında zayıflıyor.

Armatürün sadece tek yönde döndüğü farzedilirse ve fırçalar şekil 1.1. (c),(d) de gösterildiği gibi OM manyetik eksenine fırça eksenine çıkışacak şekilde geriye kaydırılır. Şimdi, armatür M.M.F. OM birbirlerine dik OC kesen manyetik bileşen ve OD doğru bileşenlerine ayrılır. OD esas alan vektörü OA ya terk yöndedir ve manyetik alanı azaltıcı tesiri vardır. Bu sebeple armatür (endüi) reaksiyonunun tesirlerini gidermek amacıyla yapılan fırça kaydırma işlem tehlikelidir. Ancak küçük makinalarda 10° - 20° kullanılabilir. Büyük makinalarda yük düzeltmesi sadece bazı



Sekil 1.1c Armatür (endü) reaksiyonunun etkileri

(5)



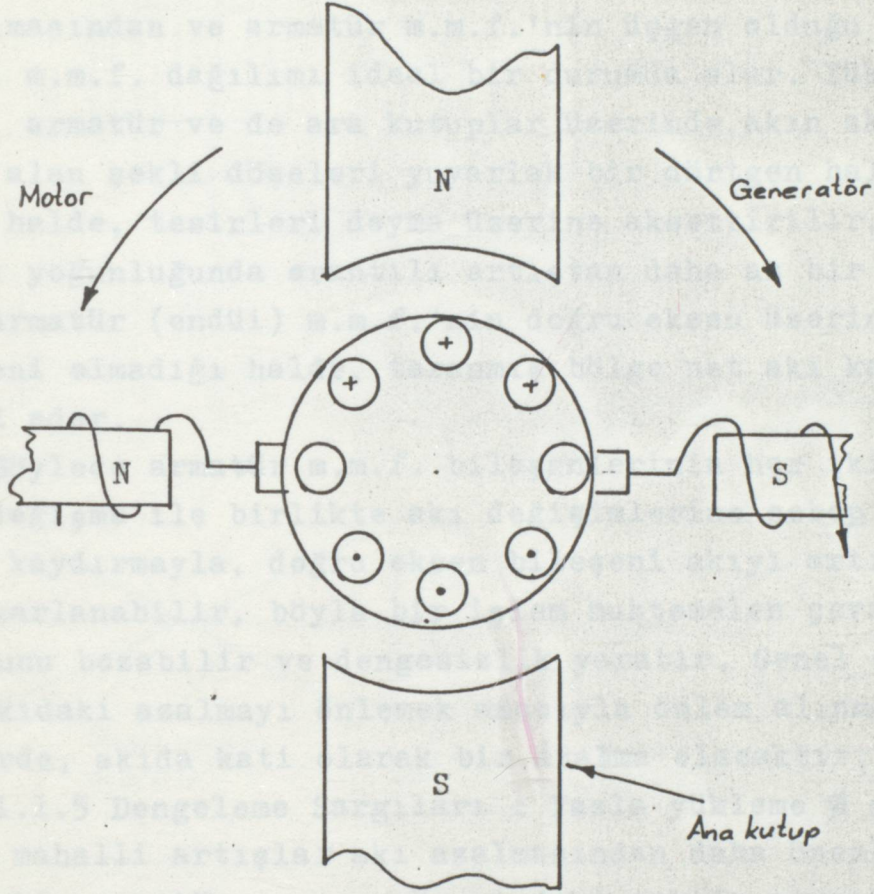
Şekil 1.1e Yükte ve yüksüz durumda alan dalga şekilleri.

küçük ayarlamalarla yapılır. Elektrik nötr yüzeyi yük akımıyla döneceği için, büyük makinalarda daha iyi çevirme (komütasyon) yi ve bütün yük akın değişimleri içinde daha iyi bir makina akısını ayarlama daha tatminkar dengeleme metodlarına ihtiyaç vardır. Örneğin eğer armatür (endüi) reaksiyonu çok çabuk bir alan zayıflama değişimine sebep olursa, hız/dönme momenti karakteristiğinde dengesizlik meydana gelebilir.

1.1.3 ara kutupların kullanılması : Armatür (endüi) reaksiyonunun dengelenmesinde daha tatminkar bir yol, yardımcı kutupların kullanılmasıdır. Bu yardımcı kutuplar yük akımı vasıtasıyla uyarılır ve esas kutuplar arasındaki elektriksel boş bölmelere monte edilirler. Bunlar ara kutuplar diye adlandırılırlar. Doyma ihmal edilirse, ara kutuplar akısı yük akımıyla doğru orantılıdır, böylece dengeleme yükteki değişimle otomatik ayarlanmış olur, Fırça kaydırmadaki aynı düşünüşle ara kutupların polariteleri çıkarılır, şöyle ki üretici için polarite dönme yönünde gidilerek bir sonraki esas kutubun polaritesi ile aynıdır. Motor için aynı akın ve aynı esas-alan polariteleri halinde, dönme ters yönde olur ve yaratılan e.m.f. akımla ters yöndedir. (Şekil 1.1.d). Böylece, makina fonksiyonu farklı olduğu halde ara kutup polariteleri hala doğru olmaktadır. Motor durumundan generatör durumuna ve tam tersine generatör durumundan motor durumuna olan değişimler her zamanki çalıştırma istekleri olduğundan dolayı ara kutup polaritelerinin değişmemesi şanslı bir tesadüf halidir.

Ara kutup alan kuvveti doğru değilse, güçlükler olabilir. Örneğin motor halinde; Eğer ara kutuplar çok kuvvetli ise, fırçaların ön ucunda çevirme erken olacak ve doğrudan manyetik alanı azaltan tesirler ortaya çıkacaktır. Tam halinde, eğer ara kutuplar çok zayıfsa manyetik alanı çoğaltan tesirler olacaktır. Esas akıyı azaltmak için ana alanın azaltılması halinde bu tesirler daha belirlidir.

1.1.4 Doyma Tesirleri : Eğer kutup uçlarına yakın demirde doyma olmasaydı, armatür m.m.f. vektörünün bölme eksen bileşeni toplam doğru-eksen akısı üzerinde hiçbir tesiri olmayacaktı. Şekil 1.1 (c),(b) de görüldüğü gibi



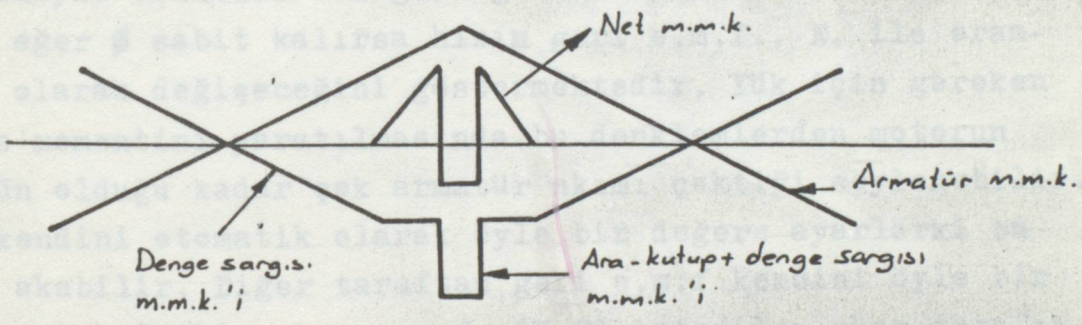
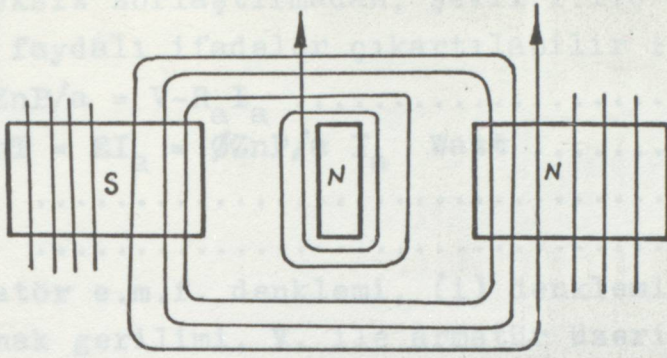
Şekil 1.1d Armatür (endü) reaksiyonunun ara-kutuplarla dengelenmesi.

armatür sargı akısı bir taraftan toplam alanı kuvvetlendirir, diğer tarafta ise zayıflatır, Bilhassa armatür dışlarında doymadan dolayı zayıflamadan ziyade kuvvetlendirme tesirleri daha az bellidir. Bu tesir şekil 1.1. e de daha açık olarak gösterilmektedir. Stator sargısının dikdörtgen olmasından ve armatür m.m.f.'nin üçgen olduğu farzedilirse, m.m.f. dağılımı ideal bir durumda olur. Yüksüz bir halde, armatür ve de ara kutuplar üzerinde akın akmadığı zaman alan şekli döşeleri yuvarlak bir dörtgen halindedir. Yüklü halde, tesirleri doyma üzerine aksettirilir, böylece akı yoğunluğunda orantılı artıştan daha az bir artış olur. Armatür (endüi) m.m.f.'nin doğru eksen üzerinde hiç bileşeni olmadığı halde, taranmış bölge net akı kaybını temsil eder.

Böylece armatür m.m.f. bileşenlerinin her ikisi yükteki değişme ile birlikte akı değişimlerine sebep olur ve fırça kaydırma ile, doğru eksen bileşeni akıyı artırmak için ayarlanabilir, böyle bir işlem muhtemelen çevirme fonksiyonunu bozabilir ve dengesizlik yaratır. Genel olarak, eğer akıdaki azalmayı önlemek amacıyla önlem alınmadığı takdirde, akıda kati olarak bir azalma olacaktır.

1.1.5 Dengeleme Sargıları : Fazla yükleme şartlarında mahalli artışlar akı azalmasından daha önemlidir. Bu herbir armatür sargısı üzerindeki maksimum gerilimdir. Eğer çevirici parçalar arasındaki gerilim 30 V u aşarsa elektriksel atlama tehlikesi ortaya çıkar. Pahalı olmasına rağmen tesirli bir giderme imkanı, manyetik eksenle aynı eksen üzerinde ve ara kutuplarla seri olan diğer bir sargı grubu ilave edilerek olur. Bu denge sargıları normal olarak esas kutup yüzey olukları içine yerleştirilir ve ideal olarak esas kutup arkının altında armatür amper devirini adım adım yok eder (Şekil 1.1.f). Denge sargısı yaklaşık olarak armatür m.m.f. nin üçte ikisini yok ettiği için tepe yoğunluğu ve yükteki kayıp çok fazla bir şekilde azaltılmış olur.

1.1.6 Genel Karakteristikler : Karakteristikler üç esas grupta toplanabilir : Dönme momenti, Hız ve Güç, bunlar motorun çıkış şaftının mekanik dönmesiyle ilgili olan



Şekil 1.1f Denge sargısı.

parametreleridir. Bu seviyede, dönme enerjisiyle ilgili çeşitli miktarları ve birimleri ifade etmek faydalıdır. Konuyu gereksiz zorlaştırmadan, şekil 1.1.e den, aşağıdaki esas ve faydalı ifadeler çıkartılabilir :

$$E = \phi Z n P / a = V - R_a I_a \dots\dots\dots (i)$$

$$P = 2nT = E I_a = \phi Z n P / a I_a \text{ Watt} \dots\dots\dots (ii)$$

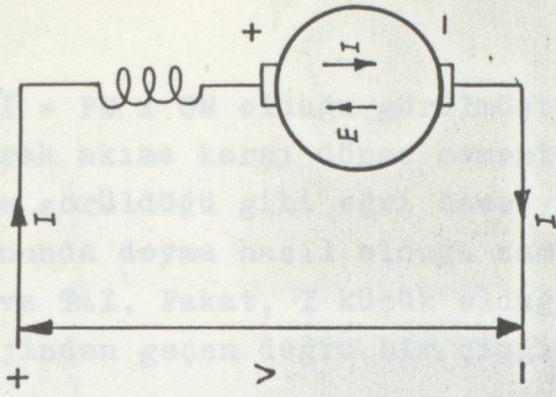
$$T \propto I_a \phi \dots\dots\dots (iii)$$

$$n \propto E / \phi \dots\dots\dots (iv)$$

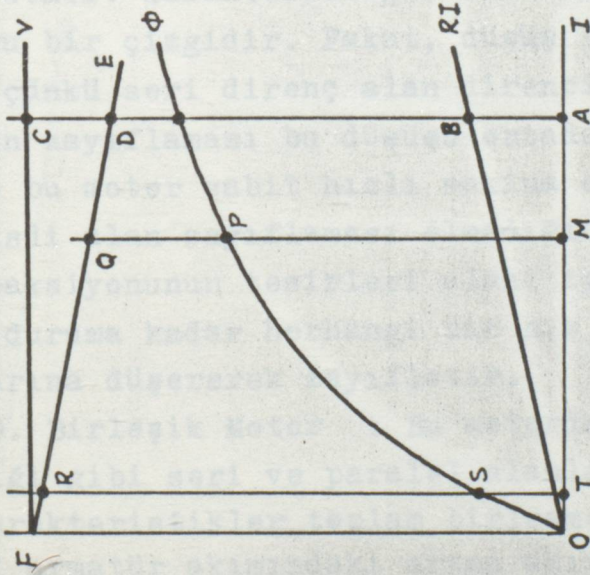
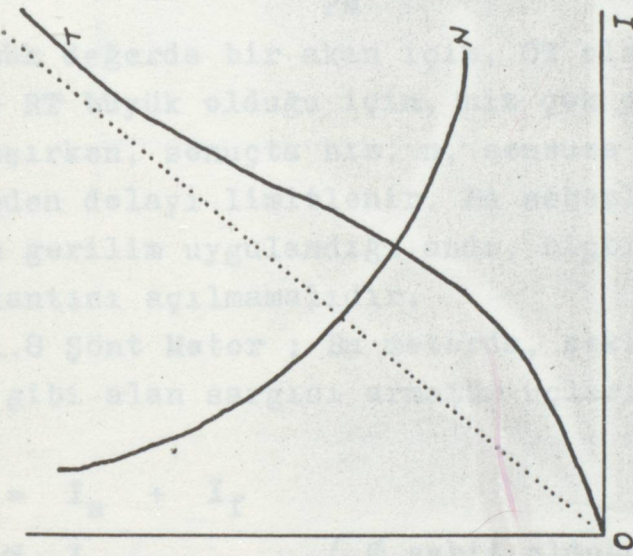
Generatör e.m.f. denklemi, (i) denklemi gere e.m.f.,, E, nin kaynak gerilimi, V, ile armatür üzerindeki gerilimin farkına eşit olduğunu gösterir. Denklem (ii) newton-metre cinsinden dönme momenti, T, ile watt cinsinden çıkış gücü arasındaki bağıntıyı göstermektedir. Denklem (iii), Dönme momenti T nin her bir kutup akısı ile armatür akımı çarpımıyla orantılı olduğunu göstermektedir ve denklem (iv) eğer ϕ sabit kalırsa hızın geri e.m.f., E, ile orantılı olarak değişeceğini göstermektedir. Yük için gereken dönme momentini yaratılmasında bu denklemlerden motorun mümkün olduğu kadar çok armatür akımı çektiği söylenebilir. Hız kendini otomatik olarak öyle bir değere ayarlarkı bu akım akabilir. Diğer taraftan geri e.m.f kendini öyle bir değere ayarlarkı sonuç e.m.f. (V-E) istenilen akın tarafından ortaya çıkan armatür üzerinde görülen gerilim düşmesine eşit olur. Böylece, bir D.C. motorunun hızı ve geri e.m.f. i birbirlerine çok yakın olarak bağlıdırlar. Aynı zamanda, ϕ , her kutup akısındaki artışın hızda bir azalmaya azalmaya sebep olacağını belirtmek önemlidir.

1.1.7 Seri Motor : Şekil 1.1. h da gösterildiği gibi , bu makina kaynak gerilimi V uçlarına seri olarak bağlanmış armatür ve alana haizdir. Kaynak gerilimi sabittir ve doğru bir çizgi V ile gösterilmiştir. Armatür akımı I için, iç gerilim düşmesi $R_a I_a$ olarak verilmiştir. Burada R_a toplam makina direnci ile birlikte armatür, esas olan, ara kutup sargıları ve fırça temas direncidir. Bu gerilim düşüşü ise OB doğru çizgisi ile gösterilmiştir. CD=OB olduğunu dikkat edilirse, FE, düşen doğru çizgisi geri e.m.f. karakteristiğidir.

(11)



$T \propto \Phi I$
Küçük değerli Φ için
 $\therefore T \propto I$



Şekil 1.1h Seri motor karakteristikleri.

$T \propto \phi I = PM \times OM$ olduğu görülmüştü, P gibi birçok noktalar alarak akıma karşı dönme momenti OT eğrisi çıkartılabilir ve görüldüğü gibi eğri önce yavaş olarak yükseliyor ve sonunda doyma hasıl olduğu zaman bir doğru çizgiye yaklaşır ve $T \propto I$. Fakat, I küçük olduğu zaman manyetizasyon eğrisi orjinden geçen doğru bir çizgiye çok yakın olur şöyleki $\phi \propto I$.

Fakat $T \propto \phi I$, $T \propto I^2$ (küçük akımlar için). Şimdi hız ele alındığında görülürki ;

$$n \quad (V - R_a I_a) / \phi = \frac{OM}{PM}$$

Küçük değerlerde bir akın için, OT olsun, RT/ST dir. ST küçük ve RT büyük olduğu için, hız çok yüksektir. T sıfıra yaklaşırken, sonuçta hız, n, sonsuza gider ve sadece sürtünmeden dolayı limitlenir. Bu sebeple, seri bir motorun, tam gerilim uygulandığı anda, hiçbir zaman yükü ile olan bağlantısı açılmamalıdır.

1.1.8 Şönt Motor : Bu motorda, şekil 1.1.i de gösterildiği gibi alan sargısı armatür uçları arasına bağlanmıştır.

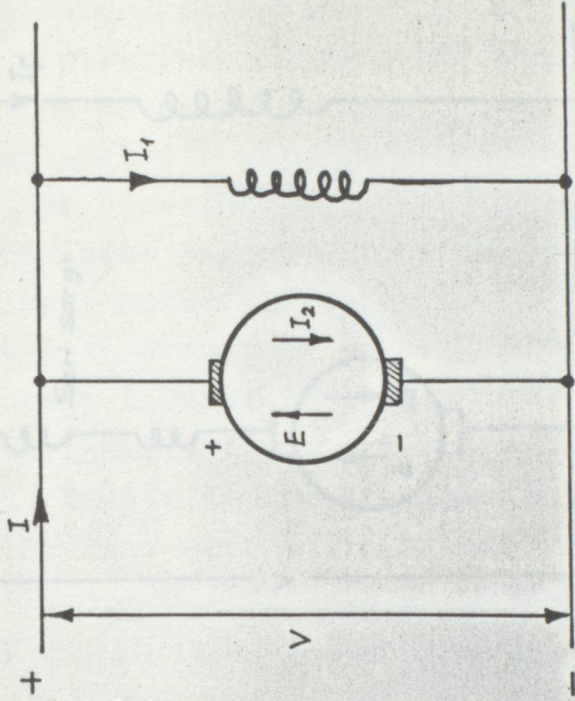
$$I = I_a + I_f$$

$$T \propto I_a \quad (\phi \text{ sabit olduğu için})$$

$$n \propto E$$

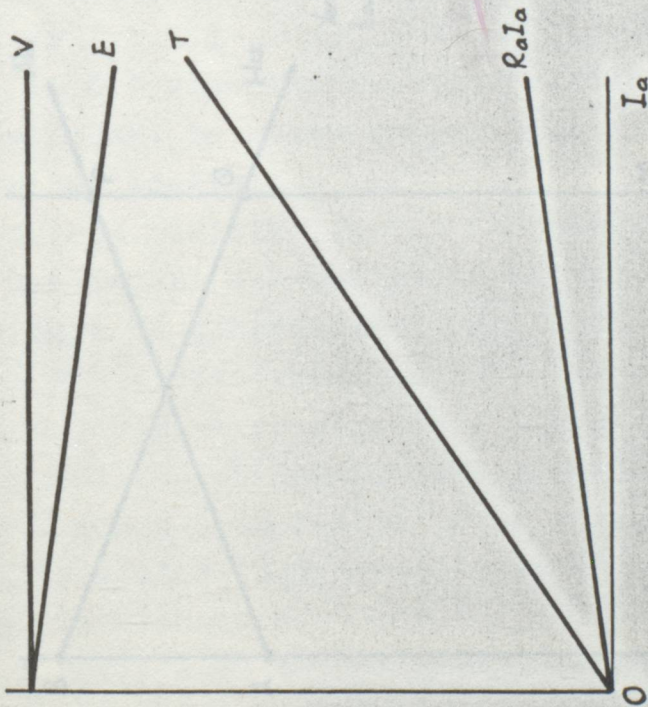
Geri e.m.f. karakteristiği, seri motorda olduğu gibi düşen doğru bir çizgidir. Fakat, düşüş farkedilir bir şekilde azdır, çünkü seri direnç alan direncini ihtiva etmez, çok az olan zayıflaması bu düşüşü ortadan kaldırabilir, böylelikle bu motor sabit hızlı makina olarak düşünülebilir. Bu kasdi alan zayıflaması olmadığı durumda, armatür (endü) reaksiyonunun tesirleri alanı iyice yüksüz durumda, yüklü duruma kadar herhangi bir hız değişimini en küçük oranlarına düşererek zayıflatır.

1.1.9. Birleşik Motor : Bu motorda, şekil 1.1.j de gösterildiği gibi seri ve paralel alanlar mevcuttur. Gösterilen karakteristikler toplam birleşmenin sonucudur. Şöyle ki ; armatür akımındaki artma akıyı arttırır ve bun-

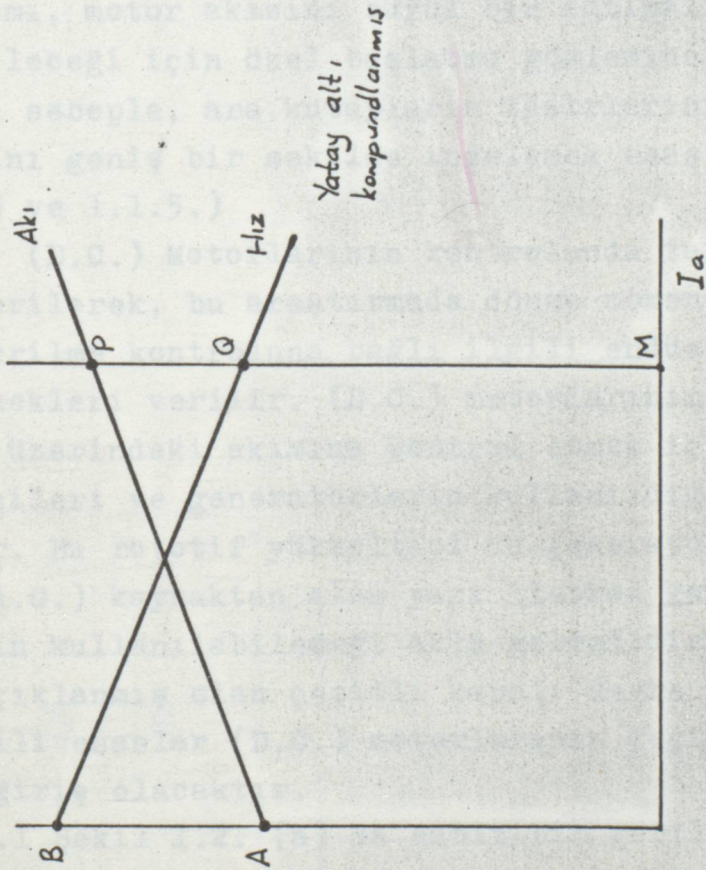
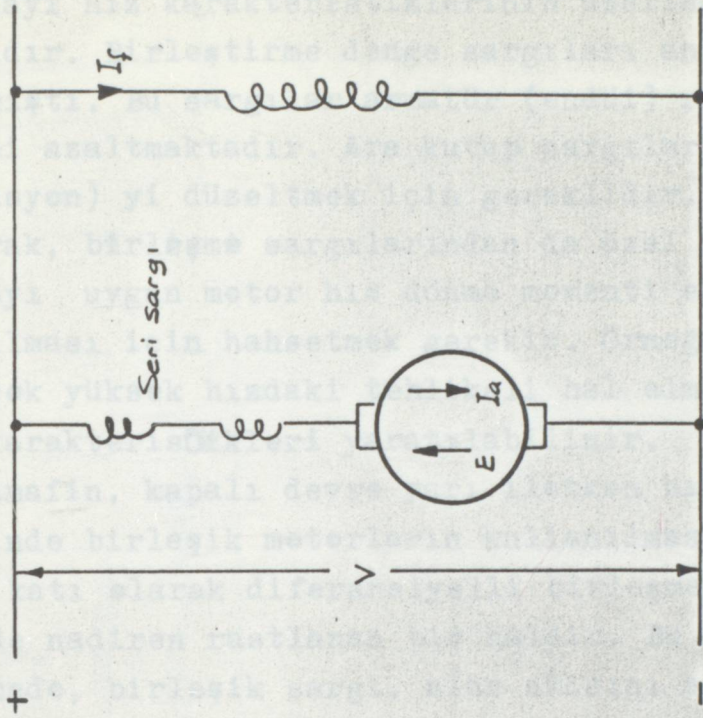


$T \propto \Phi I_a$
 $T \propto I_a$
 $n \propto E$

Φ n sabit
 $n \propto [V - R_a I_a] / \Phi$



Şekil 1.1i Şönt motor karakteristikleri.



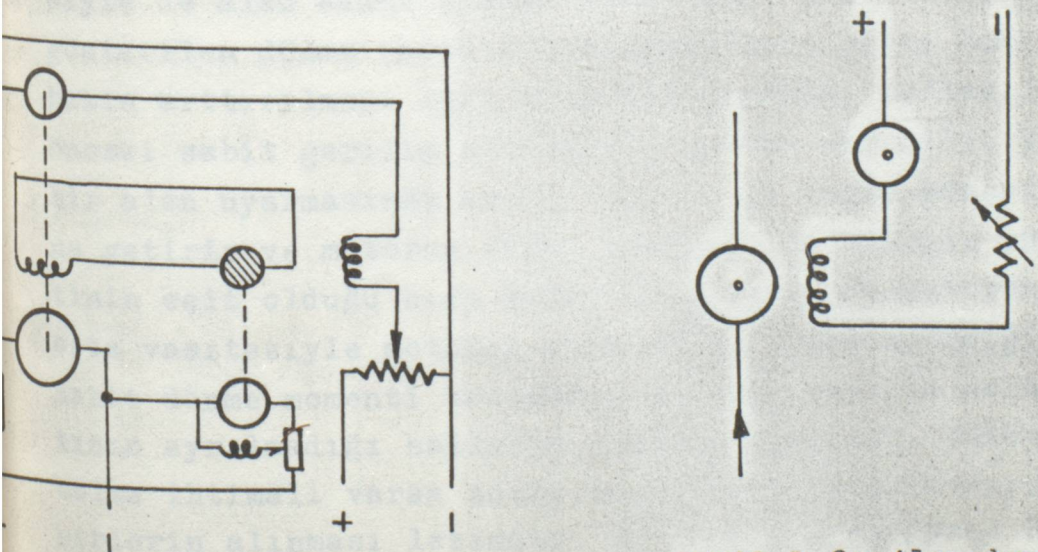
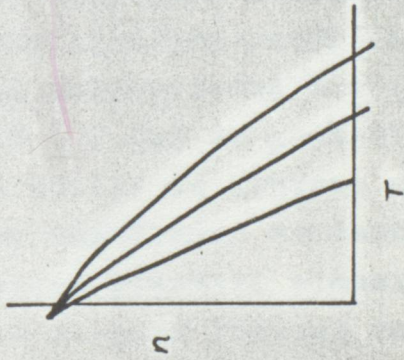
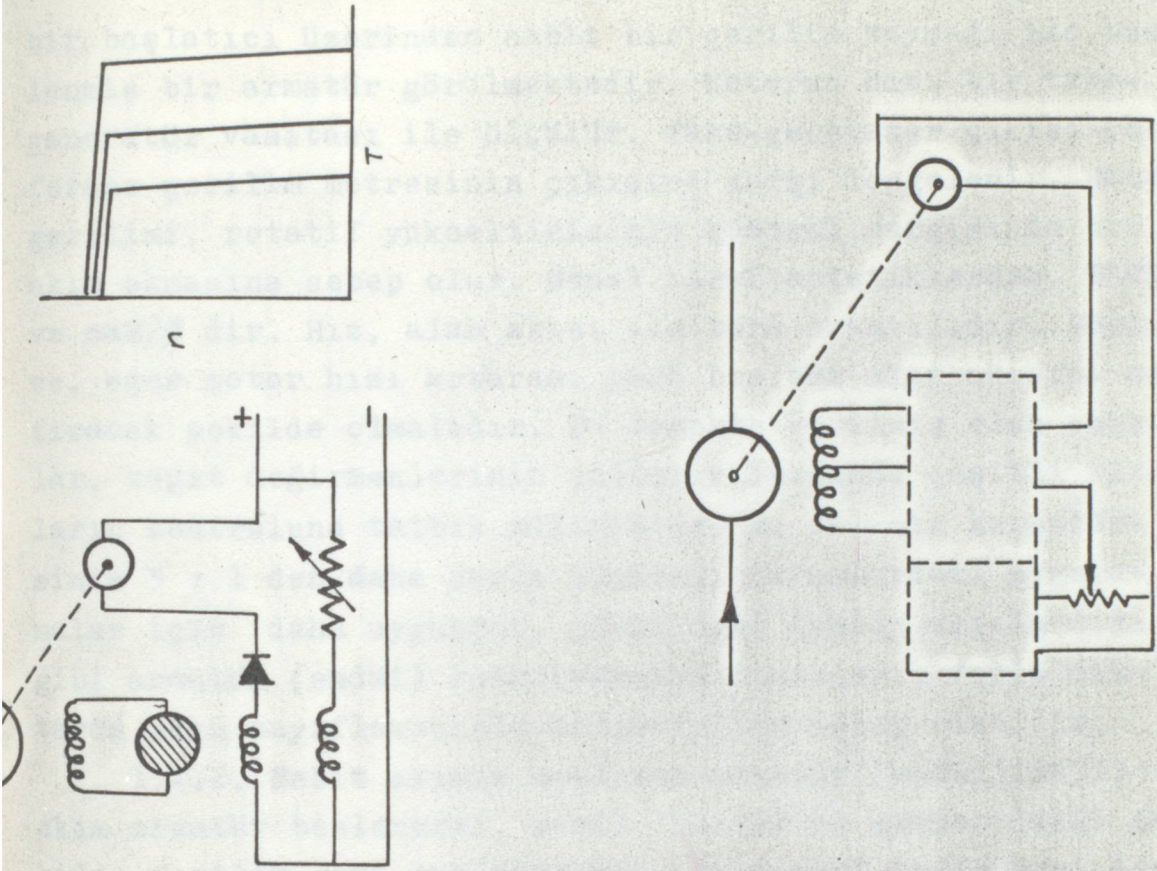
Şekil 1.1.j Yatay altı takviye edilmiş bileşik motor karakteristiği

dan dolayı hız karakteristiklerinin üzerinde daha çok durulmalıdır. Birleştirme denge sargıları anlatılırken açıklanmıştı. Bu sargılar armatür (endüi) reaksiyonunun etkisini azaltmaktadır. Ara kutup sargılarında çevirme (komütasyon) yi düzeltmek için gereklidir. Bunlara ilave olarak, birleşme sargılarından da özel istenen bir çalışmayı uygun motor hız dönme momenti eğrilerinin çıkartılması için hahsetmek gerekir. Örneğin yüksüz durumda çok yüksek hızdaki tehlikeli hal olmaksızın, seri motor karakteristikleri yaratılabilir.

Mamafin, kapalı devre yarı iletken hız kontrol sistemlerinde birleşik motorların kullanılması olağan değildir ve katı olarak diferansiyelli birleşmede herhangi bir sistemde nadiren rastlanan bir haldir. Bu difrensiyelli birleşmede, birleşik sargı, alan akısını azaltır. Bu son sistem tehlikeli olabilir, herhangi bir yüksek başlatma akımı, motor akısını büyük bir ihtimalle tersine döndürebileceği için özel başlatma gözlemine ihtiyaç gösterir. Bu sebeple, ara kutupların tesirlerini ve denge sargılarını geniş bir şekilde incelemek esas oluyor (Kısım 1.1.3 ve 1.1.5.)

1.2. (D.C.) Motorlarının kontrolunda tarihsel gelişimler verilerek, bu araştırmada dönme momenti, hız pozisyon ve gerilme kontroluna bağlı ilgili endüstriyel işlemlerin örnekleri verilir. (D.C.) motorlarının armatür ve alanları üzerindeki akımına kontrol etmek için, rotatif yükselticileri ve generatörlerin kullanıldığı sistemler açıklanır. Bu rotatif yükseltici ve generatörler yerine, gücünü (A.G.) kaynaktan alan yarı iletken kontrollu redresörlerin kullanılabilmesi aklı gelmelidir. Bununla beraber, açıklanmış olan çeşitli kapalı devre sistemlerindeki ilgili esaslar (D.C.) motorlarının değişkenliğine iyi bir giriş olacaktır.

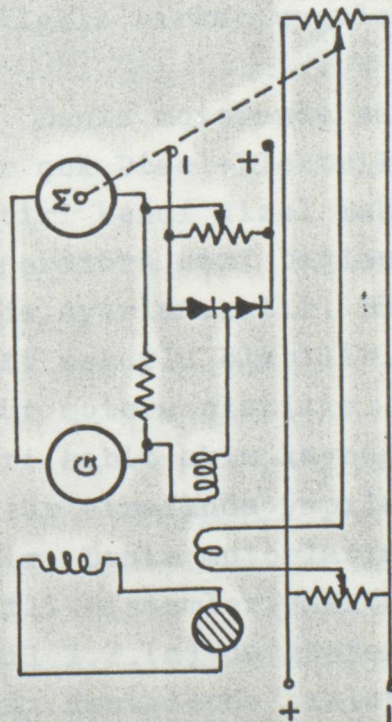
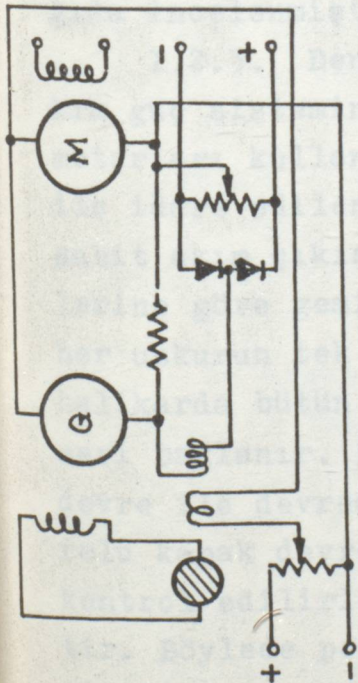
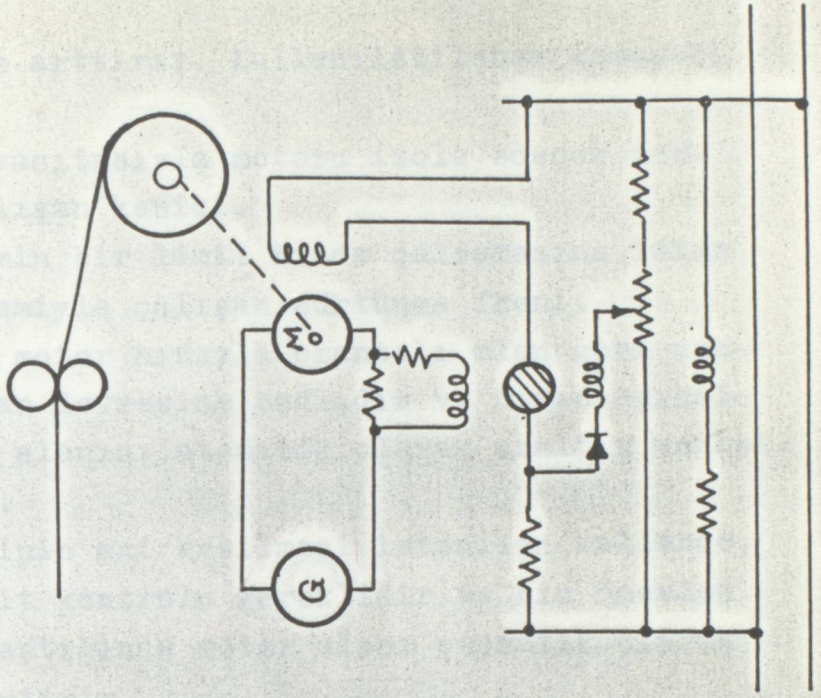
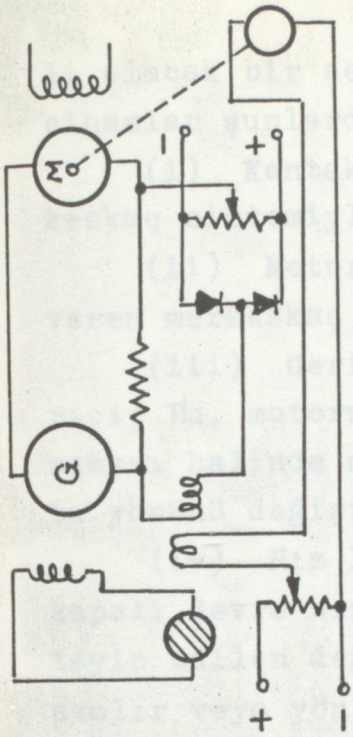
1.2.1 Şekil 1.2. (a) da sabit bir gerilimle beslenmiş armatür ve bir hız kontrol sistemi gösterilmiştir. Burada, alanı rotatif yükseltici tarafından kontrol edilen



Şekil 1.2a Alan kontrolü örnekleri.

bir başlatıcı üzerinden sabit bir gerilim kaynağı ile beslenmiş bir armatür görülmektedir. Motorun hızı bir tako-generatör vasıtası ile ölçülür. Tako-generatör çıkışı referans gerilim metresinin çıkışına karşı dengelenir. Hata gerilimi, rotatif yükselticisinin kontrol sargısında bir akım akmasına sebep olur. Genel karakteristiklerden, $T \propto I_a$ ve $n \propto E/\phi$ dir. Hız, alan akısı ile ters orantılıdır. Böylece, eğer motor hızı artarsa, geri besleme alan akısını arttıracak şekilde olmalıdır. Bu örnekte verilmiş olan esaslar, kağıt değirmenlerinin çalıştırılmasında çeşitli kısımların kontroluna tatbik edilmiştir. Bu hal hız kapasitesinin 3 : 1 den daha fazla olmadığı durumlardaki uygulamalar için daha uygundur, çünkü daha öncede açıklandığı gibi armatür (endüi) reaksiyonunun tesirleri, fazla miktarda alan zayıflamasıyla dengesizliğe sebep olabilir.

1.2.2. Sabit akımla beslenen armatür (endüi): Sabit akım armatür beslenmesi, şekil 1.2.(b) de gösterildiği şekilde gerilim geri beslenmesini, akım geri beslenmesi ile değiştirerek ya bir rotatif yükseltici/jeneratör sistemiyle, ya da akım geri beslemesi kullanılarak bir tristör değiştirgeci ile beslenir. Şekil 1.2.(a) da gösterildiği gibi sabit akım armatüre tatbik edilir ve kontrol sinyali alan akımı ile değişir. Motor tarafından meydana getirilen dönme momentinin alan akısına orantılı olmasından dolayı sıfır hız için sıfır alan akısına ihtiyaç vardır. Makinanın hızını arttırmak için dönme momenti ve dolayısıyla de alan akımı yükseltilmelidir. Şekil 1.2.(a) da gösterilen dönme momenti/hız karakteristiğine bakınız. Bu, hızın arttırılması için alan zayıflatması kullanılan bir önceki sabit gerilim sistemlerinin tam tersidir. Verilmiş bir alan uyarmasında motor, sabit bir dönme momenti meydana getirir ve motorun dönme momenti ile mekanik yük momentinin eşit olduğu hıza kadar ivmelenir. Operatörün bir reosta vasıtasıyla motorun alan akımını değiştirdiği bir sabit dönme momenti kontrolü, mekanik yük ile motor şaftının ayrılmadığı hallerde yeterli olabilir. Yükün koyma ihtimali varsa aşırı hızlanmaya karşı koruyucu tedbirlerin alınması lazımdır. Çünkü yükün olmaması halinde tatbik edilen sabit dönme momenti motorun hızını tehlike-



Şekil 1.2b Armatür (endüi) kontroluna örnekler.

li olacak bir şekilde arttırır. Kullanılabilecek koruyucu cihazlar şunlardır :

(i) Kontaktör vasıtasıyla motoru izole edecek merkezkaç sistemiyle çalışan kesici.

(ii) Motorun emin bir limit hızda çalışmasına imkan veren merkezkaç sistemiyle çalışan sürtünme freni.

(iii) Gerilimi motor hızıyla orantılı olan geri uyarıcı. Bu, motorun alan devresine bağlıdır ve hızın aşırılığında motor alanını otomatik olarak azaltır ve hatta yönünü değiştirir.

(iv) Hız limitinin ani kesilmesi istenilen hallerde, kapalı devre hız limit kontrolü gereklidir ve hız önceden tayin edilen değeri aştığında motor alanı otomatik olarak azalır veya yön değiştirir.

Bu son iki hal/dönme momenti karakteristikleriyle beraber şekil 1.2.(a) da gösterilmiştir. Sistem (iv) de takogeneratör gerilimi bir referansla mukayese edilir ve retatif (döner) yükseltici üzerinde bir redrestörden kontrol sargısına tatbik edilir. Bu sistem setbit edilen hızda keskin bir düşme ve düşük hızlarda sabit bir dönme momenti verir.

Sabit akım sistemleri ile ilgili birkaç uygulama aşağıda incelenmiştir.

1.2.3. Deniz Motorları : Deniz motorunda sabit akım güç sisteminin bulunduğu bir çok Dizel-Elektrik deniz motorları kullanılmaktadır. Herbiri kendi dizel makinesi ile idare edilen birçok D.C. generatörü seri bağlanmış ve sabit akım çıkışı verecek şekilde ayarlanmıştır. Büyüklüklerine göre gemiler tek veya çift uskurlu olabilirler ve her uskurun tek veya çift armatür motoru olabilir ; her halikarda bütün motor armatürleri sabit akım kaynağı ile seri bağlanır. Bir makine, armatür etrafında yapılan kısa devre ile devreden çıkartılabilir. Deniz motorlarının kontrolü kapak devre aşırı hız limitli sistemler vasıtasıyla kontrol edilirler ki ilgili şekil 1.2.(a) da gösterilmiştir. Böylece pervanenin fırtınalı denizlerde hızlanmak ihtimali bertaraf edilmiş olur. Bu sabit akım sistemi sayesinde herhangi sayıda motor ve alan kuvvetinin basitçe ayarlanması ile geniş hız kontrolüne sahip vinç gibi ek

makineler de dahil olmak üzere, aynı anda çalıştırılabilirler. İlaveten, maksimum güç istenmediğinde, bir veya daha fazla dizel makinesi kapatılır ve diğerleri, her motorun kontrolunun bağımsızlığı hiçbir şekilde azalmadan, yükü beslemeye devam ederler.

1.2.4. Gerilme Kontrolü : Endüstriyel uygulamalarda genel olarak hareket halinde olan maddelerin gerilme kuvvetlerinin ayarlanması gerekir. Bazen bu, işlem anında çap değişmesi olmayan hallerde sabit dönme momenti karakteristiği olan motorlar kullanarak kolaylıkla yapılabilir. Birçok gerilme tezgahlarında malzemenin hızı, sistemde başka bir nokta tarafından tayin edilir ve motorun hıza bağlı olmadan çıkış dönme momentininin sabit kalması gerekir. Birden fazla gerilme ünitenin kullanıldığı hallerde, bütün armatürlerin bir sabit akım kaynağı üzerinde seri olarak bağlanmaları ve ayrı alan akımı düzeni ile her makinenin geriliminin ayarlanması daha uygundur. Gene burada malzemenin kopması halinde makine hızlarının limitlenmesinde hız limit kontrolü gereklidir.

Bazen büyük ataletli yüklerin sabit ivmelerinin olması istenen özel tezgahlar gerekir. Bu hallerde sabit dönme momenti veren sabit akım sistemleri en faydalıdır. İstenilen hıza ulaşıncaya farklı akımlar kullanarak akım kontrolü yerine hız kontrolüne geçmek gerekli olabilir.

Yarı iletken devreleri ve tristör çeviricileri kullanılarak bu sistemin sabit alan uyarması ve sadece armatür kontrolü kullanılarak çok daha uygun bir şekilde elde edilebileceği ilerde incelenmiştir.

1.2.5 Parçalı Alan Servo-mekanizmaları.

Bu armatürün sabit akımla uyarılmasınının diğer bir tabikasıdır fakat şekil 1.2.(a) da gösterildiği gibi alan bir it-çek yükseltici tarafından uyarılmaktadır. Genel olarak yükseltici A sınıfı tipindedir yani sıfır alan akısında alanın her iki kısmı da eşit ve birbirine ters akımlar tarafından uyarılmaktadır. Saha uyarımındaki değişiklikler dolayısıyla difrensiyel uyarma ile elde edilir. Sahanın endüktansı genel olarak düşüktür ve hızlı tepki çoğunlukla edilebilir, yani armatür dönme momentinde ani

değişiklikler elde edilmesi mümkündür. Bu tatbikat genel olarak düşük güçlü, mesela 500 watt çıkış gücü olan hız veya pozisyon kontrollu sistemler kullanılır. İt-çek yükselticinin çıkışında güç transistörleri kullanmak günümüzün genel tatbikatıdır, devrenin geri kalan kısmı da yarı iletken elemanlarından meydana gelmiştir.

1.2.6. Aşırı Yükler.

Sabit akım sisteminin ciddi bir dezavantajı vardır ki bu D.C. motor armatüründe bulunan aşırı yüklere dayanma kapasitesinin kullanılmamasıdır. Örneğin, sabit gerilim sistemlerinde, hızlanma anında tepe akımının tam-yük değerinin üç misline çıkması normaldir fakat bir sabit akım sisteminde bu özellik kaybedilmektedir. Eğer daha fazla dönme momenti gerekiyorsa, ilave alan akısı yaratılmalıdır ki bu motorun daha büyümesini gerektirir.

Sabit gerilim ve sabit akım sistemlerini karşılaştırmak ilginç olur. Birincisinde dönme momenti limiti yoktur. dolayısıyla armatür devresinde bazı akım limitlenmesi gereklidir. Diğerinde ise hız limiti yoktur, birincisinde hız limiti zayıf alan değeri tarafından tayin edilir. Sabit akım sisteminin hız limitlenmesi yukarda zaten açıklanmıştır.

Sabit gerilim sistemlerinde armatür akımının limitlenmesinin diğer bir sebebi de alan kuvvetinde ani değişiklikler olması halinde akacak aşırı yüksek akımların önlenmesidir. Son olarak akım limit akımı, başlama akımlarını emin oranlarda tutan bir başlatıcı durumundadır.

1.2.7. Armatür Uyarma Kontrolü.

Bu kontrolün ananevi şekli, ayrı bir değişken güç kaynağının, mesela bir generatörün, armatürü beslediği Ward-Leenerd sistemidir. Motor alanının ayrı bir sabit güç kaynağı vardır ve bütün kontrol motor armatürüne tatbik edilen gerilim veya akımın ayarı ile yapılır. Armatür uyarma kaynağı aşağıdakilerden biri tarafından edle edilebilir.

- (i) D.C. generatörü
- (ii) Rotatif (döner) yükseltici
- (iii) Grid kontrollu eiva-ark redresörü
- (iv) Tiratronlar
- (v) Transdüktörler
- (vi) Tristör çeviricileri

Bu değişik sistemler arasındaki tercih, çıkış gücü çalışma devri, istenilen uyma nisbeti tam tersidir çalışmanın istenilip istenilmediği, art-generatif frenleme ihtiyacına ve kapital masraf, verim ve bakımın ekonomik problemlerine bağlıdır. (i), (ii) ve (iv) no.lu sistemlerin zamanımızda kullanılan sistemler olduğu kabul edilebilir, diğerlerinin kullanma zamanı geçmiştir ve bunlar üzerinde daha konuşulmayacaktır.

D.C. generatörünün kullanılması sıfır, ileri ve geri olmak üzere devamlı bir kontrolün elde edilmesini sağlamakta ve aynı zamanda durma ve geri gitmede art-generasyon vermektedir. Aynı neticeyi elde etmek için tristör kullanmak iki misli tristöre ve art-generasyon verecek daha karışık kontrol devrelerine ihtiyaç gösterir. Fakat geri çevirme ve art-generasyonu ihtiyaç yoksa tristör sistemi bütün noktalarda Ward-Leonard sisteminden daha üstündür.

1.2.8. Hız ve dönme momentleri limitleri.

Sabit alan uyarması olan bir motor için maksimum hız, maksimum tatbik edilen gerilim vasıtası ile tayin edilir. Üzerinde durduğumuz hallerde, bu içten güç kaynağı tarafından, yani generatörün veya rotatif (döner) yükselticinin doyması veya redresörlere gelen A.C. kaynağın tepe değeri ile limitlenir. Büyük D.C. generatörlerinde makine tam manasiyle doyma noktasına gelmeden atlama tehlikesi vardır ve bunu önlemek için aşırı voltaj röleleri gibi özel tedbirler alınmalıdır.

Maksimum dönme momentinde böyle içten bir sınır yoktur ve genel metod aşırı akım limit kontrolünü eklenmektedir. Şekil 1.2.'de gösterilen gerilim hız ve pozisyon sistemlerinin hepsi akım limiti ile teşkil edilmiştir ve bütün tristör sistemleri de aynı fonksiyonla ilgilidir. Tristör kontrollü sistemlerin detaylarının incelenmesine ilerde gelinecektir. Bu akın limit kontrolü başlama anında ivme nispetinin kontrolünde faydalıdır veya değişik olarak bu başlama hızı ihtiyaç gerilimini bir servo kontrollü ihtiyaç voltmetresi vasıtası ile ağır ağır yükselterek kontrol edilebilir. Şimdi şekil 1.2.(b) de örnek olarak gösterilen dört kontrol tipi incelenecektir.

1.2.9. Gerilim, Hız ve Pozisyon.

Motor armatürü (endüisi) bir döner yükseltici tarafından uyarılan generatör tarafından beslenmektedir ki bu generatörün alan sisteminde iki sargısı vardır. Bütün bu üç sistem de ana geri besleme metodları haricinde birbirlerinin aynıdırlar. Birinci sistemde armatür gerilimi geri beslenmesi kullanmakta, ikincisinde bir tako-generatör ve üçüncüsünde pozisyon geri beslemesi veren bir voltmeter kullanılmaktadır. Dolayısıyla bütün hallerde kontrolü istenilen değer orantılı bir gerilim tarafından ölçülmekte ve bu gerilim istenilen gerilim ile mukayese edilmektedir. İkisi arasında fark hata sinyalıdır ve yükselticinin girişine bu durumda rotatif yükseltici alan sargısına tatbik edilmektedir. Geri besleme şekli eksidir yani ölçülen değer artması, generatör gerilimini motorun ölçülen değeri azaltmasına sebep olacak şekilde değiştirir. Dolayısıyla sistemin dinamik olarak durgun olduğu hallerde kontrol edilen çıkış parametresi her zaman ihtiyacı takip eder.

Her üç sistemde de motoru ivme anında ve devamlı aşırı yükte korumak için akım limit kontrolü vardır. Şentde meydana gelen gerilim bir voltmeter etrafında olan gerilimle mukayese edilir. Redresörler, akım şöntü üzerindeki gerilim düşmesi voltmeter üzerinde ayarlanan gerilime eşit oluncaya kadar herhangi bir akım kontrol hareketini önlerler. Bundan sonra döner yükseltici akım kontrol alan sargısında akan akım generatör gerilimini aniden azaltır veya daha ideal olarak armatür akımını limit değerinde kilitler. Bir merkez taplı akım referansı kullanılmıştır ve akım limitinin motor ve art-generatif uçlarda çalışması için iki tane de redresör bulunmaktadır.

1.2.10. Makaralı Sürücülerin Gerilme Kontrolü.

Birleşik armatür ve alan kontrolünün en önemli örneklerinden biri malzemeyi tekerlek veya makarının çapına bağlı olmadan (bu çap sarıldıkça zaten artmaktadır.) Sabit bir gerilme altında sarmak gerektiği zaman ortaya çıkar. Gerilme sabit kaldığına ve çap büyüdüğüne göre sarılma esnasında motor dönme momentinin de artması gerekir. Bu artan dönme momenti armatür veya alan akımlarını arttırarak elde edilebilir.

Ekonomik nedenlerden dolayı eğer bir tercih yapmak mümkünse alan kontrolü yapmak daha geneldir. Verilen bir malzeme hızı ve belirtilen bir gerilme için elde edilen güç sabittir ve dolayısıyla da sarma motorunun çıkış gücü sarmadaki kayıplar ihmal edildiği takdirde makara çapı ve motor hızına bağlı olmaksızın sabit tutulmalıdır. Birçok tatbikatlarda ve bilhassa sarma değirmenlerinde pratik maksatlar dahilinde sarma motorunun giriş gücünü tutmak yeterlidir. Bu sarma motoru armatür geriliminin, malzemenin veya şeridin hızı ile ve armatür akımının, istenilen gerilimle orantılı olması demektir.

Bunu elde etmenin, bir metodu şekil 1.2.(b)'de nin son şeklinde gösterilmiştir. Generatörün ihtiyaç voltmetresi tarafından tayin edilen ve şerit hızına orantılı bir armatür gerilimi verdiği kabul edilmektedir ; burada akım limiti yoktur Şimdi sargı motorunun alanını sargının artmasından dolayı hızın azalmasında armatür akımının hemen hemen sabit kalmasını temin etmek için ayarlamak lazımdır. Bunu elde edebilmek için sarma motorunun alanına tatbik edilen sabit gerilim uyarıcıya yardımcı, döner bir uyarıcı kullanılır. Ayarlanacak akıma orantılı gerilim armatür akım şöntünde elde edilir ve ayarlayıcının bir alanına tatbik edilir. Ayarlanabilir bir referans uyarması da ikinci bir sargıya tatbik edilir ve polariteleri de iki alanın amper-devir'lerinin birbirine zıt yükselticilerin yarılmasında tesirli hata sinyalıdır.

Malzemenin doğrusal hızının sabit olmasından dolayı sargı arttıkça sargı motoru armatür akımını arttıracak bir şekilde yavaşlamaya zorlanır. Bu yardımcı uyarıcının armatür akımını orjinal değerinde tutacak şekilde artmasına sebep olur.

Döner yükselticinin motor alanını sıfıra indirmesini önlemek için üçüncü bir sargı alan akımını minimum limitinde kilitler.

Makaranın çalışmaya başlaması ve durması generatör geriliminin, şeridin hızına bağlı olarak azaltılıp çoğaltılması ile elde edilir. Bu genel olarak yavaş yapılır fakat her durumda normal olarak sistem ataletini hızlandırmak i-

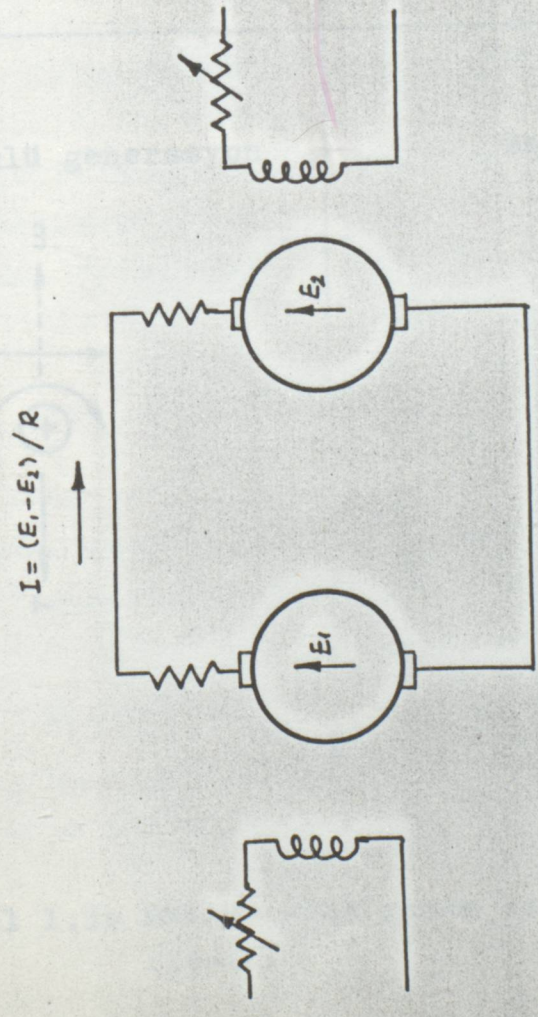
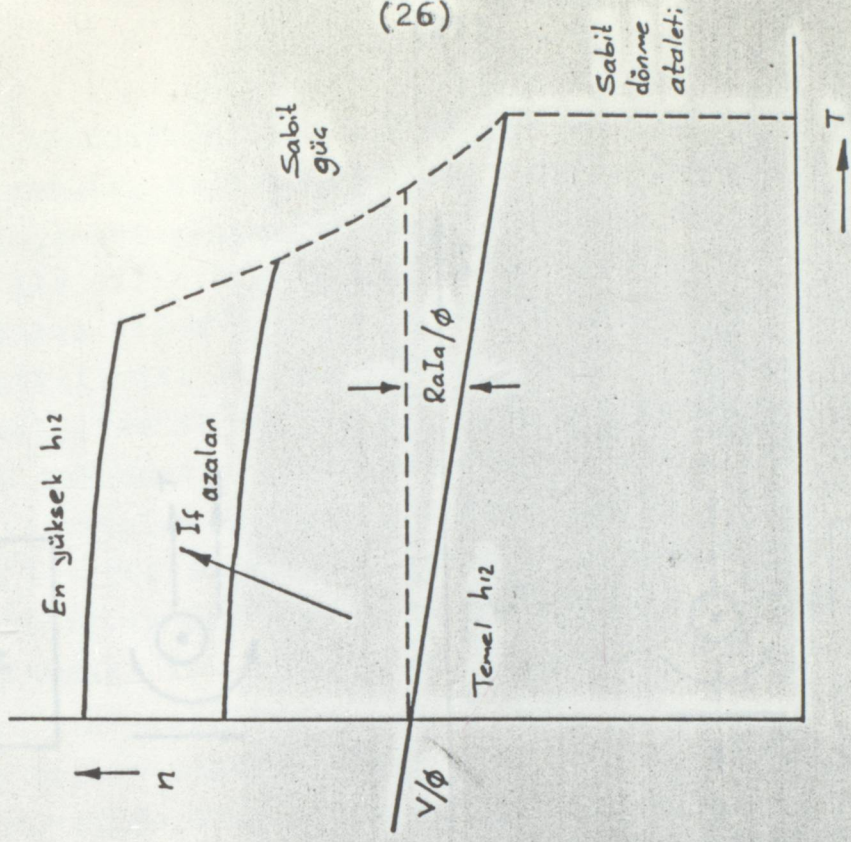
çin gerekli fazla güç ile başa çıkmak üzere motor alanı için bazı atalet yardımcıları gereklidir. Otomatik bir metod uyarıcı üzerinde dördüncü bir sargıya hızın değişme nispeti ile orantılı diğer bir sinyal vermektir. Bu sinyal sisteme uygun olmak üzere dikkatli bir şekilde derecelendirilmelidir.

Bu bölümde, D.C. motorlarının kullanılmasında ve bunların endüstriyel tatbikatlarındaki değişik kontrol sistemlerinde, ilginç bazı noktalarla temas edilmiştir. İleride tristör çevirici yarı iletken kontrollerinin ekonomik ve çalışma avantajları ile bütün bu endüstriyel işlemlerde ne kadar daha fazla geçerli olduğu incelenecektir.

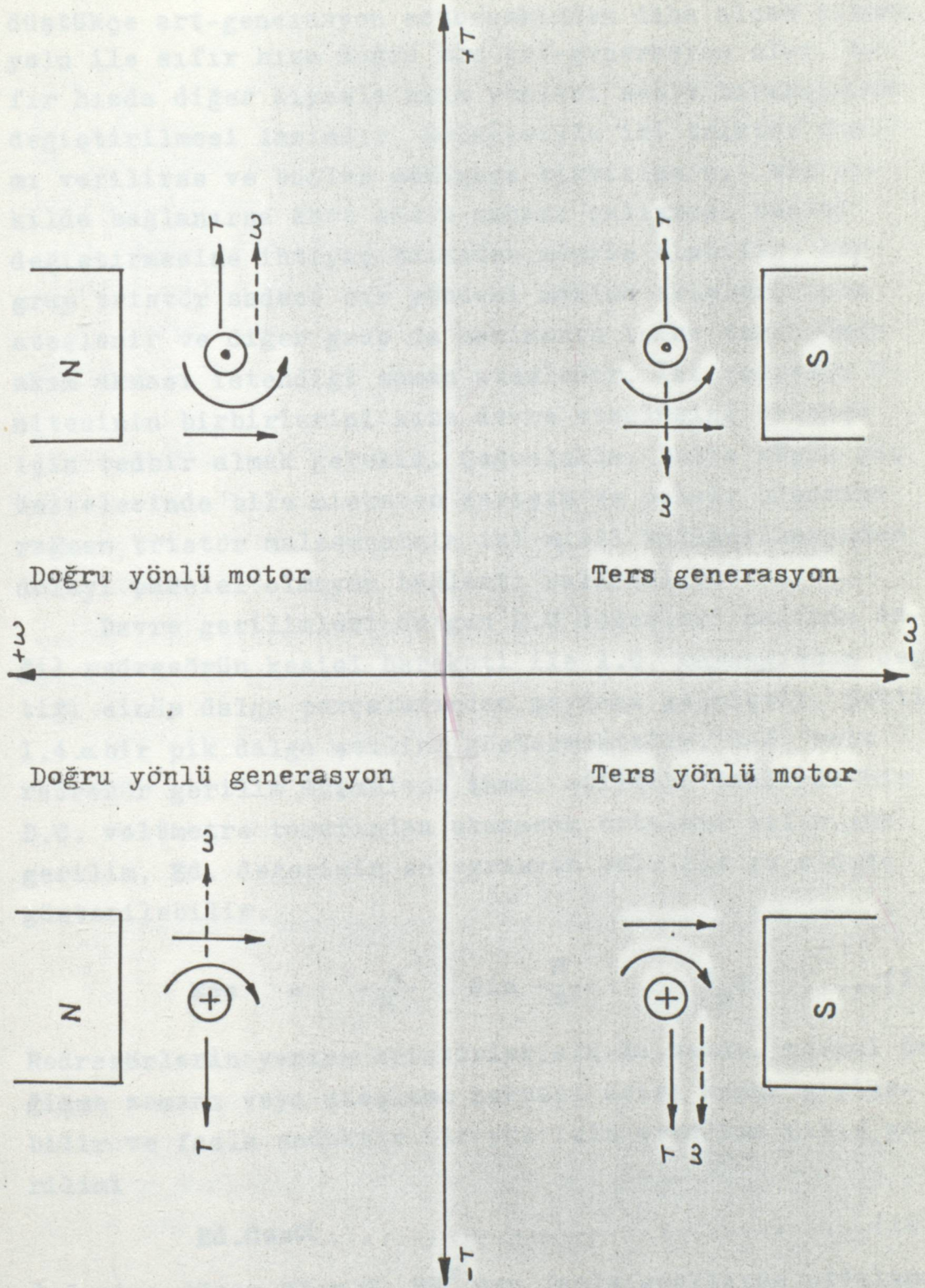
1.3. Ward-Leonard Hız ve Dönme Momenti Kontrolü.

Bir önceki bölümde Ward-Leonard sistemi değinilmesine rağmen bu bölümde daha detaylı bir inceleme yapılacaktır. Sistem olarak bu, D.C. motorlarının kontrolunda istenilen bütün özelliklere sahiptir ve bundan dolayı benzer tristör sistemlerinin araştırılmasında iye bir ölçü olacaktır. Bu bölümün sonunda çevirici cihazlarında ve bilhassa D.C. makinalarının kontrolunda tristörün oynadığı rol açık olarak ortaya çıkarılacaktır. Bu şekilde, bundan sonra gelecek olan tristörün ve onunla ilgili sistemlerin daha detaylı incelenmesi için bir yol açılmış olacaktır.

Ward-Leonard sistemi şematik olarak şekil 1.3.'a)'da gösterilmiştir. En basit formda, örneğin sabit hızda bir endüksiye motoru tarafından idare edilen bir generatör E_1 değerinde bir çıkış gerilimi meydana getirir. Bu bir döner yükseltici veya yarı iletken yükselticisi ve tristör çeviricisi kullanılarak alan uyarmasının ayarlanması ile kontrol edilir. Bu E_1 çıkış gerilimi görüldüğü gibi aynı zamanda alan kontrolü olan bir D.C. motorun armatürüne tatbik edilir. Motorun dönme yönü ve hızı akan gücün yönü ve değeri alan devrelerindeki nispeten küçük güçler tarafından tayin edilir. Dahili devrelerde iki makinanın e.m.f.'leri (E_1 ve E_2) birbirlerinden IR ve fırça kayıplarını ancak karşılayacak kadar farklıdır. E_1 veya E_2 deki küçük bir değişiklik akımda büyük bir değişiklik yaratabilir veya makinaların fonksiyonlarını değiştirebilir. Motor saklı me-



Şekil 1.3a Ward Leon kontrol.



*Şekil 1.3b Makine dört eksen sahasında çalışma ilkesi.

kanik enerjiyi elektrik enerjiye çevirecek bir şekilde getirilebilir, dolayısıyla diğer makinanın e.m.f.'nin hız düştükçe art-generasyon motorunkinden daha alçak tutmak yolu ile sıfır hıza doğru bir art-generasyon olur. Sıfır hızda diğer kıyasla akım yönleri sabit bırakılarak değiştirilmesi lazımdır. Dolayısıyla iki tristör takımı verilirse ve bunlar makinaya birbirine zıt bir şekilde bağlanırsa dört eksen sahası çalışması kesici değiştirmesine ihtiyaç kalmadan mümkün olabilir. bir grup tristör sadece bir yöndeki makina akımları için ateşlenir ve diğer grup da makinanın içine ters yönde akım akması istendiği zaman ateşlenir. İki redresör ünitesinin birbirlerini kısa devre etmelerini önlemek için tedbir almak gerekir. Çoğunlukla, hatta büyük güç ünitelerinde bile nisbeten karışık ve pahalı olmasına rağmen tristör malzemesinin iki misli kullanılmasından dolayı paralel olmayan bağlantı kullanılır.

Devre gerilimleri durgun D.C değerleri halinde değil redresörün kesici hareketi ile A.C. kaynağından seçtiği sinüs dalga parçalarından meydana gelmiştir. Şekil 1.4.a bir pik dalga şeklini göstermektedir. 1-2, volt redresör gerilim düşmeleri ihmal edildiği takdirde bir D.C. voltmetre tarafından okunacak ortalama sıfır yük gerilim, E_d değerinin entegrasyon yolu ile şu olduğu gösterilebilir.

$$E_d = -\frac{m}{\pi} \sin \frac{\pi}{m} \cdot E_p k \dots\dots(i)$$

Redresörlerin yerine tristörler aldığı zaman, normal değişme zamanı veya ateşleme noktası açısı kadar gecikebilir ve fazla endüktif bir yük için ortalama çıkış gerilimi

$$E_d \cos \alpha \dots\dots\dots(ii)$$

değerine düşer. Eğer α , 90° den fazla gecikirse ortalama gerilim ters yük akışına sebep olarak şekilde eksi olur çünkü

$$E_d \cos \alpha \cdot I \dots\dots\dots(iii)$$

çarpımı eksi bir değer alır.

Tristör devresi ilave edildiği zaman, bir tristörden diğerine akım transferinin geçikmesine sebep olan A.C. kaynağının endüktasından dolayı da gerilimde ilave bir düşme olur. Bu üst üste binme açısı zarfında iki tristör devresi şekil 1.4. (b)' de gösterildiği gibi akımı kendi ortalama gerilimlerine paylaşırlar ve gerilimdeki kayıp akım değeri ile orantılıdır.

Kontrollü bir redresör sistemi için, terminal geriliminin D.C. kısmı şu şekilde verilebilir.

$$V = E_d \cos \alpha - k I_a \dots\dots\dots(iv)$$

Makina tarafından terminal gerilimi ise

$$V = E + R_a I_a \dots\dots\dots(v)$$

Şekil 1.4.(b)'de bu iki doğrusal münasebet I_a 'nın arttığı şu üç durum için verilmiştir.

$$\text{Makina motor çalışması} = E \cdot I_a (+) - E_d \cos \alpha \cdot I_a (+) \\ \text{(Rektifikasyon)}$$

$$\text{Makina generatör çalışması} = E \cdot I_a (-) - E_d \cos \alpha \cdot I_a (-) \\ \text{(Ters çevirme)}$$

$$\text{Makina tıkaç çalışması} = E \cdot I_a (-) - E_d \cos \alpha \cdot I_a (+) \\ \text{(Rektifikasyon)}$$

Makina tıkaç çalışması halinde (veya ters akım frenleme durumunda) makina ve kaynak gerilimi devrede aynı yöndedir ve her ikisi de devreyi, kaybedilen bir elektrik güç ile beslerler. Tristör devrelerinden dolayı meydana gelen tipik dalga şekilleri şekil 1.4.(b)' de gösterilmiştir. Redresör cihazlarının kendilerine has tek yönlü akım taşıma karakteristiklerinden dolayı, onlara bağlı D.C. makinalarındaki akımın, devrin bir kısmında tristör üniteleri etrafındaki gerilim, geçirgenliği temin

edecek gerilimin daha altına düşerse, sıfır olabileceğine dikkat edilmelidir. Bu devamlı olmayan akım durumu, akımın sıfır olduğu kısa an zarfında terminal gerilimin makina e.m.f. değerine kadar yükselmesine sebep olur.

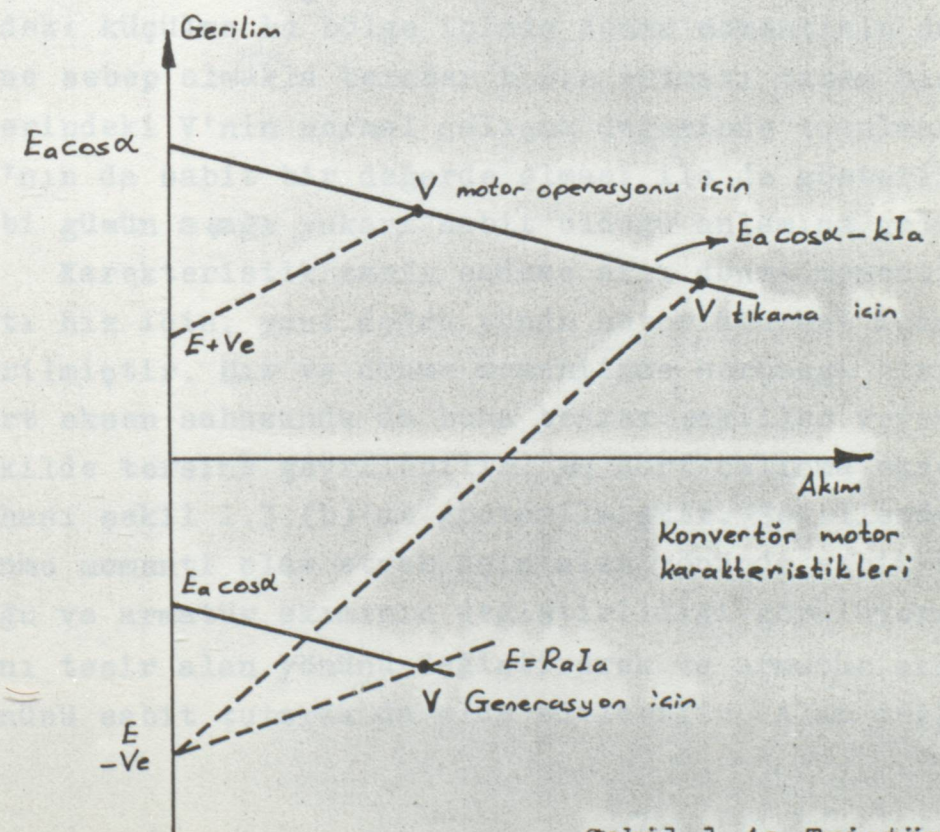
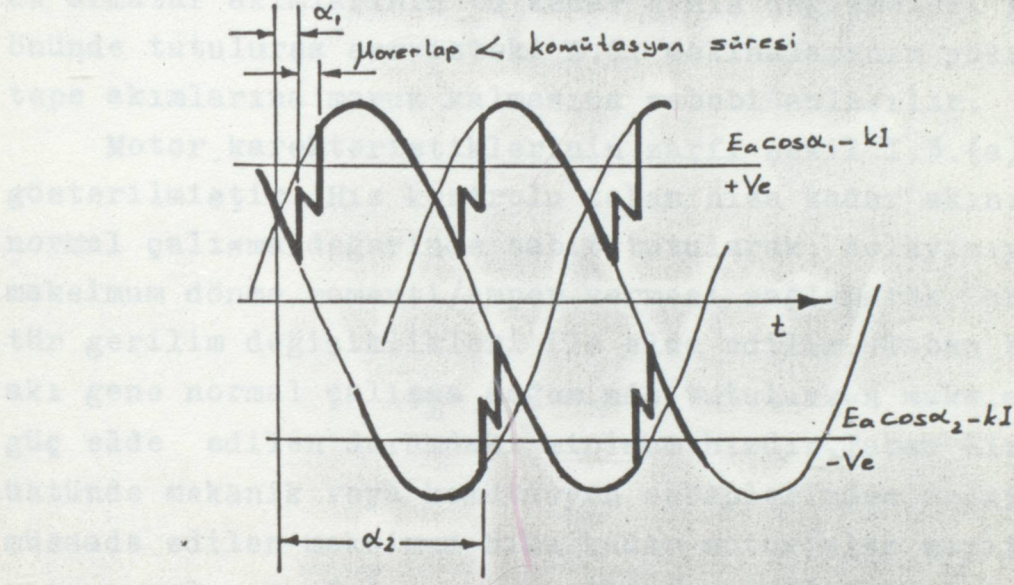
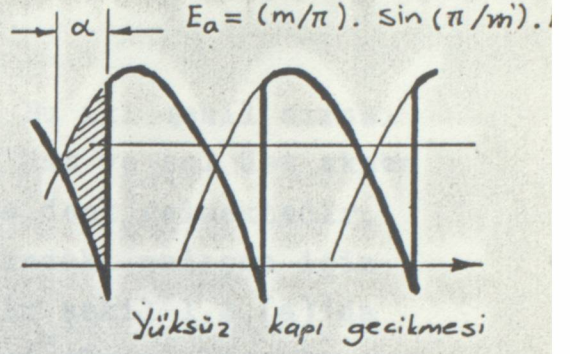
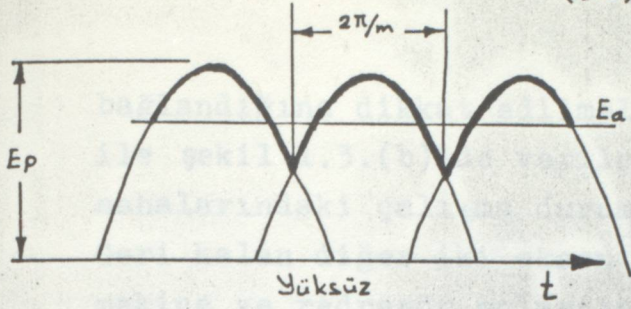
Bu dört işlem eksen sahası herhangi bir A.C. veya D.C. makinesi için geçerlidir fakat D.C. makinaları çalışmalarını eksen sahalari arasında transferde çok daha serbesttirler ve herhangi bir noktada tatminkar bir şekilde çalıştırılabilirler.

1.4. Tristör Çeviricilerine Giriş.

Günümüzde en ekonomik ve en verimli değişken hız kontrolü tristör çeviricilerin Ward-Leonard motor-generatör takımlarını yani normal olarak bir A.C. endüksiyon motoru tarafından idare edilen Ward-Leonard D.C. generatörünün yerine aldığı tristör/D.C. motor birleşik takımı ile elde edilmektedir. Sadece D.C. motor çalışması istenilen durumlarda bu kontrollü redresör sistemi nispeten basittir, kapı-ateşleme kontrolü ile gerilim değişmesi verir ki bu anod/katod polaritesi ile birlikte tristörün geçirgen olduğu zamanı tayin eder. Art-generasyon özelliklerinin elde edilmesi bazı zorluklara sebep olmaktadır çünkü akım bir redresörden ancak bir yönde akabilir. Ter güç akısı elde etmek için tristör devresinin çıkışındaki gerilim yönünün, kapı-ateşleme kontrolüne geçiktirerek ters çevrilmesi gerekmektedir. D.C. makinasının da bir önceki bağlantıya nazaran tristör terminallerine nispetle polarite değiştirmesi gereklidir. Bu, bağlantılarında bir kesici yön değiştirmesi, veya tristör kapılarının, geçirgenliği önlemek ve aksi halde meydana gelecek aşırı akım darbelerine mani olmak için enerjisini düşürdükten sonra, alanını değiştirmekle elde edilebilir.

Motor ve art-generatör için devre durumları tristör çevirici devresinin şematik olarak gösterildiği şekil 1.4.(a)'da verilmiştir. Artı makina uçlarının motor çalışma anında katoda ve art-generasyon anında anoda

(31)

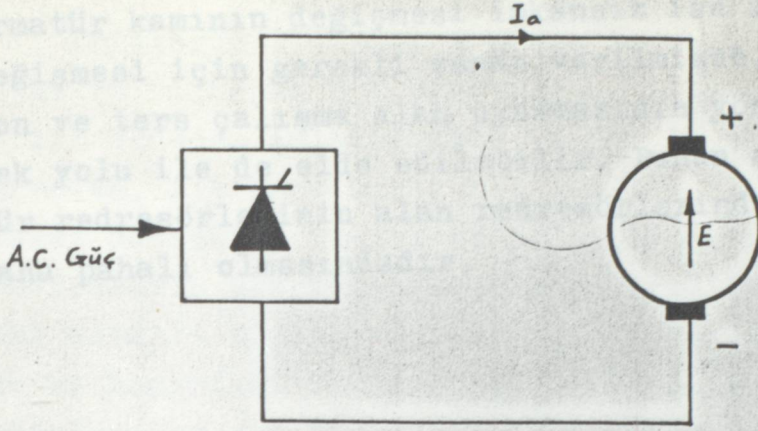


Şekil 1.4a Tristör konvertörü dalga şekilleri.

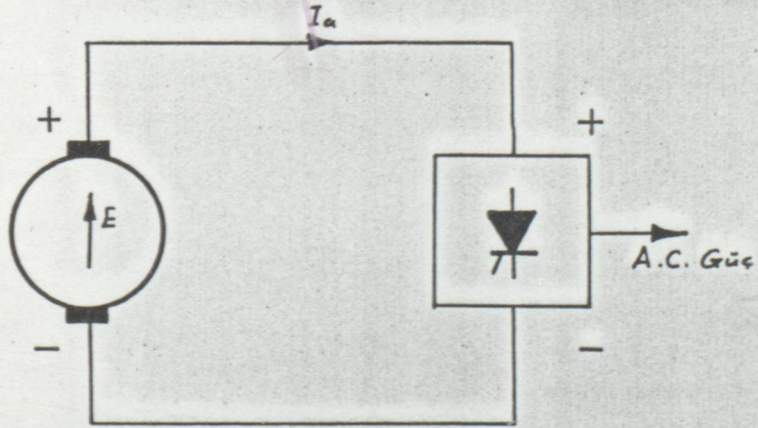
bağlandığına dikkat edilmelidir. Bu iki şekil sırası ile şekil 1.3.(b)'de verilen sağ üst ve sol üst eksen sahalarındaki çalışma durumlarına denk gelmektedir. Geri kalan diğer iki eksen sahasındaki çalışma için makine ve redresör polaritelerinin şekil 1.4.(a)'da gösterilen makinanın e.m.f.'i eksi olmuş olacaktır ve eksi gerilim yönündeki artmalar makinanın ters yönde hızlanmasına sebep olacak küçük e.m.f. değişikliklerinde armatür akımlarının bu kadar geniş değişimleri göz önünde tutulursa servisteki D.C. makinalarının yüksek tepe akımlarına maruz kalmasına sebebi anlaşılır.

Motor karakteristiklerinin zarfı şekil 1.3.(a)'da gösterilmiştir. Hız kontrolü taban hıza kadar akının normal çalışma değerinde sabit tutularak, dolayısıyla maksimum dönme momenti/amper vermesi sağlanarak, armatür gerilim değişiklikleri ile elde edilir. Taban hızı, akı gene normal çalışma değerinde tutulurken maksimum güç elde edilen durumdaki minimum hızdır. Taban hızın üstünde mekanik veya komütasyon sebeplerinden dolayı müsaade edilen maksimum hıza kadar motor alan zayıflatması uygulanır. I_a 'nın herhangi bir sabit değerinde, ϕ 'deki küçülme bu bölge içinde dönme momentinin düşmesine sebep olmakla beraber hızın artması taban hızın üzerindeki V 'nin normal çalışma değerinde tutulması ve I_a 'nın da sabit bir değerde olması ile de gösterildiği gibi gücün aşağı yukarı sabit olduğu anlamına gelir.

Karakteristik zarfı sadece artı dönme momenti ve artı hız için, yani doğru yönde motor dönmesi için gösterilmiştir. Hız ve dönme momentinde herhangi biri her dört eksen sahasında da buna benzer şekiller verecek şekilde tersine çevrilebilir. Bu dört çalışma eksen sahası şekil 1.3.(b)'de gösterilmiştir. Şekillerde eksi dönme momenti elde etmek için alan yönünde sabit tutulduğu ve armatür akımının değiştirildiği görülüyorsa da aynı tesir alan yönünü değiştirerek ve armatür akım yönünü sabit tutarak da elde edilebilir. Alan değişimi



Kaynak durumda redresör



Emici durumda redresör

Şekil 1.4b Tristör konvertörüyle motor ve generasyon durumunda çalışma.

bazı redresör kontrol tipleri için gereklidir. Mesela armatür kamının değişmesi imkansız ise alan akımının değişmesi için gerekli zaman verilmişse, art-gererasyon ve ters çalışma alan uyarmasının yönünü değiştirmek yolu ile de elde edilebilir. Bunun avantajı armatür redresörlerinin alan redresörlerinden genel olarak daha pahalı olmasındadır.

daha detaylı bir şekilde...
 ist. safhasındaki...
 detayları ve ist. sayı...
 ta tristörün...
 korunması...
 2.1. Son yıllarda...
 rin geniş olarak...
 yarı iletken...
 maktadır. Bundan...
 lerle beraber...
 kontrolları...
 fixin kontrolunda...
 Hatta bunların...
 olduğu megawatt...
 dan, evlerdeki...
 her çok geniş...
 yük avantajı...
 bir süre...
 rinde...
 her bir...
 pratik...
 Tristör...
 rana...
 (x) dogru...
 beklerin...
 rını...
 tapan...
 (o) ile...
 olarak...

2. Tristörün, tristör karakteristiklerinin ve uygulamalarının detaylı incelenmesi :

Tristörün A.C.'den D.C.'ye çevirme cihazlarındaki önemi ve bilhassa D.C makinalarının kontrolündeki kullanılışı önceden anlatılmıştı. Şimdi yarı iletken fiziğine girmeden, ilk önce basit bir şekilde bu parçanın detaylı olarak çalışma prensipleri anlatılacak ve bunu önemli parametrelerin üzerinde genişçe durarak karakteristiklerin daha detaylı bir açıklanması yapılacaktır. Bunları, imalat safhasındaki işlemlerin anlatılması, fiziksel kurma detayları ve ısı kaybı bilgileri izleyecek ve son olarakta tristörün aşırı elektriksel yüklemelere karşı nasıl korunması gerektiği açıklanacaktır.

2.1. Son yıllarda, eskiden elektro-mekanik metodların geniş olarak kullanıldığı sistemlerde, tristör bir yarı iletken cinsi olarak gittikçe daha fazla kullanılmaktadır. Bundan dolayı kendisine bağlı elektronik devrelerle beraber tristör, D.C. motor kontrolleri A.C. motor kontrolleri, genellikle bütün güç çevirme cihazları ve fırın kontrolünde bir evrensel parça halinde gelmiştir. Hatta bunların kullanılması endüstriyel güç kontrolünün olduğu megawatt seviyesindeki güç sistemi istasyonlarından, evlerdeki çamaşır makinalarının hız kontrolüne kadar çok geniş bir alanı kaplamaktadır. Bunların en büyük avantajı hareket eden parçalarının olmamasıdır ve bir kere kurulduktan sonra elektriksel karakteristiklerinin dahilinde çalıştıkları ve fiziksel veya elektriksel bir tahribata uğramadığı müddetçe hayatları bütün pratik maksatlar için sonsuz denecek kadar uzundur.

Tristör 4 farklı dozdaki silisyum kristalinin yan yana gelmesinden oluşmuştur. Tabaklar anoddan (A) katod a (k) doğru, pnpn sırasını izler (şekil 2.1.a). İçteki tabakların dozu dıştakilere göre daha azdır. Dıştaki p tabakası Anod, n tabakası ike katodu meydana getirir. P taban denilen içteki p tabakası, kumanda ucu olan kapı (G) ile irtibatlıdır. Buna göre tristörde S1, S2, ve S3 olmak üzere üç geçit vardır. Dış tabakaların anod ve ka-

toğ olarak işaretlenmesinden anlaşıldığı gibi A-K yonü tristörün geçirme, K-A yonü ise kapama yonüdür. G'den K'ya doğru bir kumanda akımı geçirilerek tristör iletken hale getirilir.

Tristörün şekil 2.1.a'da görülen yarı iletken sistemi bir gövdeye tesbit edilmiştir. Gövde yarı iletken sistemi dış etkilere karşı korur ve dış devre ile mümkün olduğu kadar küçük bir geçiş direnci ile irtibatlanmasını sağlar. Diğer taraftan gövde, tristör sistemi kolay soğuyacak şekilde tertiplenmiştir. Soğutma elemanı üzerine tesbit edilen tristör kaidesi anod, kalın çok telli oynak kablo ise kadit ucudur. p taban, ince bir izoleli kablo ile dışarıya G ucu olarak çıkarılmıştır. Büyük tristörlerde iletme geçme süresini kısaltmak için taban irtibatı iki yerden yapılmıştır. Tristöre kumanda eden devre ile bağlantıyı kolaylaştırmak için G ucunun kablosuna benzeyen ince bir kablo, doğrudan doğruya kadodla irtibatlanmıştır.

2.1.1. Tristörün çalışması ve iki tnanistör örneklemeği *

Tristör veya pnpn yapıcı 2.1.(b)'de gösterildiği gibi, biri pnp ve diğer de npn tipinde olan, art generasyon geri beslemeği yapacak şekilde bağlanmış iki transistör çifti ile gösterilebilir. İç geri besleme devresindeki akım kazancı ;

$$G = h_{FE1} \times h_{FE2} \dots\dots\dots(i)$$

Burada h_{FE1} ve h_{FE2} ayrı transistör bölümlerinin ortak dağıtıcı (emiter) akım kazançlarıdır. Birinci transistör npn ve ikinci transistör ise pnp tipindedir. I_{c1} npn ve I_{c2} pnp tipinin toplayıcı-taban (collector-base) sızdırma akımı ise ;

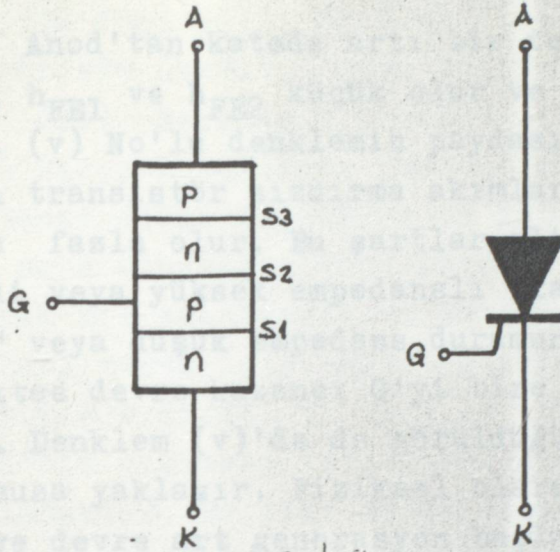
$$I_{c1} = h_{FE1} (I_{e2} + I_{c1}) + I_{c1} \dots\dots\dots(ii)$$

$$I_{c2} = h_{FE2} (I_{e1} + I_{c2}) + I_{c2} \dots\dots\dots(iii)$$

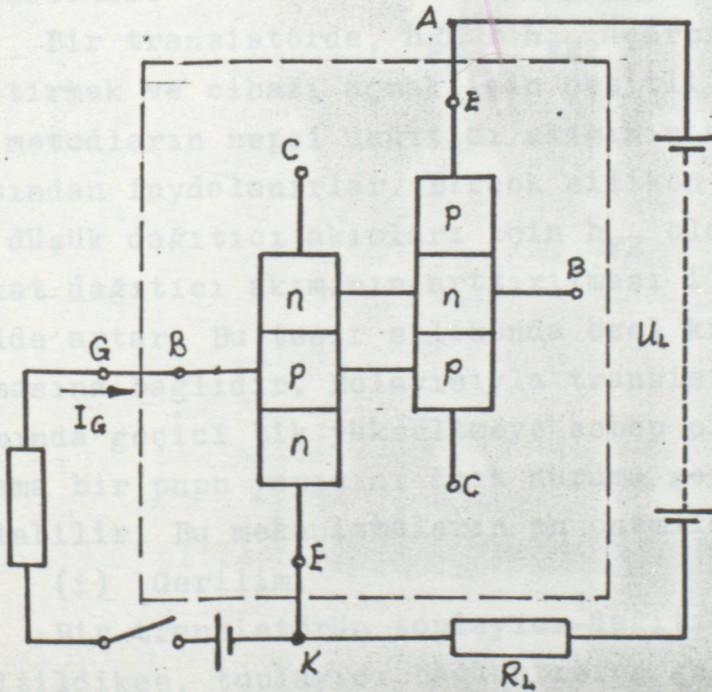
ve toplam anod akımı ;

$$I_A = I_{c1} + I_{c2} \dots\dots\dots(iv)$$

Burada I_A çözülürse



Şekil 2.1a Tristör yapısı ve sembolü.



Şekil 2.1b İki transistörden oluşturulmuş transistorin pozitif anot katot gerilimlerdeki davranışının incelenmesi.

$$I_A = \frac{(1+h_{FE1}) (1+h_{FE2}) (I_{col}+I_{co2})}{1-h_{FE1} h_{FE2}} \dots\dots\dots (v)$$

Anod'tan katoda artı bir tesir, tatbik edildiğinde h_{FE} , h_{FE1} ve h_{FE2} küçük olur ve G'de birden çok küçüktür. (v) No'lu denklemin paydası bire yaklaşır ve I_A , ayrı transistör sızdırma akımlarının toplamından biraz daha fazla olur. Bu şartlar altında pnpn yapısı ön kilitli veya yüksek empedanslı "kapalı" durumundadır. Açık" veya düşük empedans durumuna getirecek anahtar basıtee devre kazancı G'yi bire getirmekle çalıştırılır. Denklem (v)'de de görüldüğü gibi $h_{FE1} \times h_{FE2} \rightarrow 1$, I_A sonsuza yaklaşır. Fiziksel olarak kazanç bire yaklaştıkça ve devre art generasyon başlayanca, her transistör diğerini doymaya götürür. Doyma halinde bütün bağlantı yüzeyleri bir ön tesir altındadırlar ve cihaz etrafındaki toplam gerilim düşüşü tek pn bağlantısında olduğu gibidir ve anod akımı sadece dış devre vasıtası ile sınırlanır.

Bir transistörde, $h_{FE1} \times h_{FE2}$ çarpımını bire yaklaştırmak ve cihazı açmak için çeşitli metodlar vardır. Bu metodların hepsi dağıtıcı akımının h_{FE} 'ye bağlı olmasından faydalanırlar. Birçok silikon transistörlerinde düşük dağıtıcı akımları için h_{FE} oldukça düşüktür fakat dağıtıcı akımının arttırılması ile hızlı bir şekilde artar. Bu tesir silikonda özel kir merkezlerinin olmasına bağlıdır. Dolayısıyla transistör dağıtıcı akımında geçici bir yükseltmeye sebep olacak her mekanizma bir pnpn yapısını açık duruma getirmekte kullanılabilir. Bu mekanizmaların en önemlisi şunlardır :

(i) Gerilim.

Bir transistörün toplayıcı-dağıtıcı gerilimi yükseltildikçe, toplayıcı bağlantısına gelen sızdırma akımı taşıyıcıları enerjisinin ilâve taşıyıcıları koparacağı bir noktaya ulaşılır. Bu taşıyıcılarda daha fazla taşıyıcıları koparırlar ve bütün bağlantı yüzeyi toplayıcı akımında ani bir yükselme ile karakteri-

ze edilen bir ıg kırılmasına girer. Bir pnpn cihazında ıg akımı G'yi bire yaklaştırınca anahtar çalışması olur. Bu dört katlı diotları DIAC, geçirgen durumuna gelmesinde normal olarak kullanılan açma mekanizmasıdır.

(ii) Gerilimin değişme nisbeti.

Her p-n bağlantı yüzeyinin bir kapasitansı vardır, bağlantı alanı büyüdükçe bu kapasitans da büyük. Eğer bir pnpn cihazının anod/katod terminalleri etrafına ani olarak bir adım gerilimi tatbik edilirse, bu kapasitansı sarj etmek için bir sarj akımı i akar ;

$$i = c \, dv/dt \dots\dots\dots (vi)$$

i, G'nin l olması için gereken değere eşit olunca cihaz açılacaktır. Bu olay dv/dt tesiri olarak bilinir.

(iii) Sıcaklık.

Yüksek sıcaklıklarda bir silikon p-n bağlantı yüzeyindeki sızma akımı, bağlantı sıcaklığının aşağı yukarı her 8°C'lik yükselmesi için iki misli olur. Dolayısıyla bir pnpn yapısında, ısı ile meydana getirilen sızma akımı G'yi bir yapacak kadar artarsa açılma olur.

(iv) Transistör alışması.

Normal transistörlerde yapıldığı gibi transistörün taban bölgesine geçici ilâve (kapı) akım taşıyıcıları enjeksiyonu ele de toplayıcı akımı arttırılabilir. Bu, bir veya daha fazla transistör tabanına harici bağlantıları olan (kapı uçları) SCR, SCS, TRIAC ve diğer pnpn cihazlarında normal olarak tatbik edilen açma mekanizmasıdır.

(v) Radrasyon enerėisi (ışık).

Silikonun tayfı bandı genişliğinde gelen radrasyon enerėisi, silikon kristal kafesine girerek önemli sayıda elektron boşluk çifti serbest bırakır. Cihazın sızın-tı akımı G'nin bir olması için gereken kritik seviyeye ulaşınca tetikleme olur. Işıkla alıştırılan SCR tetikleme için bu mekanizma kullanılır. Bu cihazda, ışık silikon hapına küçük Őeffaf bir pencere vasıtası ile ulaşır. LASCR adı verilen bu cihazın aynı zamanda bir kapı ucu da vardır. Ve kapı akımı enjeksiyonu vasıtası

ile de tetiklenebilir.

2.1.2. Tristörün V-I Karakteristikleri.

Şekil 2.1.(d), tipik bir kapı kontrollü pnpn yapısının V-I karakteristiklerini göstermektedir. Ön blokaj bölgesinde gerilim arttırmak için çığ olayının başlayacağı noktaya kadar sızma akımında bir artma meydana getirmez. Bu noktayı geçince sızıntı akımı, cihazdan geçen toplam akım iç devre kazancını 1 yapacak arttıracak bir şekilde ani olarak artar. Bu noktada, anod akımı tutma akımı denen minimum değerin üstünde olduğu takdirde cihaz ileri açık durumuna geçer, anod akımı bu tutma akımının altına düştüğü zaman cihaz tekrar ileri kapalı duruma gelir. Ters yönde, pnp yapısı ters tesirli seri halinde bağlanmış iki pn bağlantısına benzer dolayısıyla bu bir ters tesirli silikon redresörünün karakteristiklerini gösterir. Piyasada bulunan birçok cihazda, ters tepe gerilimi minimum ön kırılma gerilimine eşit olacak şekilde hesaplanmıştır.

Yüksek kapı akımı değerleri için karakteristiğin kırılma akımı ve tutma akımı arasındaki bölgesi, ön kırılma gerilimini azaltarak daraltılır. Kafi derecede yüksek kapı akımları için bütün ön blokaj kaldırılır ve pnpn cihazının V-I karakteristikleri bir pn redresörüne eşit olur.

Tipik bir çalıştırmada bir kapı kontrollü pnpn cihazı minimum ön kırılma geriliminin çok altına tesirlenir ve tetikleme kapı ucunu akım enjeksiyonu vasıtası ile elde edilir. Tristörü tetikledikten sonra kapının kontrolü kalkar ve cihazı açmanın yegane yolu anod akımını tutma akımı seviyesinin altına düşürmektir.

Tristörün pnp ve npn kısımlarının düşük akım h_{FE}^* sinin ileri yönde blokaj sağlayabilmesi için düşük olması lazım geldiğine dikkat edilmelidir. Normal üç katlı bir güç transistöründe yüksek akım kazancı elde edebilmek için h_{FE}^* 'nin mümkün olduğu kadar yüksek olma -

sı istenir. Maalesef birçok silikon transistörlerinde ise yüksek h_{FE} çok ince taban alanları kullanılarak elde edilebilir ve bu iki düşük dirençli bölge arasındaki ince taban yüksek gerilime uygun değildir. Tristörde düşük h_{FE} elde etmek için kullanılan geniş taban bölgeleri yüksek gerilime uygundur ve dolayısıyla tristör aslında transistörden daha yüksek gerilimler için bir cihazdır. Geniş taban bölgesinin kullanılması imalattaki kolaylığı ve aynı karakteristiklerinin tekrar elde edilebilmesini sağlamasından dolayı aynı zamanda bir avantajdır.

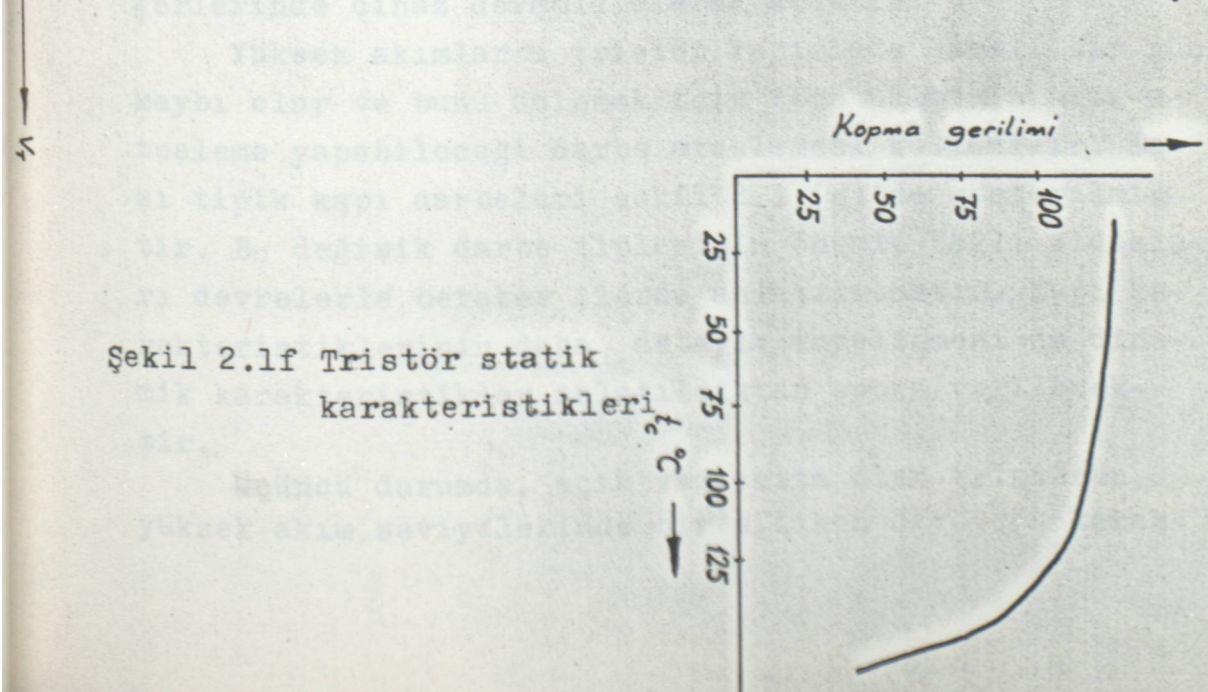
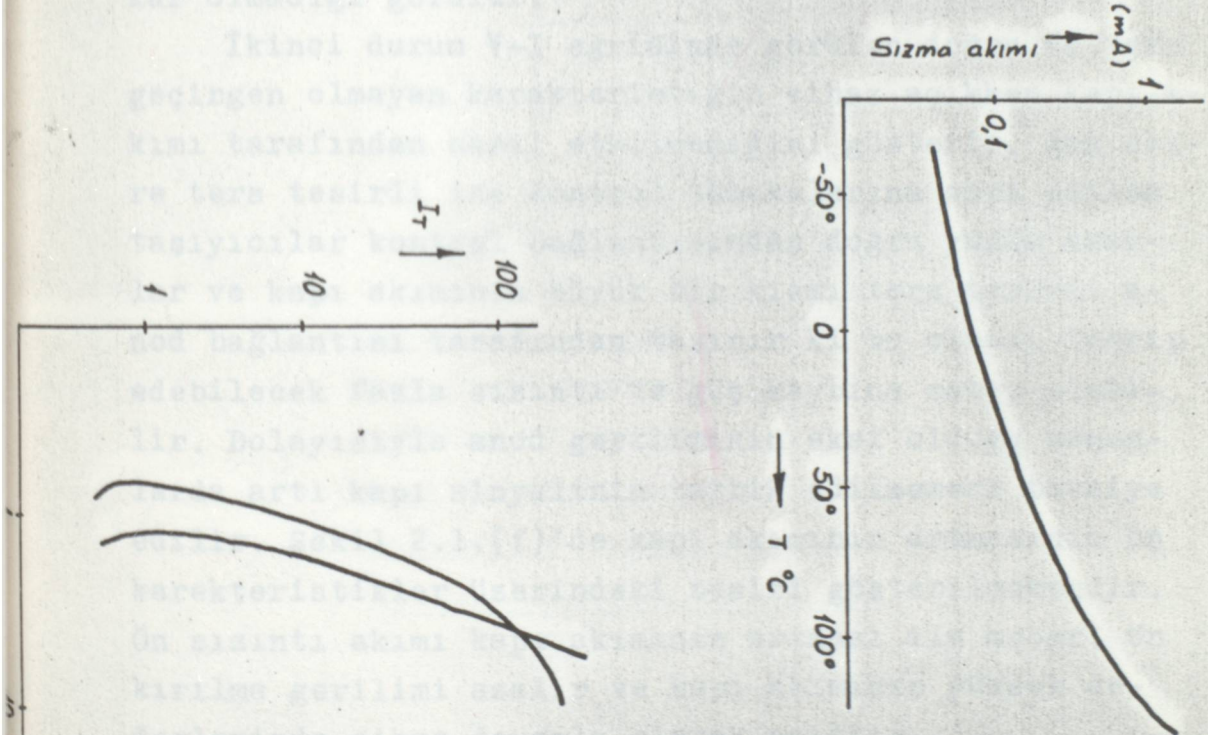
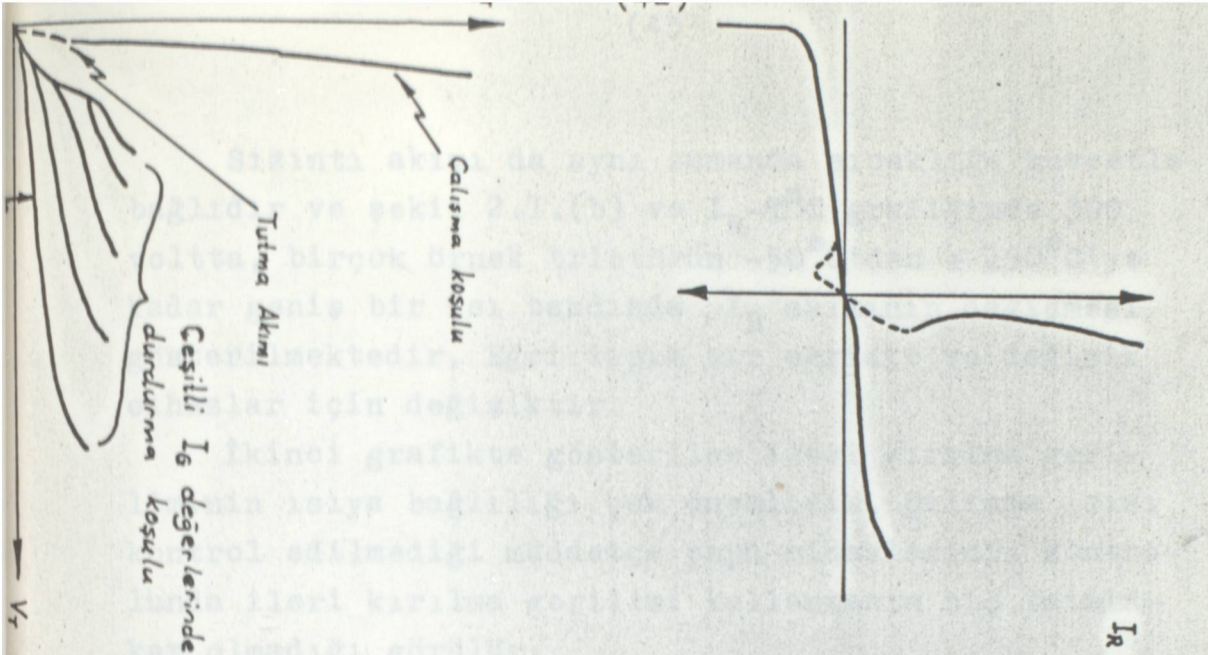
Bu noktada, anlatılan tristör karakteristiklerini Statik ve Dinamik karakteristikler olmak üzere iki ana grupta özetlemek ve terim ve tariflerin sözlüğünü vermek faydalı olur.

2.1.3. Statik Karakteristikler.

Şekil 2.1.(f)'de gösterilen ana statik karakteristikler üç grupta toplanabilirler :

- (i) Sıfır kapı akımı ve tristörün kapalı durumu
- (ii) Kapı akımı aktığı tristörün kapalı durumu
- (iii) Tristörün kapalı durumu - Kapı akımının tesirinin olmadığı hal

Birinci durum iki silikon redresörünün arka arkaya seri bağlanmasının karakteristiklerine sahiptir. V-I karakteristikleri sıfır noktası etrafında simetrikdir ve akımın tatbik edilen gerilimden ziyade kuvvetli olarak ısıya bağlı olduğu bir doyma akımı bölgesi ile tatbik edilen gerilimdeki bir artmanın akımın hızla yükselmesine sebep olduğu bir çığ bölgesinden meydana gelmiştir. Ters yönde çığ kırılmaları fazla akımların cihazı tahrip edebileceği silikon diyotunda olduğu gibidir. İleri yönde çığ akımı cihazı açar ve karakteristikler ön kırılma gerilimine kadar gösterilmiştir. Ön ve geri kırılma gerilimlerinin ikisi de sıcaklığı bağlıdır ve cihazlar normal olarak iki yönde de aynı çalışma gerilimine ayarlanmıştır.



Şekil 2.1f Tristör statik karakteristikleri

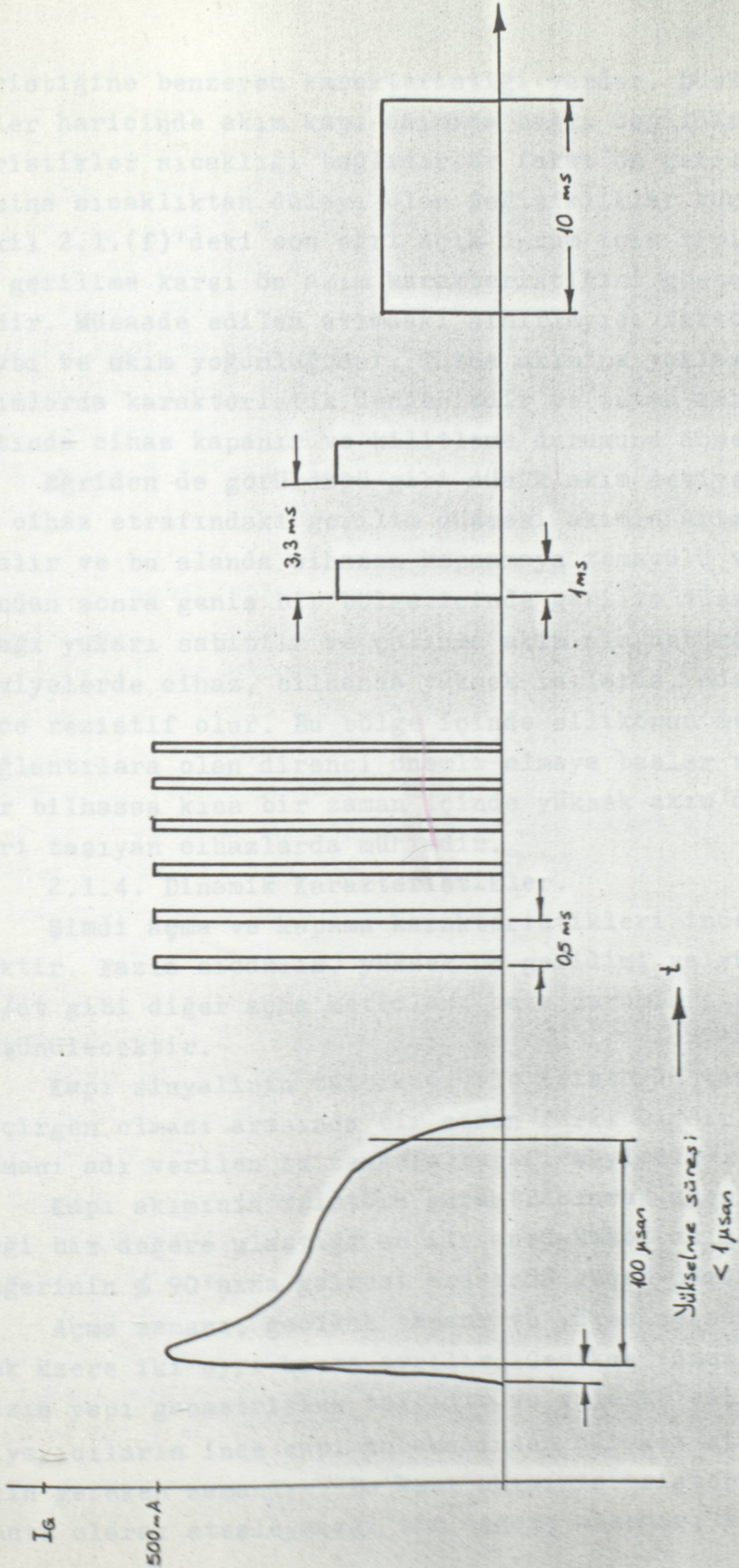
Sızıntı akımı da aynı zamanda sıcaklığa kuvvetle bağlıdır ve şekil 2.1.(b) ve $I_R-T^{\circ}C$ grafiğinde 300 voltta, birçok örnek tristörün $-50^{\circ}C$ 'den $+150^{\circ}C$ 'ye kadar geniş bir ısı bandında I_R akımının değişmesi gösterilmektedir, Eğri tipik bir eğridir ve değişik cihazlar için değişiktir.

İkinci grafikte gösterilen ileri kırılma geriliminin ısıya bağlılığı çok önemlidir. Çalışma ısısı kontrol edilmediği müddetçe pnpn cihazlarının kontrolunda ileri kırılma gerilimi kullanmanın hiç tatminkar olmadığı görülür.

İkinci durum V-I eğrisinde görülen doğru ve ters geçirgen olmayan karakteristiğinin cihaz açıkken kapı akımı tarafından nasıl etkilendiğini gösterir. Ana devre ters tesirli ise kontrol tabakalarına zerk edilen taşıyıcılar kontrol bağlantısından doğru yönde akarlar ve kapı akımının büyük bir kısmı ters tesirli anod bağlantısı tarafından taşınır ki bu cihazı tahrip edebilecek fazla sızıntı ve güç kaybına sebep olabilir. Dolayısıyla anod geriliminin eksi olduğu zamanlarda artı kapı sinyalinin tatbik edilmemesi tavsiye edilir. Şekil 2.1.(f)'de kapı akımının artmasının ön karakteristikler üzerindeki tesiri gösterilmektedir. Ön sızıntı akımı kapı akımının artması ile artar, ön kırılma gerilimi azalır ve kapı akımının yüksek değerlerinde cihaz devamlı olarak açıktır.

Yüksek akımlarda tristör kapısında önemli bir güç kaybı olur ve bunu önlemek için tepe akımının artı ateşleme yapabileceği darbe ateşlemesi kullanılır. Bazı tipik kapı darbeleri şekil 2.1.(g)'de gösterilmiştir. Bu değişik darbe tiplerinin önemi, bağlı oldukları devrelerle beraber ileride anlatılacaktır. Kapı karakteristiklerinin daha detaylı incelenmesi de dinamik karakteristikler anlatıldıktan sonra verilecektir.

Üçüncü durumda, açık vaziyette olan tristörün, yüksek akım seviyelerinde bir silikon diyot ön karak-



Şekil 2.1g Çeşitli kapı darbeleri.

teristiğine benzeyen karakteristiği vardır. Düşük seviyeler haricinde akım kapı akımına bağlı değildir. Karakteristikler sıcaklığı bağlıdırlar fakat ön gerilim düşmesine sıcaklıktan dolayı olan değişiklikler küçüktür. Şekil 2.1.(f)'deki son eğri açık durum için tipik bir ön gerilime karşı ön akım karakteristiğini göstermektedir. Müsaade edilen akımdaki sınırlayıcı faktör, güç kaybı ve akım yoğunluğudur. Tutma akımına yaklaşan ön akımlarda karakteristik dengesizdir ve tutma akımının altında cihaz kapanır ve kilitleme durumuna döner.

Eğriden de görüldüğü gibi düşük akım seviyelerinde cihaz etrafındaki gerilim düşmesi akımın artması ile azalır ve bu alanda cihazın kapanmaya temayülü vardır. Bundan sonra geniş bir bölge içinde gerilim düşmesi aşağı yukarı sabittir ve çalışma akımının üstündeki seviyelerde cihaz, bilhassa yüksek ısılarda, adeta sadece rezistif olur. Bu bölge içinde silikonun metal bağlantılara olan direnci önemli olmaya başlar ve bunlar bilhassa kısa bir zaman içinde yüksek akım darbeleri taşıyan cihazlarda mühimdir.

2.1.4. Dinamik Karakteristikler.

Şimdi açma ve kapama karakteristikleri incelenecektir. Fazla sıcaklık, yüksek ön gerilimi ve yüksek dv/dt gibi diğer açma metodları hata durumları olarak düşünülecektir.

Kapı sinyalinin tatbikatı ile tristörün tam olarak geçirgen olması arasında bir zaman farkı vardır. Açma zamanı adı verilen bu zamanın tarifi şöyledir :

Kapı akımının tristörü garanti olarak ateşleyeceği bir değere ulaştığı an ile anod-katod akımının son değerinin % 90'nına gelmesi arasında geçen zamandır.

Açma zamanı, gecikme zamanı ve yükselme zamanı olmak üzere iki ayrı kısma ayrılır. Gecikme zamanı, cihazın yapı geometrisine bağlıdır ve enjekte edilen taşıyıcıların ince kapı tabakasından hareket etmeleri için gereken zamandır. Bu kapı akımının tristörü garanti olarak ateşleyeceği bir değere ulaşması ile anod-

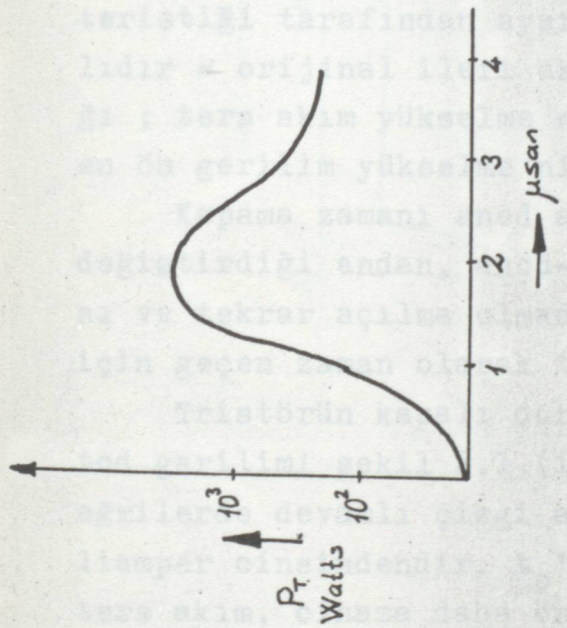
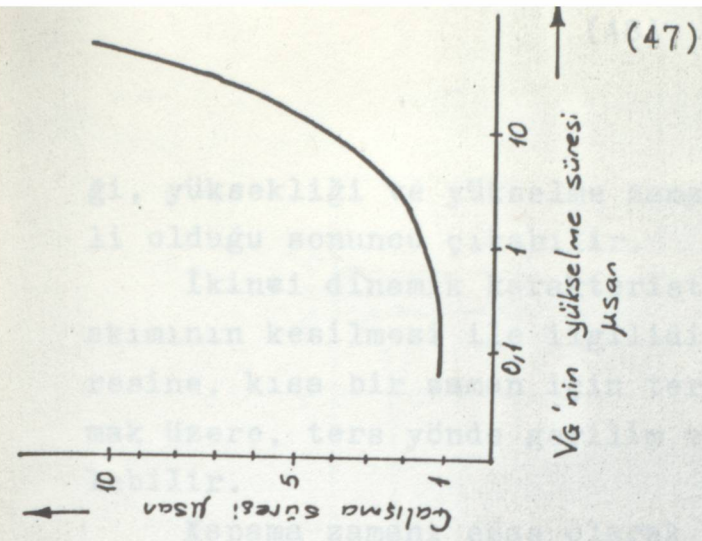
katod akımının son değerinin %10'una çıkması arasında geçen zaman olarak tarif edilir (mikro saniyenin kesri tipik bir değerdir).

Kapı sinyalinin yükselme zamanı kafi derecede hızlı ise ($\leq 1 \mu\text{sec}$) ve kap akımı mesela 500 mili amper ise ölçülen gecikme zamanı kapı sinyalinin tatbik edildiği zamana bağlı değildir. Düşük anod-katod gerilimlerinde gecikme zamanı daha uzundur. Bir kere açma başlatıldıktan sonra anod-katod akımı hızla maksimum değerine yükselir ve yükselme zamanı, akımın son değerinin % 10 undan % 90'nına kadar çıkması için geçen zaman olarak tarif edilir. Bu değişik zamanlar şematik olarak şekil 2.1.(h)'de gösterilmiştir.

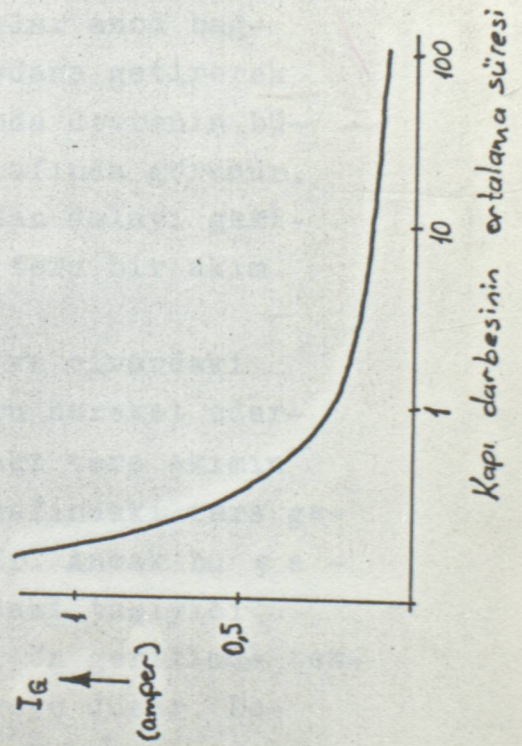
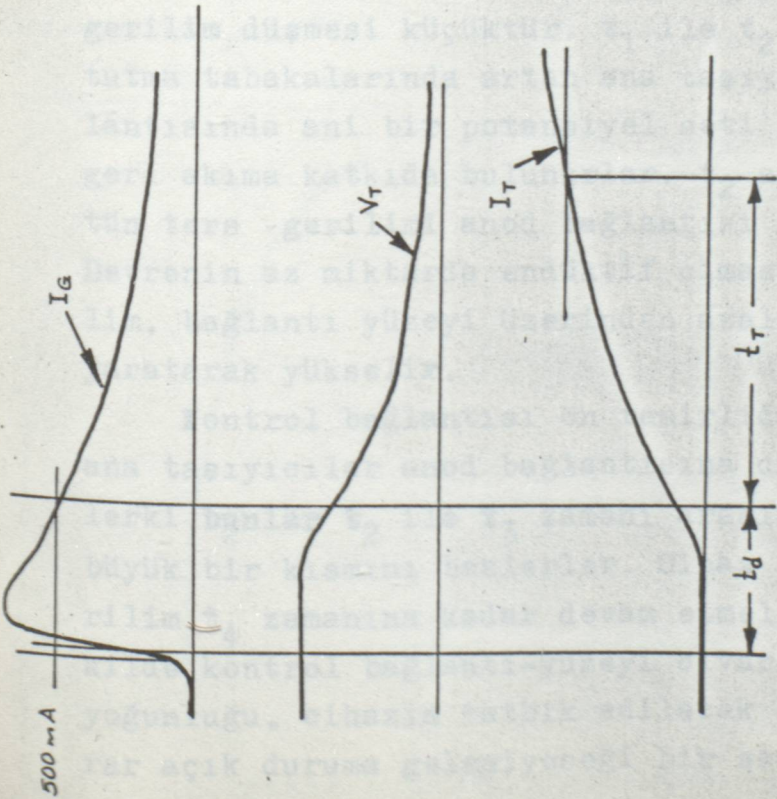
Açma zamanlarını inceleyen dış devre şartlarının da tesirini hesaba katmak çok önemlidir. Eğer devre endüktif ise akımdaki devre tarafından tayin edilir. Anod akımının hızlı yükselmesinden dolayı resistif bir yük için kapı sinyali kısa süreli olabilir. Endüktif yükte açma akımı gecikir ve kısa süreli bir kapı darbesi kapı akımını tristörü açmaya yetecek kadar uzun müddet devam ettiremiyebilir çünkü kapı darbesinin kesilmesinden önce anod akımı tutma akımı değerine çıkamayabilir. Bu durumda yük etrafına tutma akımının biraz üstünde resistif bir akım çekmek üzere direnç bağlanması uygundur.

Açma işlemi esnasında enstantane gerilim ile akım çarpımı çok yüksek olabilir ve zaman karşı enstantane güç P_T 'nin çizildiği şekil 2.1.(h)'den görüleceği gibi açma esnasında yüksek dZ/dt olmasını önlemek için kapı sinyalinin yükselme zamanının $\leq 1 \mu\text{saniye}$ olması arzu edilir.

Diğer eğri, kapı darbesi yükselme zamanı ile toplam tristör açma zamanı arasındaki tipik bir münasebeti göstermektedir. Son eğri de değişik kapı darbe süreleri için tipik bir tristörün ateşlemesi de gereken kapı akımlarını göstermektedir. Bütün bu eğrilerden, tristör ateşleme devrelerinin kurulmasında darbe geniş-



Şekil 2.1h Tristör dinamik karakteristikleri işletme.



ği, yüksekliği ve yükselme zamanının son derece önemli olduğu sonuncu çıkabilir.

İkinci dinamik karakteristikler tristörün anod akımının kesilmesi ile ilgilidir. Bu, anod-katod devresine, kısa bir zaman için ters akım geçmesi sağlamak üzere, ters yönde gerilim verilmesi ile elde edilebilir.

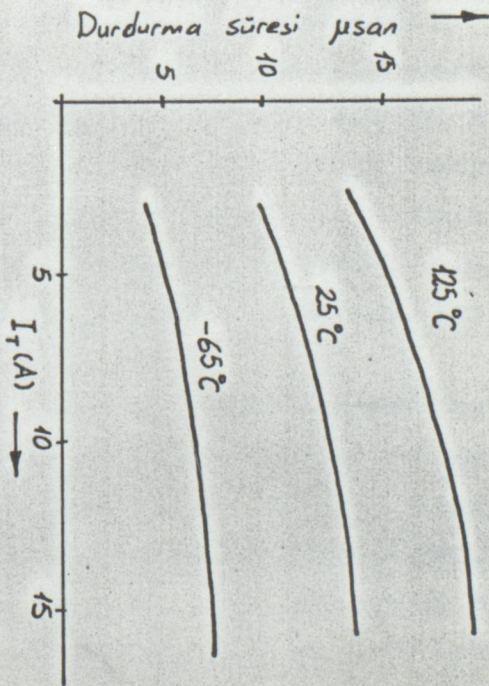
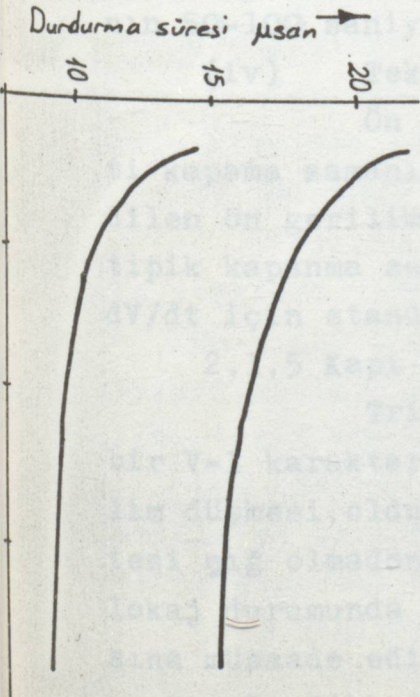
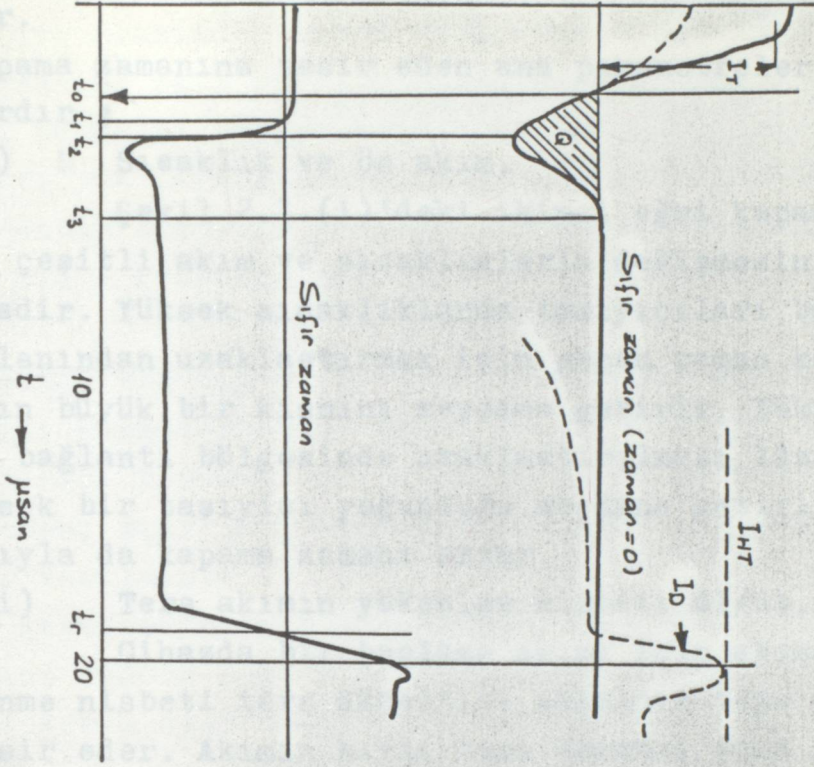
Kapama zamanı esas olarak kontrol bağlantısı karakteristiği tarafından ayarlanır ve şu parametrelere bağlıdır = orijinal ileri akım I_f bağlantı yüzeyi sıcaklığı T_f ; ters akım yükselme nisbeti ve tekrar tatbik edilen ön gerilim yükselme nisbeti.

Kapama zamanı anod akımının artıdan eksiye yön değiştirdiği andan, anod-katod geriliminin artı olması ve tekrar açılma olmadan ön gerilimi tutabilmesi için geçen zaman olarak tarif edilir.

Tristörün kapalı durumdaki anod akımı ve anod-katod gerilimi şekil 2.1.(i)'de gösterilmiştir. Üstteki eğrilerde devamlı çizgi amper ve noktalı çizgi de miliamper cinsindedir. t_0 'dan t_1 'e kadar geçen zamanda ters akım, cihaza daha önce enjekte edilen çok sayıda taşıyıcı tarafından ortaya çıkar ve cihaz etrafındaki gerilim düşmesi küçüktür. t_1 ile t_2 arasında anod ve tutma tabakalarında artan ana taşıyıcılar anod bağlantısında ani bir potansiyel seti meydana getirerek geri akıma katkıda bulunurlar. t_2 anında devrenin bütün ters gerilimi anod bağlantısı etrafında görünür. Devrenin az miktarda endüktif olmasından dolayı gerilim, bağlantı yüzeyi üzerinden azalan ters bir akım yaratarak yükselir.

Kontrol bağlantısı ön tesirlidir ve civardaki ana taşıyıcılar anod bağlantısına doğru hareket ederlerki bunlar t_2 ile t_3 zamanı arasındaki ters akımın büyük bir kısmını beslerler. Cihaz etrafındaki ters gerilim t_4 zamanına kadar devam etmelidir. Ancak bu şekilde kontrol bağlantı-yüzeyi civarındaki taşıyıcı yoğunluğu, cihazın tatbik edilecek bir ön gerilimde tekrar açık duruma gelemeyeceği bir seviyeye düşer. Do-

Dinamik durdurma



Şekil 2.li Tristör dinamik karakteristikleri durdurma.

layısıyla t_4 , tekrar tatbik edilecek bir ön gerilimin tristör tarafından tutulabilmesi için gereken en erken zamandır.

Kapama zamanına tesir eden ana parametreler şunlardır :

(i) Sıcaklık ve ön akım.

Şekil 2.1.(i)'deki ikinci eğri kapama zamanının çeşitli akım ve sıcaklıklarla değişmesini göstermektedir. Yüksek sıcaklıklarda taşıyıcıları bağlantı alanından uzaklaştırmak için geçen zaman kapama zamanının büyük bir kısmını meydana getirir. Yüksek ön akımlar bağlantı bölgesinde uzaklaştırılması lâzım gelen yüksek bir taşıyıcı yoğunluğu meydana getirir ve dolayısıyla da kapama zamanı artar.

(ii) Ters akımın yükselme nisbeti dI/dt .

Cihazda bir başlama akımı için akımın ters dönme nisbeti ters düzeltici akımının tepe değerine tesir eder. Akımın hızlı ters dönmesi daha yüksek ters tepe akımına ve kapama zamanında bir azalmaya sebep olur.

(iii) Ters gerilim.

Kapama zamanı şekil 2.1.(i)'deki üçüncü egride de gösterildiği gibi artan ters gerilimle azalır. Ters gerilim sifıra yaklaştıkça kapama zamanının 50-100 saniyeye kadar arttığı görülmektedir.

(iv) Tekrar tatbik edilen ön gerilim dV/dt .

Ön gerilim ve tetrar tatbik edilme nisbeti kapama zamanına tesir eder. Meselâ tetrar tatbik edilen ön gerilim düştükçe kapanma zamanında kısalır ve tipik kapanma zamanlarından bahsederken genel olarak dV/dt için standart 20 volt/ μ saniye kullanılır.

2.1.5 Kapı Karakteristikleri

Tristör kapı devresi esas olarak zayıf bir V-I karakteristiği olan pn diyottur. İleri gerilim düşmesi oldukça yüksektir ve geri blokaj kapasitesi çığ olmadan -10 volta kadardır. Tristör geri blokaj durumunda iken, artı bir ön kapı akımının olmasına müsaade edilmesinin cihazı tahrip edilebileceğine önemle dikkat edilmelidir.

Tristör açık durumda olduğu zaman, içte kapı ile katod uçları arasında, katod bağlantısındaki elir gerilim düşmesine eşit gerilim meydana gelir.

Kapı ve katod uçları arasındaki herhangi bir kapasitans artı yük birikiminden dolayı beklenmeyen ateşlemelere sebep olabilir ve kapı ile katod arasına her zaman 47 ile 1 arasında bir direnç bağlanması tavsiye edilir.

Herhangi bir tip tristör için kapı geriliminin akıma karşı karakteristiği şekil 2.1.(j)'de gösterilmiştir. Burada herhangi bir çalışma sıcaklığında, üst ve alt direnç sınırları arasındaki oynama ana eğrinin etrafında verilmektedir.

V-I karakteristikleri şeklinin oldukça serbest verilmesine rağmen kapı ateşlemesinin üst ve alt limitleri daha kesin sınırlanmıştır. Burada dört limit kullanılır :

a) Maksimum kapı tetikleme gerilimi :

Gerilimin verilen bir sıcaklıkta bütün üniteleri garanti olarak ateşleyeceği en düşük değeri.

b) Maksimum kapı tetikleme akımı :

Kapı akımının verilen bir sıcaklıkta bütün üniteleri garanti olarak ateşleyeceği en düşük değeri,

c) Minimum kapı tetikleme gerilimi :

Verilen bir sıcaklıkta, altında hiçbir ünitenin ateşleme yapmayacağı kapı gerilimi.

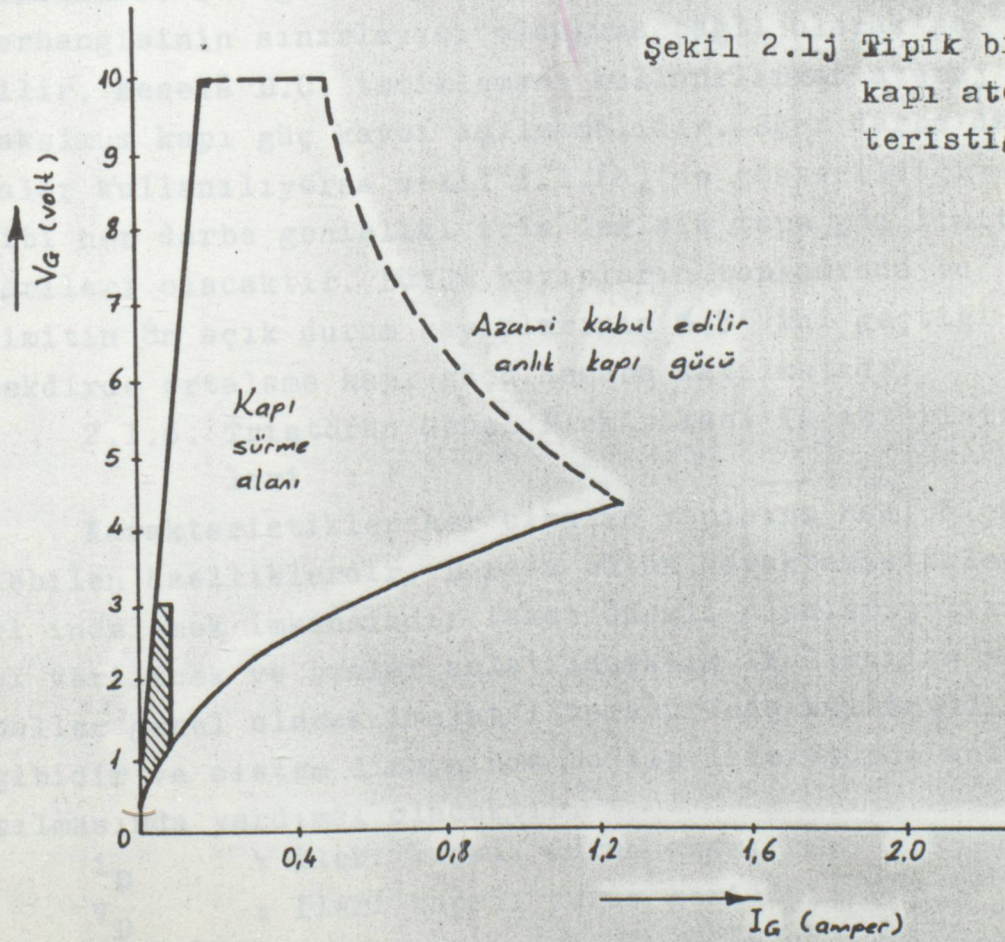
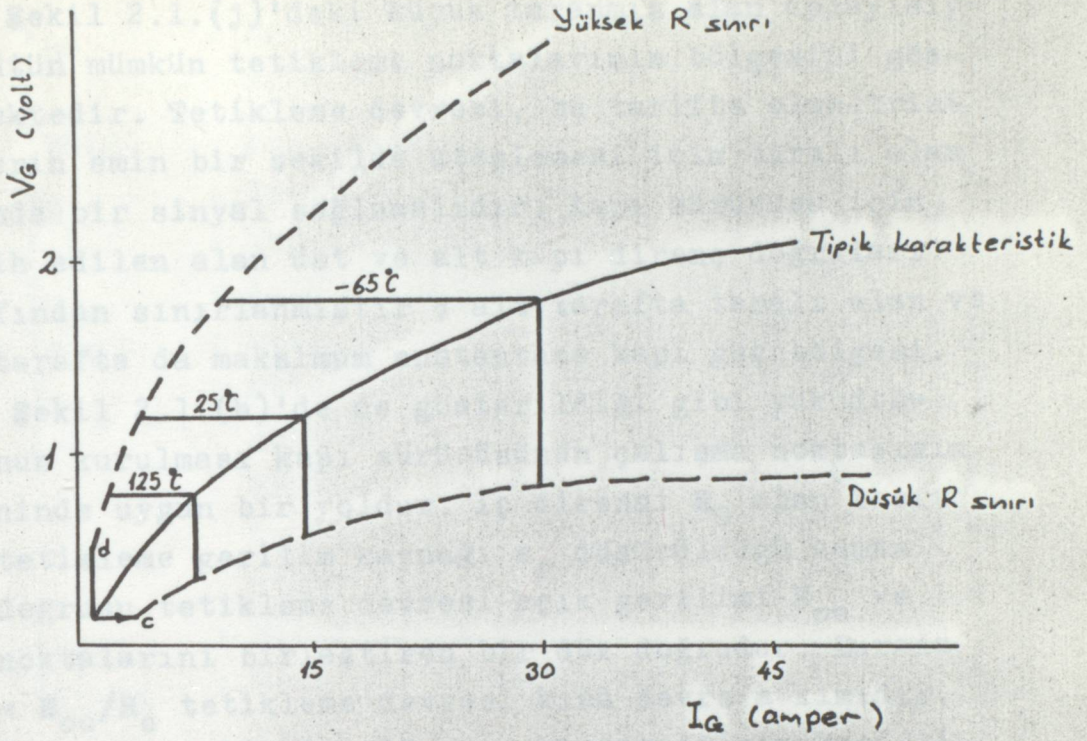
d) Minimum kapı tetikleme akımı :

Verilen bir sıcaklıkta altında hiçbir ünitenin ateşleme yapmayacağı kapı akımı.

Bu sınır şartları her sıcaklık için şekil 2.1.(j)'de gösterilmiştir ve tetikleme devresinin dizaynına şu şekilde tesir ederler :

(i) Kapıya tetikleme devresinde beslenen maksimum gerilim ve akımlar müsaade edilen maksimum kapı değerlerini geçmeden tayin edilirler.

(ii) Minimum gerilim ve akımlar tetikleme devresinin tristörü bütün şartlar altında emin bir şekilde ateşlemesini sağlayacak şekilde tayin edilirler.



Şekil 2.1j Tipik bir tristörün kapı ateşleme karakteristiği.

Şekil 2.1.(j)'deki küçük taranmış alan dolayısıyla bütün mümkün tetikleme noktalarının bölgesini göstermektedir. Tetikleme devresi, bu tarifte olan tristörlerin emin bir şekilde ateşlemesi için taralı alan dışında bir sinyal sağlamalıdır. Kapı sürücüsü için tercih edilen alan üst ve alt kapı direnç doğruları tarafından sınırlanmıştır ; alt tarafta taralı alan ve üst tarafta da maksimum enstantane kapı güç bölgesi.

Şekil 2.1.(h)'de de gösterildiği gibi yük doğrusunun kurulması kapı sürücüsünün çalışma noktasının tayininde uygun bir yoldur. İç direnci R_G olan basit bir tetikleme gerilim kaynağı e_s düşürüldüğü zaman yük doğrusu tetikleme devresi açık gerilimi E_{oc} ve I_{so} noktalarını birleştiren bir düz doğrudur. Burada $I_{sc} = E_{oc}/R_G$ tetikleme devresi kısa devre a kımıdır. Bu yük çizgisi ile tristör karakteristiğinin kesiştiği yer kapı sürücüsünün çalışma noktasıdır. Bu nokta maksimum kapı güç kayıp bölgesinin her zaman solunda olmalıdır. Bu eğri, tepe veya averaj sapı güçlerinden herhangi birinin sınırlayıcı olduğuna bağlı olarak seçilir. Meselâ D.C. tetiklemesi kullanılırken averaj maksimum kapı güç kaybı aşılmamalıdır. Eğer darbe dalgalar kullanılıyorsa şekil 2.1.(h)'de gösterildiği gibi her darbe genişliği için değişik tepe güç limit eğrileri olacaktır. Bütün kayıpların toplamında bu limitin ön açık durum kayıplarının % 5' ini geçtiği takdirde ortalama kapı gücü hesaba katılmalıdır.

2.1.6. Tristörün Genel Elektriksel Karakteristikleri :

Karakteristikler her cihazın yapısına has, ölçülebilen özelliklerdir. Burada bütün karakteristikleri incelemek imkansızdır fakat önemli olanların listesi verilecek ve bunlar anlatılacaktır. Kullanılan semboller genel olarak imalat literatüründe kullanıldığı gibidir ve sistem dizaynında bu tip literatürün anlaşılmasında yardımcı olacaktır.

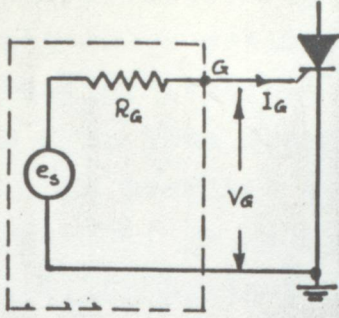
- i_D : İleri kapalı durum akımı
 V_D : İleri kapalı durum gerilimi

V_{BO}	: Kırılma gerilimi-herhangi bir kapı akımı için
$V_{BO(0)}$: Kapı açıkken kırılma gerilimi
I_H	: Tutma akımı
I_{HD}	: Mandal akımı
I_T	: Açık durum enstantane akımı
I_{TAV}	: Açık durum ortalama akımı
V_T	: Açık durum gerilimi
I_{TN}	: Açık durum itibari ortalama akımı Resistif yüklü bir yarım dalga devresinde müsaade edilen devamlı ön akımın a- veraj değeri.
I_{TAVL}	: Sınırlayıcı averaj açık devre akımı
I_{TRMSL}	: Maksimum müsaade edeline açık durum akımı
I_{TRL}	: Sınırlayıcı tetrar eden tepe açık durum akımı
I_R	: Geri akım
V_{RRL}	: Sınırlayıcı tetrar eden tepe geri gerilimi
V_{RSL}	: Maksimum geri geçici rejim gerilimi
I_G	: Kapı akımı
V_G	: Kapı gerilimi
I_{GT}	: Kapı tetikleme akımı
V_{GT}	: Kapı tetikleme gerilimi

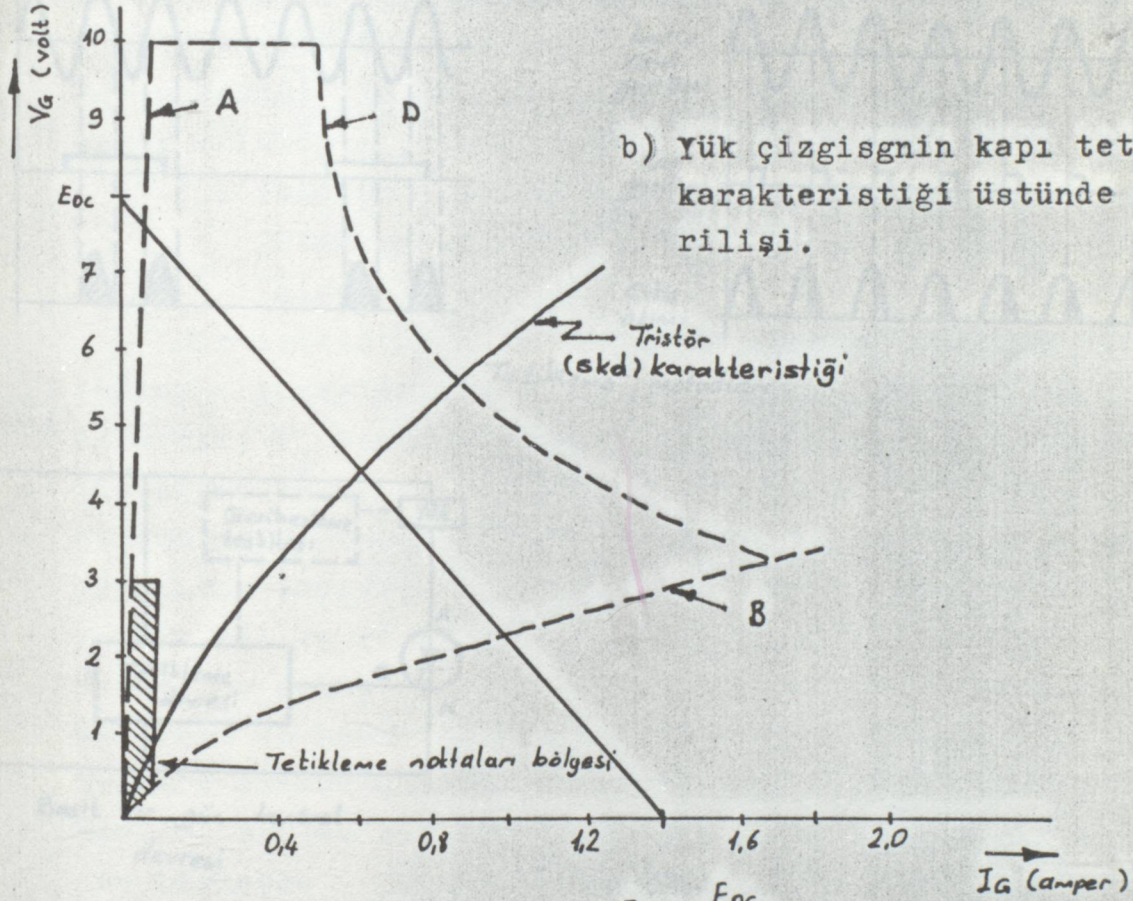
2.1.7. Basıt Güç Kontrol Devresi ve Tatbikatı :

Şekil 2.1.(1) tetikleme metodları ve devre dalga şekilleri ile birlikte basıt bir güç kontrol devresini göstermektedir. Basitleştirmek için tek faz yarım dalga kontrolü gösterilmiştir. Fakat prensip aynen çok faz sistemlere tâtbik edilebilir. Tristör sadece art yarım devirlerde tetiklenebilir, ve gerilim sıfırdan eksi yöne doğru her geçişinde tristörden geçen akım kaybolur ve bundan sonraki artı devir için yeni tetikleme lazımdır. Ani ateşleme veya entegre yarım devre kontrolü adedece, termik salahl sabitlerinin darbe takımları arasındaki zamana göre uzun olduğu fırın elemanlarının kontrolunda kullanılır. Bu sistem daha fazla ince-

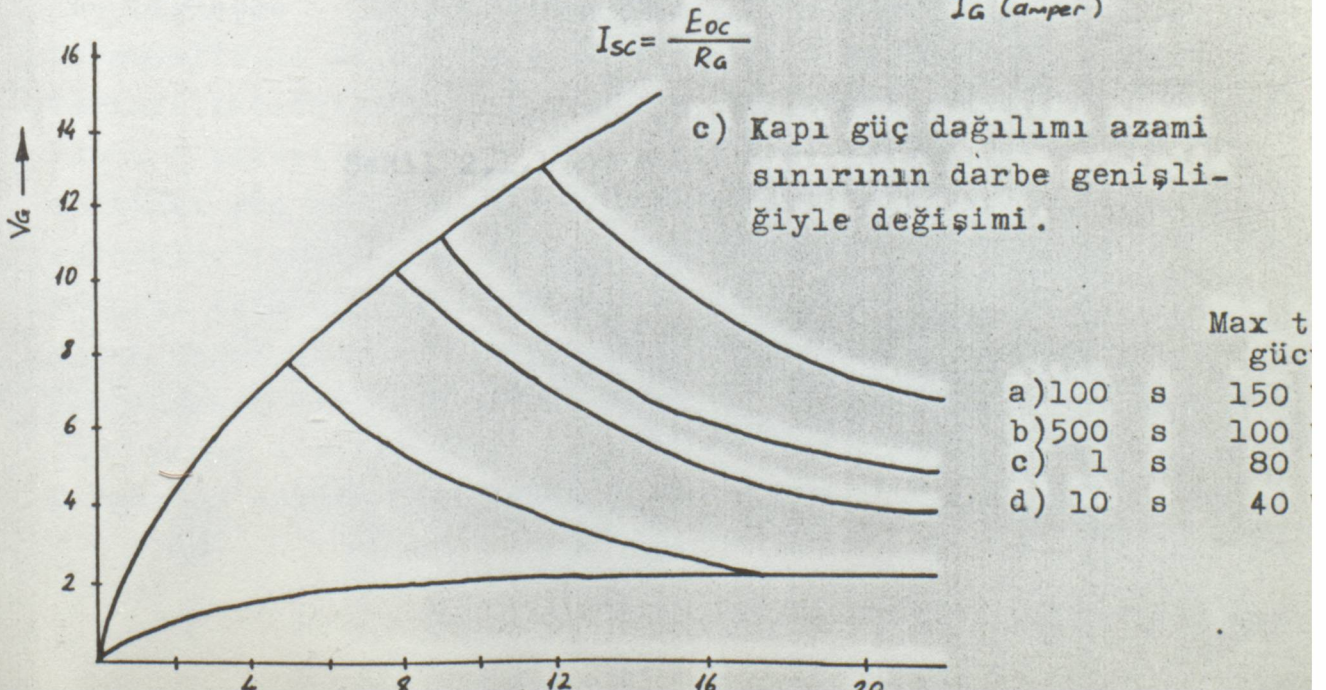
Şekil 2.1k Kapı devresi ve yük çizgisinin elde edilmesi.



a) Kapı devresi.

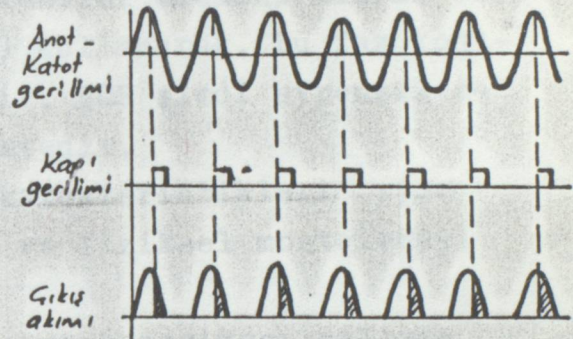
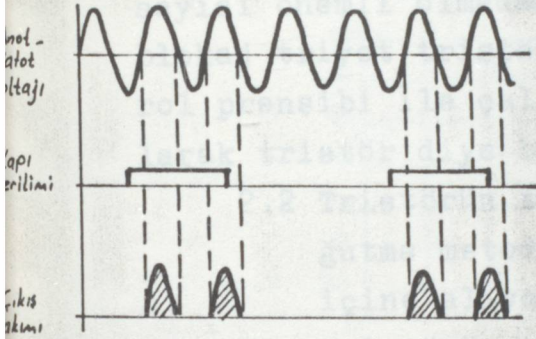


b) Yük çizgisinin kapı tetikleme karakteristiği üstünde gösterilişi.

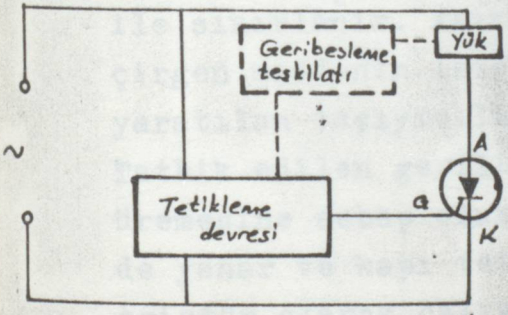


$$I_{sc} = \frac{E_{oc}}{R_a}$$

lenmiyecektir. Bu nedenle, giriş dalga şeklini koruyarak kullanılır. Atesleme için, dan orta yüne doğru gerilür. Bu esnasında, firdan π 'ye kadar, anlitılan bütün



Tetikleme metotları



Basit bir güç kontrol devresi

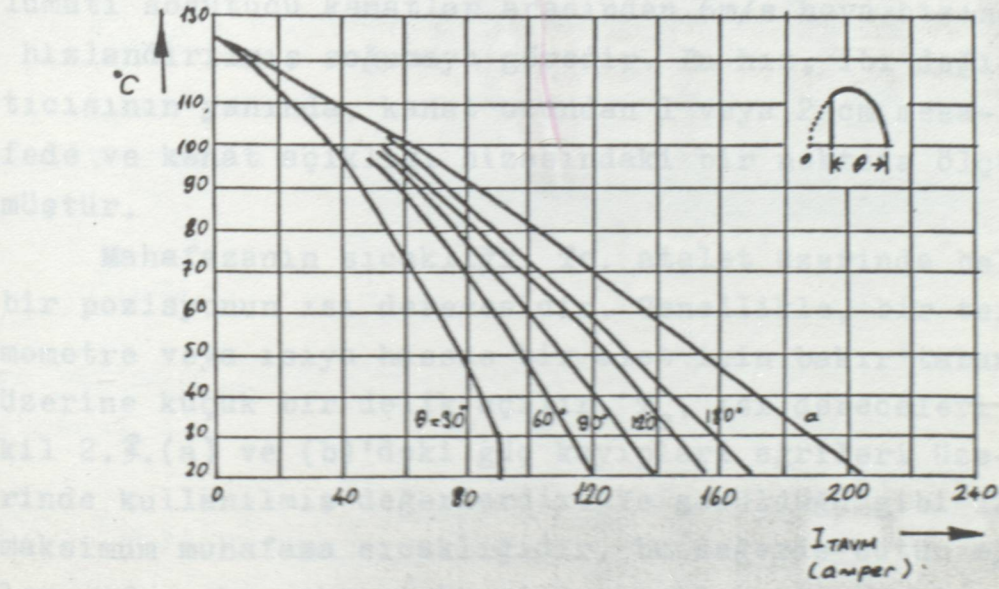
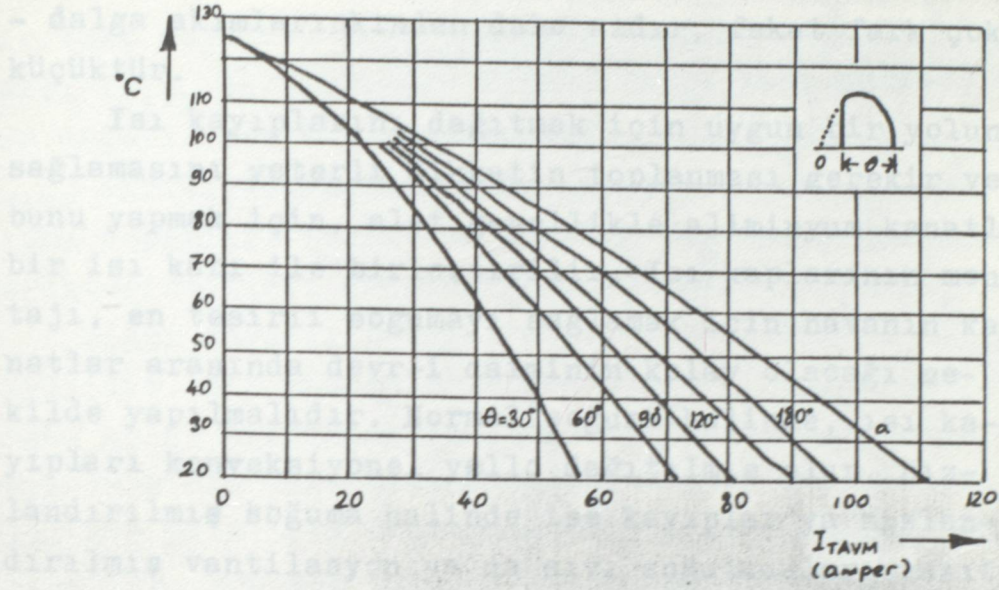
Şekil 2.1.1

lenmiyecektir. Faz kontrolü olan ikinci sistem A.C, giriş dalga şekline senkronize edilmiş darbeler kullanır. Ateşleme açısı α , anod geriliminin sıfırdan artı yöne doğru geçtiği noktadan itibaren ölçülür. Bu ateşleme ayanüj yük akımını maksimumdan sıfırdan π ' ye kadar geciktirilebilir. Şimdiye kadar anlatılan bütün A.C.-D.C. çeviricilerin hepsi faz sayısı önemli olmadan ana kontrol elemanı olarak ters blokaj triyot tristör (SCR) kullanarak, bu faz kontrol prensibi ile çalışabilir. SCR şimdi evrensel olarak tristör diye bilinmektedir.

2.2 Tristörün termik karakteristikleri :(Soğutma metodlarını ve fiziksel montelemeyi içine alıyor).

Bir tristörün akım taşıma kapasitesi çalışan bağlantı yüzeyleri üzerinde maksimum müsaadedeki ısı derecesi, T_j ve tabakalardan geçen akımın yoğunluğu ile sınırlanır. Akım yoğunluğu, herhangi bir yarı geçirgen maddenin ısı arttırıldıkça ısıdan dolayı yaratılan taşıyıcılar daha fazla olacağından, artar. Tatbik edilen gerilim ikinci bir grup taşıyıcıların üremesine sebep olur ve alet belli bir ısı derecesinde yanar ve kapı tetiklemeyle kontrol edilen bir tristör olarak çalışmasını durdurur. Bir tristör tabakasında birkaç birleşme - yüzeyi olmasına rağmen, bütün birleşme - yüzeylerinin aynı sıcaklıkta oldukları farzedilir ve bu sıcaklık bütün tristör tabakası üzerinde sabittir. Bu sebeple, tristörün çalışması bağlantı - yüzeylerinin sıcaklığı ile kontrol edilir. Aletteki güç kayıpları bu sıcaklığı etkiler. Bu güç kaynakları şekil 2.2.(a) (b) de görüldüğü gibi doğru yöndeki akım kayıplarından dolayıdır. Alet üzerinden geçen doğru akım için, güç kaybı doğru yöndeki gerilim düşmesi ile akım değerlerine çarpmakla elde edilir. Sinüs - dalga akım değerleri için değişik geçirgenlik açılarında η eğriler aynı açık durum akım

değerlerinde, geçirgenlik açısı, kullandıkları malzemelerin
 ettiğini gösteriyor. İçerik: İçerik: İçerik: İçerik: İçerik: İçerik:
 avara açık durum için hesaplanan yük kaybı, bu yük kaybı



Şekil 2.2.a,b Yük kaybı eğrileri

değerlerinde, geçirgenlik açısı küçüldükçe kayıpların attığını gösteriyor. Kare - dalga akımlar için, aynı averaj açık durum akım değerinde güç kayıpları sinüs - dalga akımlarinkinden daha azdır, fakat fark çok küçüktür.

Isı kayıplarını dağıtmak için uygun bir yolun sağlanmasını yeterli dikkatin toplanması gerekir ve bunu yapmak için, alet genellikle aliminyum kanatlı bir ısı kabı ile birleştirilir. Isı kaplarının montajı, en tesirli soğumayı sağlamak için havanın kanatlar arasında devr-i daiminin kolay olacağı şekilde yapılmalıdır. Normal soğuma halinde, ısı kayıpları konveksiyonel yolla dağıtılmış olur, hızlandırılmış soğuma halinde ise kayıplar ya hızlandırılmış vantilasyon ya da sıvı soğutucuları vasıtasıyla dağıtılır. Şekil 2.2.(a) ve (b)'deki AEG malumatı soğutucu kanatlar arasından 6m/s hava hızındaki hızlandırılmış soğumaya göredir. Bu hız, ısı dağıtıcısının yanında, kanat ucundan 1 veya 2 cm mesafede ve kanat açıklığı hizasındaki bir noktada ölçülmüştür.

Muhafazanın sıcaklığı, T_c , atalet üzerinde belli bir pozisyonun ısı derecesidir. Genellikle, bir termometre veya ısıya hassas bir alet için bakır taban üzerine küçük bir delik açılır. T_c , ısı dereceleri şekil 2.2.(a) ve (b)'deki güç kayıpları eğrileri üzerinde kullanılmış değerlerdir. Ve görüldüğü gibi 125°C maksimum muhafaza sıcaklığıdır, bu değerde bütün eğriler sıfır akım eksenini üzerinde birbirlerine yaklaşırlar. Diğer eğriler ise konveksiyon ve hızlandırılmış soğuma için dağıtım detaylarını göstermektedir.

Soğutma ortamının ısı derecesi, T_A , soğutucu havanın ısı dağıtıcısına ulaşmadan önceki değeridir. Termometre giristeki bir nokta üzerine yerleştirilmelidir. Ve normal-çalışma akım değerleri aşağıda verilmiş olan derecelerin dayanmalıdır. Normal soğuma 45°C kanatlar arasında 6m/s hızda hava akımı halindeki hız-

landırılmış soğuma 35°C .

Tristörler, genellikle, ısı kabıyla birlikte tam olarak tedarik edilirler. Gerek normal, gerek hızlandırılmış soğutucu hava ile olan soğutma şartları T_A ya karşı I_{TAVM} eğrilerinden farklı ise ; yeni çalışma akım değeri, ısı kabı hesaba katılmamış olan T_c ye karşı I_{TAVM} eğrisinden bulunabilir. Aletin en son normal çalışma değerleri tesbit edildikten sonra, özel ısı kabı karakteristikleri gözönüne alınmalıdır.

Diğer faydalı parametreler, termik direnç R_{th} , ile ilgilidir. Bir maddenin termik direnci, ısı akımı yönünde uçlar arasındaki ısı derece farkının, bu ısı derece farkının yükselişini sağlayan gücü bölümüdür. Birimi her watt için santigrad derece olarak ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$) ifade edilir. Böylece bağlantı yüzeyinin muhafazaya olan termik direnci :

$$R_{thJC} = \frac{T_J - T_C}{P} \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{W}$$

Aynı zamanda, muhafazanın soğutucu ortama olan termik direnci :

$$R_{thCA} = \frac{T_C - T_A}{P} \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{W}$$

ve bağlantı yüzeyinin, soğutucu ortama olan termik direnci :

$$R_{thJA} = \frac{T_J - T_A}{P} \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{W}$$

burada P toplam güç kaybıdır.

2.2.1 Faydalı terimlerin özeti :

I_{TAVM} : Sınırlayıcı averaj açık durum akımı

P_{tot} : Toplam kayıplar

P_D : İleri kapalı durum kaybı

P_R : Geri kapalı durum kaybı

P_G : Kapı güç kaybı

P_Q	: Kapama kaybı
P_S	: Açma kaybı
P_T	: İleri açık durum kaybı
T_J	: Bağlantı yüzeyi ısı derecesi
T_C	: Muhafaza ısı derecesi
T_A	: Termik direnç
R_{th}	: Termik direnç

2.3. Tristörün, yüksek hız sigortaları ve filitre devreleri kullanarak korunması :

Hatalı şartlar altında ve aşırı yükleme sırasında oluşabilecek bağlantılara ve elektriksel parçalara olan hasardan dolayı her çeşit elektriksel aleti bu tür beklenmedik tesadüflere karşı korumak gerekir. Hata ve aşırı yükleme esnasındaki akım seviyesini sınırlayıcı ön tedbirler mutlaka alınmalıdır ve bu akım mümkün olan en kısa zamanda kesilmelidir.

Yarı iletken güç redresörlerine yani silikon diyot ve tristörlere, haiz aletlerin dizaynında bu gerekli istekler her zaman mevcuttur. Gerçekten redresörlü aletlere gerekli ihtimam verilmesi gerekir, zira silikon redresörler, küçük termik kütlelerinden dolayı, bir motor veya trafodakinden, çok daha yüksek sıcaklık değişimine maruzdurlar.

Elektriksel aletin korunması için tatbik edilebilecek bir sürü değişik teknikler mevcuttur.

- (i) Elektriksel dizaynda ayarlama
- (ii) Termik veya elektro-magnetik olarak çalışan devre kesicilerin kullanılması
- (iii) Elektronik duyma ve kontrol teknikleri
- (iv) H.R.C. Sigortanın kullanılması

Burada inceleme HRC Sigortası ve çalışması üzerine yapılacaktır. Özellikle, yarı iletken cihazların öncelikle tristörün korunmasına tatbikatı tartışılacaktır.

"HRC Sigorta bağı" terimi genellikle düşük gerilim devreleri için kullanılır. Diğer tarafta bir

kartuj sigorta 3300 Amper değeri üzerindeki r.m.s. simetrik hata akımların tehlikesiz bir şekilde kesmeye elverişlidir. HRC Sigorta bağı diğer koruyucu cihazlara nispetle aşağıdaki avantajlara haizdir.

- (i) Fiziksel küçük bir hacmi
- (ii) Çok kısa bir zaman içinde yüksek değerdeki akımların kesilmesindeki kabiliyeti
- (iii) Yüksek emniyeti-tutarlılığı ve çalışmasının önceden ayarlanabilir olması
- (iv) Diğer koruyucu cihazlara olan ekonomik üstünlüğü
- (v) Akım kesmesi ve böylece hatalı şartlar altında enerji sınırlaması

Transformatör olan bir devredeki hata akımı

$$I_{AS} = \frac{I_{rms} \times kp \times 100}{Z} \text{ dir.}$$

Burada I_{AS} : Simetrik olmayan hata akımının muhtemel tepe değeri

I_{rms} : Tam yükte transformatör akımı

kp : Akım yükseltme oranı

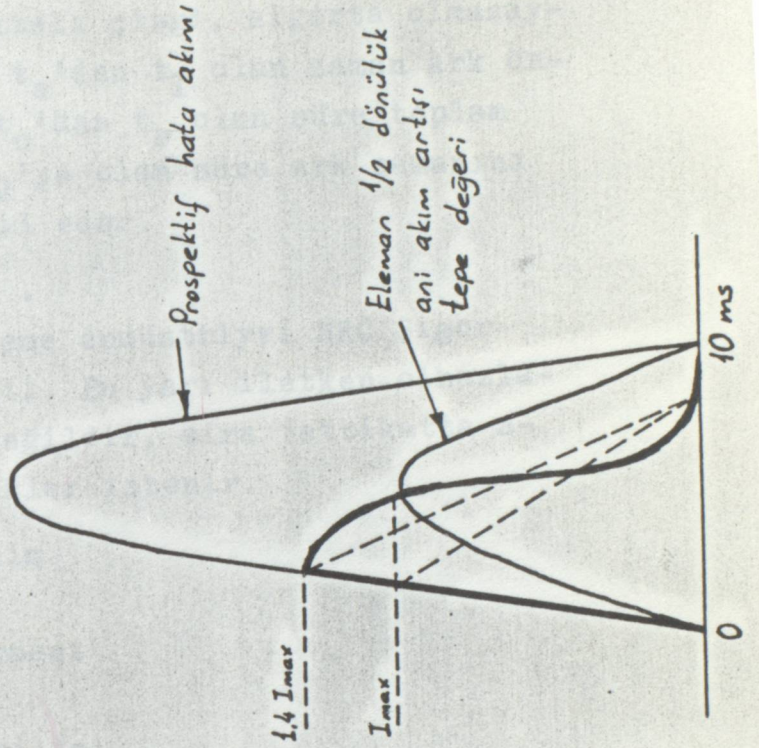
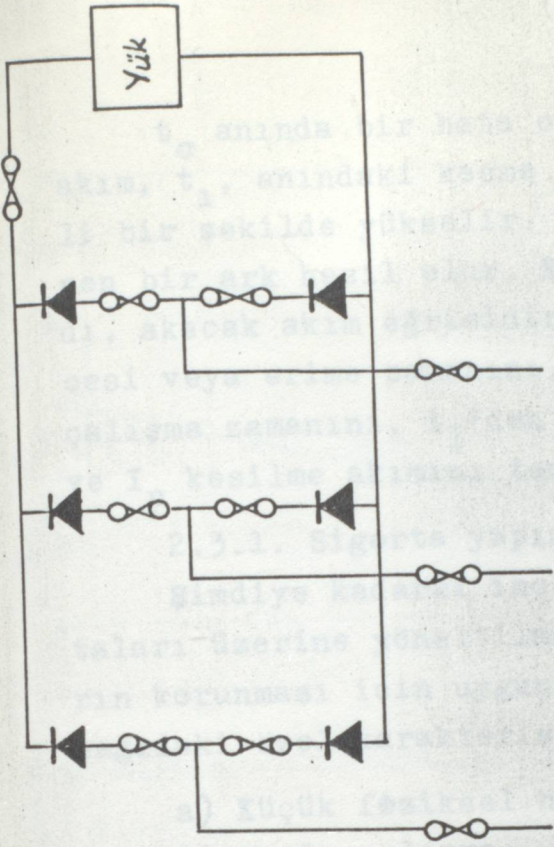
Z : Yüzde olarak ifade edilmiş toplam devre empedansı

Yüksek reaktif akım oranları için kp, Z ye asimtotiktir ve hatanın oluşu anındaki devir kısmına bağlıdır.

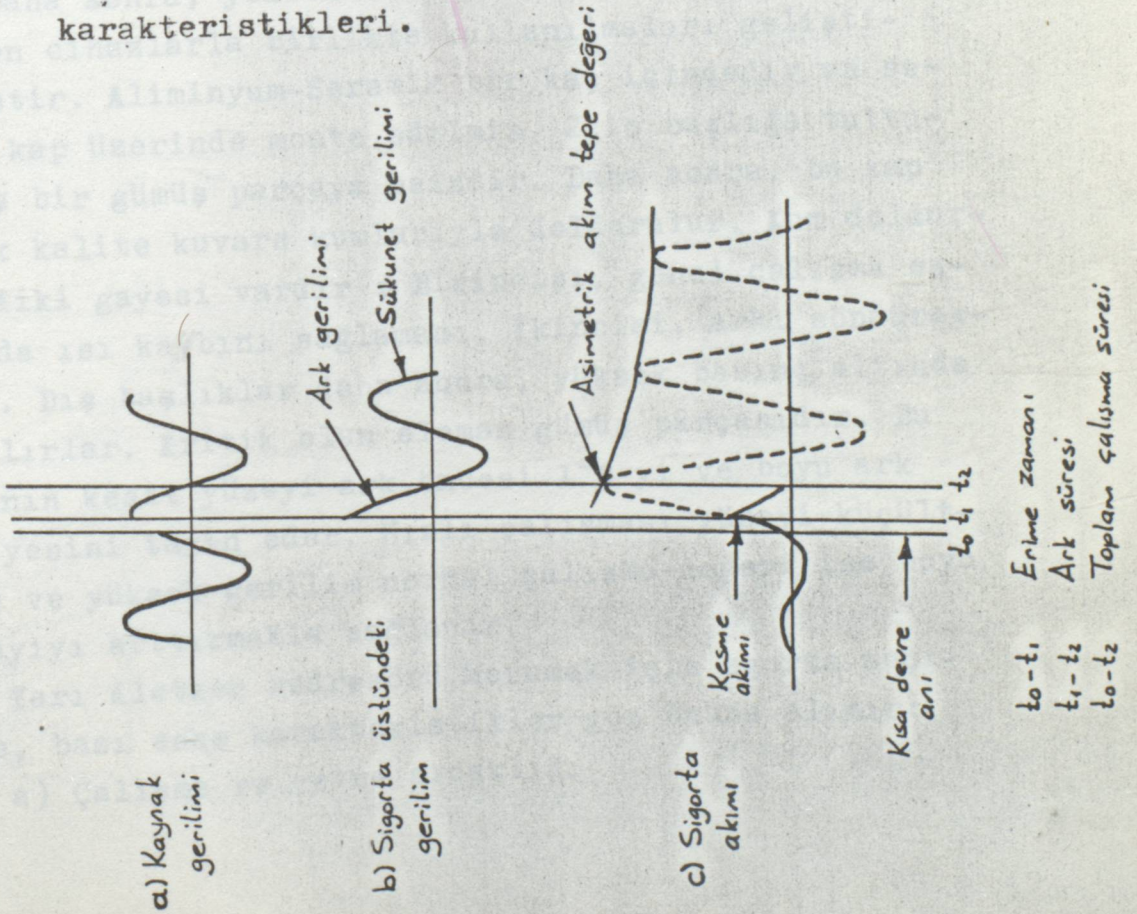
Eğer sadece bir devre kesici kullanılırsa, birkaç devir için akım akabilir. Halbuki doğru seçilmiş bir sigorta hatayı bir kaç silisaniye içinde kesecektir. Daha da fazlasıyla bir sigorta kesme ameliyesini tam olarak sağlar ve devre de akan akımın tepe değerini, tahmin edilen tepe akımından daha düşük bir değerde sınırlar.

Şekil 2.3.(a)da üç silograf görölüyor :

- a) Kaynak gerilimi
- b) Sigorta üzerindeki gerilim
- c) Sigortadan akan akım



Şekil 2.3a Yüksek hızlı sigorta karakteristikleri.



t_0 anında bir hata olur ve sigorta üzerinden akan akım, t_1 anındaki kesme noktasına erişene kadar süratli bir şekilde yükselir. Sigorta üzerinde t_2 anında sünen bir ark hasıl olur. Noktalı çizgi, sigorta olmasaydı, akacak akım eğrisidir. t_0 'dan t_1 olan zaman ark öncesi veya erime zamanını, t_0 'dan t_0 olan süre toplam çalışma zamanını, t_1 'den t_2 'ye olan süre ark zamanını ve I_p kesilme akımını temsil eder.

2.3.1. Sigorta yapımı .

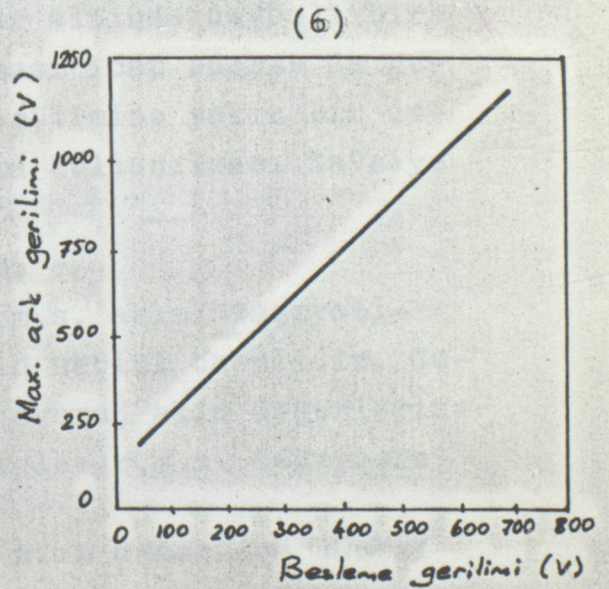
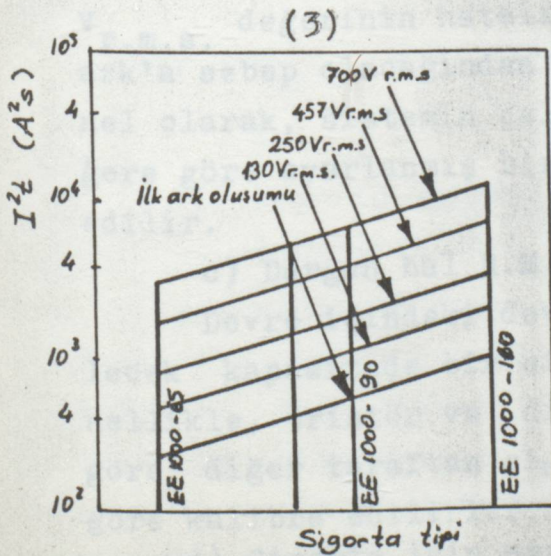
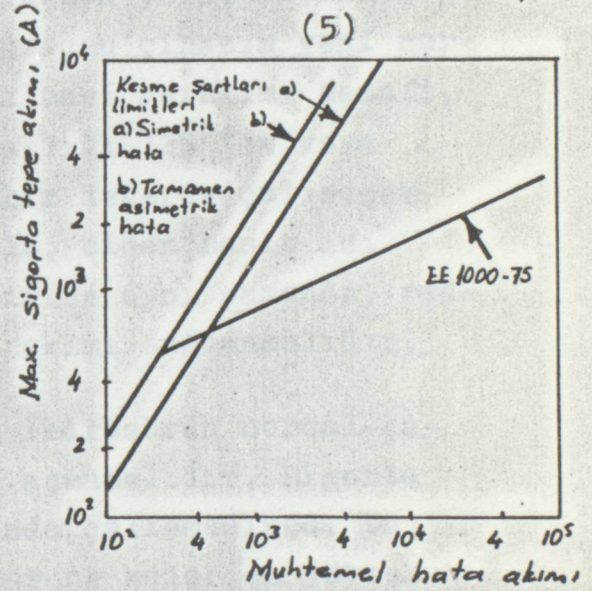
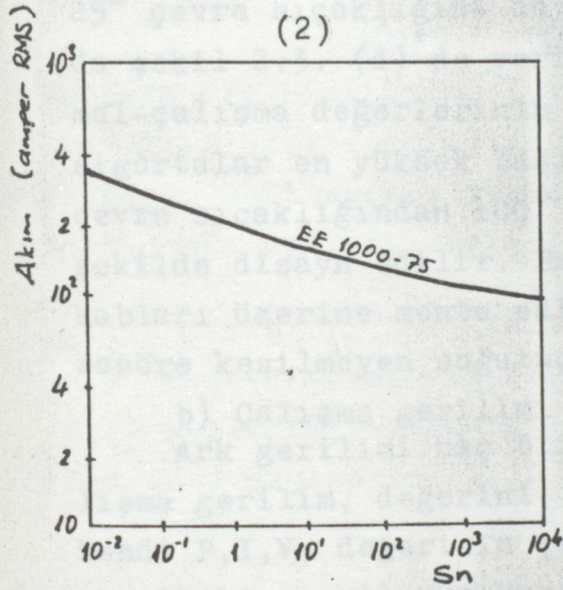
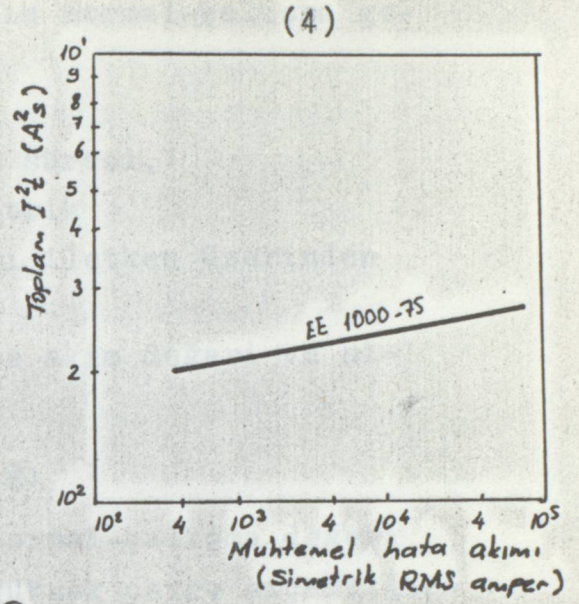
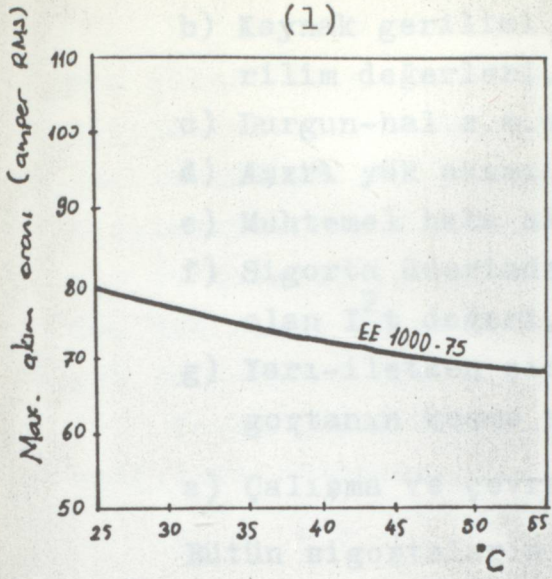
Şimdiye kadarki inceleme endüstriyel HRC Sigortaları üzerine yöneltildiği. Bu yarı iletken cihazların korunması için uygun değildir, zira tatbikatta aşağıdaki özel karakteristikler istenir.

- a) Küçük fiziksel hacim
- b) Hızlı çalışma
- c) Düşük enerji geçirmesi
- d) Düşük kesme akımı
- e) Düşürülmüş ark gerilimi

Daha sonra, yüksek hızlı HRC sigortaların, yarı iletken cihazlarla birlikte kullanılmaları geliştirilmiştir. Alüminyum-Seramik bir kaç içindedir ve seramik kap üzerinde monte edilmiş, 2 iç başlığa tutturulmuş bir gümüş parçaya sahiptir. Daha sonra, bu kap yüksek kalite kuvars kumlarıyla doldurulur. Kum doldurmanın iki gayesi vardır : Birincisi, genel çalışma esnasında ısı kaybını sağlaması. İkincisi, arkı söndürmesidir. Dış başlıklar daha sonra, yüksek basınç altında takılırlar. Kritik olan eleman gümüş parçasıdır. Bu parçanın kesit yüzeyi ark öncesi I^2t yi ve boyu ark ameliyesini tayin eder. Hızlı çalışması yüzeyi küçültmekle ve yüksek gerilim normal çalışma değeri ise boyu ve sayıyı arttırmakla sağlanır.

23.2 Yarı iletken redresörü korumak için sigorta seçiminde, bazı esas karakteristikler göz önüne alınır:

- a) Çalışma ve çevre sıcaklığı



Şekil 2.3d

- b) Kaynak gerilimi ve cihazın normal-çalışma gerilim değerleri,
 - c) Durgun-hal r.m.s. akımı,
 - d) Aşırı yük akımı değeri ve süresi,
 - e) Muhtemel hata akımı-simetrik
 - f) Sigorta üzerinden ve yarı iletken üzerinden olan I^2t değeri,
 - g) Yarı-iletken cihazın tepe akım değeri ve sigortanın kesme akımı
- a) Çalışma ve çevre sıcaklığı :

Bütün sigortaların r.m.s, normal-çalışma değeri 25° çevre sıcaklığına dayanır. Yüksek çevre sıcaklığında şekil 2.3. (d) de verilmiş eğriden cihazın yeni normal-çalışma değerlerinin çıkartılması gerekir. Mamafî, sigortalar en yüksek başlık sıcaklığı 125° 'de veya çevre sıcaklığından 100° fazla bir değerde çalışacak şekilde dizayn edilir. Bu sebeple, cihaz basit ısı kablaları üzerine monte edilmelidir ve aynı zamanda, redresöre kesilmeyen soğutuçu hava akımı sağlanmalıdır.

- b) Çalışma gerilimi :

Ark gerilimi hiç bir zaman redresörün normal-çalışma gerilim, değerini V_{RRM} 'i aşmamalıdır. Sigorta kendi P,I,V, değerinin çok altında çalışmadıkça, bu genellikle problem çıkartmaz. Her ne kadar en yüksek $V_{r.m.s.}$ değerinin hatalı şartlar altında devamlı bir ark'a sebep olacağından aşılması icap ederse de genel olarak, sistemin çalışma gerilimine yakın bir değere göre ayarlanmış bir sigorta kullanılması tavsiye edilir.

- c) Durgun hal R.M.S. akımı :

Devre içindeki devamlı r.m.s. akımı taşıyabilecek kapasitede bir sigortanın seçimi önemlidir. Genellikle, tristör ve diyotlar averaj akım değerlerine göre, diğer taraftan sigortalar ise r.m.s. değerlere göre kalibre edilirler.

- d) Sigorta için aşırı yük akım değeri ve süresi ve yarı iletken için tepe akımı :

Redresörlü aletlerde \ddagger önceden belirlenmiş zaman süresi için, aşırı yük şartlarının altında çalıştırılmaları her zaman gereklidir. Öyle bir sigorta seçilmelidirki bütün belirli yük şartları esnasında kırılmasın. R.M.S. akım zaman karakteristikleri sağlanır ve karakteristik bilgilerinin karşılaştırılmasında, $1/2$ sinüs dalga darbeleri için tepe değerleri ortak bir cetvel üzerine yeniden çıkarılmalıdır.

Yarım sinüs dalga darbe zinciri için tepe akımı aşağıdaki ifadeden çıkarılır.

$$I = Z \cdot I_{r.m.s.}$$

Bir sigortada önceden yüklenmemiş şartlar için, meselâ ilk başlık ucu sıcaklığı 25°C 'de, akım zaman karakteristiklerinin verilmesi normaldir. Bu sebeple, önceden yüklenmemiş yarı iletken aşırı yük karakteristiklerinin kullanılması mantıklıdır.

e) Muhtemel hata akımı simetrik seviyesi :

Sadece akımın simetrik hata seviyesinin belirlenmesi gereklidir. Zira sigorta karakteristikleri simetrik hata seviyeleri için verilir. Bu sebeple :

$$I_{sc} = \frac{I_{r.m.s.}}{Z} = 100$$

Burada I_{sc} \ddagger Muhtemel Simetrik akımı

Z : Devre empedans yüzdesi

f) Sigorta ve yarı-iletken I^2t normal çalışma değerleri :

Bir elektrik devresinde enerji I^2t ye eşittir. Fakat bir sigortada kesme esnasında direnç R belli değildir. Seri olarak bağlanan cihazlar için ortak faktörler akım ve zaman olmasından I^2t esaslı üzerine sigorta ve yarı-iletken arasında bir karşılaştırma yapmak uygundur. Bu sebeple, yarı-iletken için olan

I^2t nin, sigortanınkinden büyük olmasını sağlamak esas olur. Yarı-iletken için olan I^2t belli zaman aralıklarında sebit olmasına karşılık sigorta için I^2t şunlara bağlıdır.

a) Çalışma gerilimi

b) Hata akımı büyüklüğü-Simetrik ve bu parametreler şekil 2.3.(d)'deki eğrilerin kullanılmasında gözönüne alınmalıdır.

g) Yarı iletken için tepe akımı ve Sigorta için kesme akımı :

Şekil 2.3.(a), cihazın sadece üçgen şekilli bir akım darbesine maruz bırakıldığını gösteriyor. Üçgen tepesi sigorta kesme akımı ve tabanı ise 8-9 milisaniye olan toplam sigorta çalışma süresidir. Sigorta toplam işleme süresi 1-5 ile 2 milisaniye daha kısa olduğu zaman, cihazın tepe $1/2$ devir darbe değeri $1/2$ devir sinüs dalga akımına bağlıdır. Genel bir kural olarak, daha cihazın normal-çalışma değeri, sigorta kesme akımına karşı kontrol edildiği zaman 1.4 ile çarpılır.

2.3.3. Redresör aletlerinde sigortanın kullanılması:

Esas olarak, redresör aletlerinde iki hata tipi görülür.

a) Tek bir redresör bozukluğu

b) Çıkışta bir hata

Üç fazlı bir köprü farz edelim. Sigortalar için üç muhtemel pozisyon mevcuttur. (Şekil 2.3.(a))

D.C. hattı üzerinde, pozisyon 1.de, kesme ameliyesinin olmasını sağlamak için sigortanın normal-çalışma gerilim değerinin çok fazla düşürülmesi icap eder.

A.C, devresi üzerinde, pozisyon 2'de, genel olarak redresörün en yüksek normal-çalışma akım değerini sınırlamak gerekir ve bir muhakeme istenirse, pozisyon 2 düşük akım aletlerinde pratiktir.

Genellikle, sigortayı cihazla seri olarak bağlamak tercih edilir. Bu hal cihazdan en yüksek derecede fay-

dalanılmasını sağlar.

2.3.4. Gerilim geçici rejimlerine karşı koruma :

Bazı geçici rejim gerilim kaynakları şunlardır :

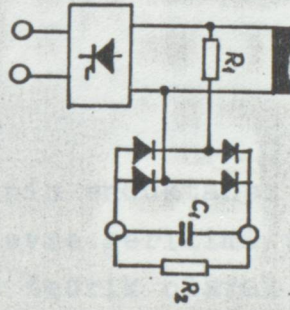
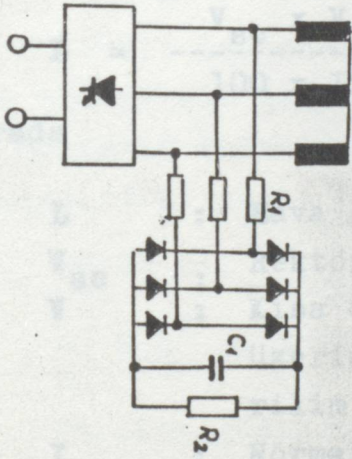
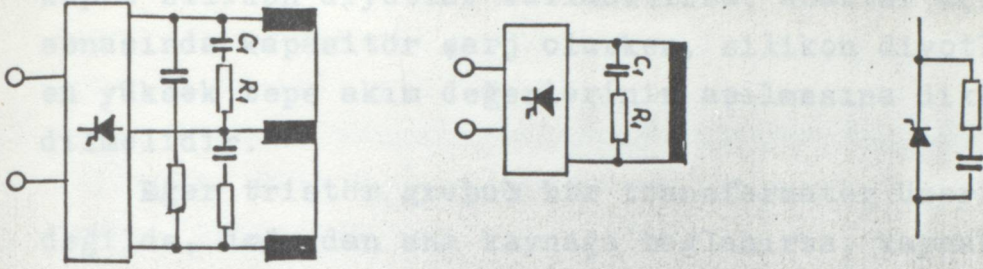
- i) Atmosferik tesirler ve dış yük anahtarlama-sın-dan dolayı olan kaynak gerilmi geçici rejimleri,
- ii) Redresör transformatörünün anahtarlama-sı,
- iii) Endüktif yüklerin anahtarlama-sı,
- iv) Faz kontrol devreleri

Bu tür gerilim geçici rejimlerinden dolayı birkaç mikro-saniyelik süre içinde yarı-iletken cihaz yanabi-leceğinden uygun bir koruma şeklinin seçimine büyük bir dikkate ihtiyaç gerekir. Kapasitör veya direnç/ kapasitör takımlarını ihtiva eden koruma devreleri darbe sönüm devreleri olarak uygundur. Şekil 2.3.(e)' de bu tür devrelerden bir grup gösterilmektedir.

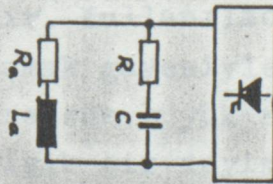
Birinci devre tek bir tristör tenkilini gösteri-yor. Bu seri RC şebekesi, geri düzeltme devrinin se-bep olduğu aşırı gerilimlere karşı korumayı sağlamak için cihaza paralel olarak bağlanır. Parçaların normal-çalışma değerleri ileri ve geri kapalı durum gerilimi için ayarlanır. Tipik değerler 100 ^{low} ve 0,1 μ F'dir.

Cihazın yükünün aniden değişmesi veya transfor-matörü devreden çıkarmakla oluşabilecek aşırı gerilim-lere karşı cihazı korumak için transformatör tenkili kullanılır. Şekil 2.3.(e)'de ikinci ve üçüncü diyagram-larda gösterildiği gibi transformatöre paralel RC şe-bekeleri bağlanmalıdır. Bu tenkil devresi aynı zaman-da ana kaynak geçici rejimlerine karşı da cihazı ko-rumuş olur.

Şekil 2.3.(e)'de 4. ve 5. diyagramlarda gösteril-diği gibi yardımcı bir köprü redresör tenkili kullanıl-ması yüksek güç sistemlerinde daha çok ekonomik olmak-tadır. Bu hal, D.C, tarafa bağlanmış RC parçaları ile elektrolitik kapasitörlerin kullanılmasını mümkün kı-lar. Söndürücü dirençler A.C. tarafından bırakılır ve hatayı doğuran yardımcı köprünün sigırtası kadar iyi çalışır. Yardımcı köprünün D.C. tarafındaki kapasöter-



Şekil 2.3e Geçici gerilimlere karşı koruma.



lere paralel olarak bir sarj direnci de bağlanmalıdır ve kapasitörü kaynağın yarım devir dalga süresinde 10 % kadar deşarj edecek şekilde dizayn edilmelidir. Eğer köprü silikon diyotlar kullanılırsa, anahtar açılma esnasında kapasitör şarj olurken, silikon diyotların en yüksek tepe akım değerlerinin aşılmasına dikkat edilmelidir.

Eğer tristör grubu bir transformator üzerinden değilse, doğrudan ana kaynağa bağlanırsa, kaynak kablolarının içine havagebekli reaktörlerin yerleştirilmesi gerekebilir. Bu şekilde, tristör gurubu üzerindeki kısa devre geriliminin V_{sc} , gerekli % 4-6 miktarında olacağından emin olunur. Endüktans aşağıdaki şekilde hesap edilir.

$$L = \frac{V_{sc} \times V}{100 \times I \times 2\pi f}$$

burada

- L : Hava göbekli bobinin endüktansı (H)
 V_{sc} : Rektörünün kısa devre gerilimi (%)
 V : Kısa devre anında teorik olarak bobin üzerinde görünebilecek alternatif gerilim RMS değeri
 I : Normal-çalışma yükünde, normal işleme esnasındaki bobin üzerinden akan (RMS akım (A))
 f) : Kaynak frekansı (H_z)

Genel olarak transformator tenkilinde olduğu gibi, aynı RC tenkil parçaları kullanılır. Kullanılacak sigortada gerekli V_{sc} değerini sağlamak gayesiyle reaktörlerin bütün durumlarda kafi derecede büyük seçildiği kontrol edilmelidir veya değişik bir deyimle, reaktörlere uygun sigorta seçilmelidir.

Tek bir cihaz tenkili, faz kontrollu tristörlerle beslenen veya devreye sokulan ve çıkartılan dirençsel/endüktif yüklü devrelerde oluşan geçici rejim gerilim-

lerine karşı, kesin koruma sağlamaz. Birçok hallerde, şekil 2.3.(e)'de altıncı dijagramda gösterilen yük tenkilinin sağlanması lüzumlu olur. Bu, aynı zamanda, grup üzerinde kapasitif bir yük vazifesi görür ve cihazın çok düşük yük seviyelerinde açılabilmesini sağlar. En tesirli yük tenkili, yük devresindeki endüktansı tamamen dengeleyen bir kapasitör vasıtasıyla sağlanır. Eğer $R_a = R$ ise kapasitörün büyüklüğü aşağıdaki eşitlikte verilir:

$$C = \frac{L_a}{R_a}$$

burada L_a : Yük endüktansı (H)

R_a : Yük direnci (Ω)

Şimdi, transformator tenkil devrelerinin daha geniş olarak ele alınması uygundur. Bu devrelerin dizaynı manyetik enerjinin RC şebekesi içindeki kapasitöre nakledildiği şarta bağlıdır.

Şöyle ki,

$$\frac{1}{2} L_o I^2 = \frac{1}{2} C V^2$$

Tercübe göstermiştir ki, bu miktar enerjinin sadece yarısı göz önüne alınmalıdır, diğer yarısı, devre kayıplarında harcanır.

Tek faz devreler için,

$$C_1 = \frac{P_T I_o 10^7}{2\pi f [V^2 \text{ lim} - V_{op}^2 (\text{max})]}$$

ve 3 faz devreler için,

$$C_1 = \frac{P_T I_o 10^7}{6\pi f [V^2 \text{ lim} - V_{op}^2 (\text{max})]}$$

P_T : Transformator güç normal-çalışma değeri (KVA)

I_0 : İtibari akım normal-çalışma değeri yüzdesi olarak transformatör mağnetize akımı

f : Kaynak frekansı

V_{lim} : V_{RRL} , V_{DRL}

$V_{op(max)}$ Tristör üzerindeki tepe çalışma gerilimi

Transformatör göbeğinde depo edilen enerji farazi endüktans ve kapasitans C arasında devre direnci üzerinde harcanıncaya kadar salınır. Akımın mümkün olan en kısa bir sürede yok olması için, karakteristik empedansının iki misli değerindeki bir direnç tarafından söndürülmesi gereklidir. Bu direnç aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$R_I = 2 \sqrt{\frac{L_s}{C}} \text{ tek faz için}$$

$$R_1 = 2 \sqrt{\frac{3L_s}{C}} \text{ üç faz için}$$

burada R_1 : Söndürme direnci (Ω)

L_s : Transformatörün farazi endüktansı (H)
(3 faz için her kol ayrı olarak hesaplanır)

C_1 : Tenkil kapasitansı

Farazi endüktans aşağıdaki eşitlikten bulunur :

$$L_s = \frac{(V_k \cdot V^2)}{2 f 100P_T} \text{---mH}$$

burada

V_k : Transformatör kısa devre gerilimi (%)

V : Alternatif gerilim r.m.s. değeri

P_T : Transformatörün güç normal-çalışma değeri (KVA)

(3 faz transformatörün her kolu için 1/2 güç)

Yardımcı köprü kullanılan devrelerde, D.C. taraftaki kapasitörler, fazdan faza olan haller için hesaplanmış olandan 1,5 misli daha yüksektir. A.C. taraftaki dirençler, faz tenkili için hesaplanmış olan dirençlerin 1/3 değerlerindedir.

D.C. taraftaki deşarj direnci aşağıda veriliyor :

$$R_2 = \frac{5 \times 10^3}{f \times C}$$

burada C tenkil kapasitansının büyüklüğüdür. Dirençlerin normal çalışma güç değerleri aşağıdaki gibidir.

$$P = 2(2\pi f VC)^2 R_1 \times 10^{-12}, \text{ tek faz için}$$

$$P = 3(2\pi f VC)^2 R_1 \times 10^{-12}, \text{ 3 faz için}$$

ve sekonder taraftaki deşarj direnci için

$$P = \frac{V_{go}^2 \times 10^3}{R_2}$$

burada V_{go} = yüksüz gerilim veya tenkil kapasitansı

Bütün tenkil şemkeleri, çıkış uç uzunlukları en az olacak şekilde tristör grubuna bitişik olarak yerleştirilmelidir.

3. Tristörler içeren D.A. motor kontrol sisteminin bütününün incelenmesi.

Son yıllarda tristörün güç değiştiricilerinde özellikle D.A. motorlarının armatür ve alan kontrolunda kullanılması güç mühendisliğini elektronik mühendisliğiyle birleştirmiştir. Motor kontrol uzmanları bir yandan motor armatüründe yüzlerce Kw lık yada yüzlerce KVA'lık gücü kontrol etmeye çalışırken öte yandan motor kontrolü kapalı devresinde hata işareti yükselticisi olarak kullanılan entegre yükselticilerin uygulamalarında miliwat seviyesindeki güçleri kontrol etmek alışkanlığına sahip olmak zorundadırlar.

Yüksek güçlü, 100 KVA ve daha büyük, makinalar için ana kaynaktan yüksek güç altında akım çeken konvertörleri kullanmak gerekir. Uygulamaya bağlı olarak 10 KVA' kadar güçlü sürücülerde genellikle tek fazlı güç sistemi kullanılır. Daha büyük sürücülerde 3 fazlı güç kaynağı kullanmak gerekir. 500 KVA'den yüksek güçlerde, çıkış fazları kaydırılmış trafolar kullanılarak çok fazla sistemler kurulur. Çeşitli konvertör devreleri aşağıda incelenmektedir.

Motor armatürü, durgunken, konvertöre düşük bir empedans yüklediği için aşırı akım koruması şarttır. Normallikle akım sınırlayıcı devre motorun çalışmaya başlamaya başlama anında aşırı akım çekmesi önler. Bu devre ani kısa devre ve atlama durumlarında koruyucu olamaz. Tristörün aşırı yük kapasitesinin, ısı ataletinin küçüklüğü nedeniyle, oldukça düşük olduğu gözönüne alınırsa, bu tür elemanları korumanın en kolay yolunu, elemanda alınırsa, bir I^2t değerine sahip özel olarak yapılmış yüksek hıza sahip sigortalar kullanmak olduğu söylenebilir.

Ana kaynak frekansının bir yanı dönüşünde daha kısa bir zamanda oluşan aşırı yüklerde, tristör sahip ısı kapasiteli ve kayda değmez bir güç kaybı olan bir direnç özelliği gösterir. Tristörün I^2t olarak tanımlanmış bir akım taşıma yeteneği vardır. Burada I^2t "t" süreli bir r.m.s. değerini belirtmektedir. Sigortayı tristöre uydu-

durabilmek ve hatta akımı seviyesini sınırlayacak hat reaktansını hesaplayabilmek için, hata akımı genliğini, tristörün I^2t değerini, sigortanın I^2t değeriyle birlikte akım kesme zamanını ve bütün sistemdeki hata seviyelerini bilmek gerekir. Tristörü aşırı akım ve aşırı gerilime karşı korumak tekniği tüm incelikleriyle ortaya konmuş bulunmaktadır. Bu nedenle konu üstündeki inceleme daha fazla genişletilmeyecektir.

Özel bir uygulama için uygun bir konvertör düzenci kurulduktan sonra, tüm tristörlere uygun faz açılarında darbe verebilecek bir darbe kaynağına gereksinim vardır. D.A. sürücülerinde (ateşleme açısı)'nın, tek fazlı ve 3 fazlı yarı kontrollü konvertörleri için bu değer 120° dir. Zamanlama sistemleri ve ateşleme düzeni çeşitli redresör devreleri başlığı altındaki bölümde tümüyle incelenecektir. Bu bölüm ise temel olarak ateşleme darbelerini üreten devreleri içine alacaktır.

Son olarak prensip şemalarını kullanarak bazı tipik sistemler bütünüyle incelenecek ve ayrıca kağıt makinasının grupsal tahriki açıklanacaktır.

3.1. Çeşitli Redresör Devreleri.

D.A. motor kontrolü konvertörlerine geçmeden önce şekil 3.1.(a) ve (b)'deki redresör devrelerini uygulama datalarını incelemekte yarar vardır. Bu dökümanlar, özel bir uygulamada redresör devre tipinin, kullanılacak redresör elemanlarının ve sigortaların seçiminde çok kullanışlıdır. Şemada sigortalar gösterilmemiştir.

D.A. motor kontrolü uygulanmasında, maliyeti düşürmek amacıyla tristörler ve diyotlar beraberce kullanılırlar. Bu tip devrelere "hiyrid düzenlemeleri" denir ve kullanılabilir yerlerde düşük maliyetle birlikte sıfırından maksimuma gerilim kontrolü sağlarlar. Daha gerekçi deyişle, uygun bir devre tipinin seçilmesinde çeşitli etkenler konusudur. Bu faktörlerin en önemlileri şunlardır.

(i) İstenen güç ve enerji kaynağı sistemi üstünde meydana gelecek etkiler.

(ii) Verimlilik akım güç faktörü ve kamitasyona gö-

re motorun performansı,

(iii) Art-jenerasyona gerek olup olmadığı. Şöyle kişi bir, iki, üç yada dört eksen sahasında çalışma ihtiyacı istenip istenmediği.

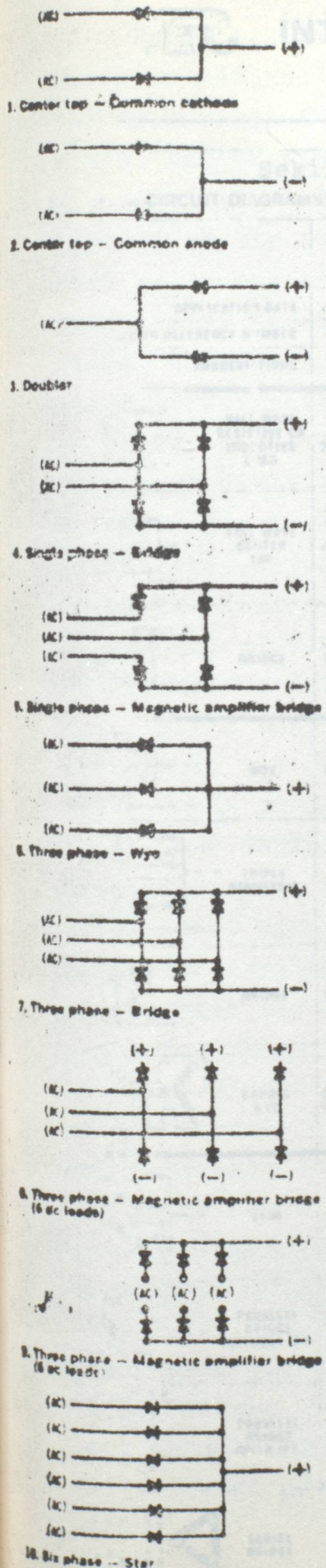
Şema 13'de görülen devrede bir kontrollu redresör tek fazlı köprüye seri olarak yerleştirilmiştir. Bu tip devre, tristörlerin bugünkünden daha pahalı olduğu günlerde, küçük güçlü (100VA - 1500VA) sürücülerde çok geniş olarak kullanılırdı. Seri kontrollu köprü devresinin en olumsuz yönü, tristörün bir sonraki yarı dönünde gerilim yükselmeden önce durabilmesi için gerekli olan sürenin yetersiz olabilmesidir. Endüktif akımı dolayarak tristörün durabilmesini sağlamak amacıyla düzenleyici veya boşa - döndürme diyodu gereklidir. 230 voltta çalışan tipik bir köprüde, gerilim iletkenliği sağlayacak değere ulaşmadan önce tristörün durabilmesi için gerekli süre ancak 17 sn (mikro saniyedir.)

Şekil 3.1.(a), 12 de, hat geriliminde çalışan ve 10KVA'e kadar güçlü sürücülerde kullanılan bir köprü devresi görülmektedir. Tek fazlı hibrid köprü olup, bir kolunda tristörler, öteki kolunda ise diyotlar bulunmaktadır. Karşılık olarak 11. devrede olduğu gibi tristörlerin katodların birleştirilip, iki köprü kolunun alt kısımlarında diyotlar konularak yeni bir hibrid köprü oluşturulabilir. Fakat bu yeni devrede başa döndürme diodunun kullanılması zorunludur. Yük akımı dalga şekli a-tesleme açısı α göre değiştiğinden akım r.m.s. ve averaj değerleri arasındaki ilişkide değişkendir.

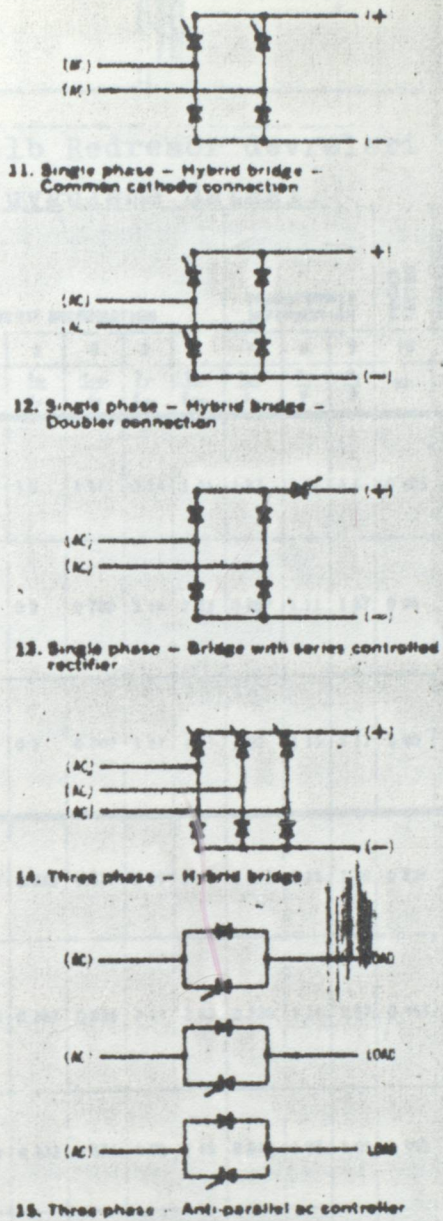
$$\text{Form Faktörü} = \text{r.m.s.} / \text{averaj.}$$

Bir D.A. motorunun çıkış dönme momenti akımın averaj değerine bağlı iken, sistemdeki ısı kayıpları ; motorda bakır ve kurşun kayıpları I^2R 'ye ve tristördeki kayıplar, kurşun kayıpları gözönüne alınmazsa, IR 'ye oranlı olup burada I akımın r.m.s. değerini göstermektedir. Bu kayıplar düşük iletim açısında en yüksektirler. Bu nedenle, yüksek form faktörünün durumları yeterince ele alınarak, uygun değerlere dikkat edilmelidir.

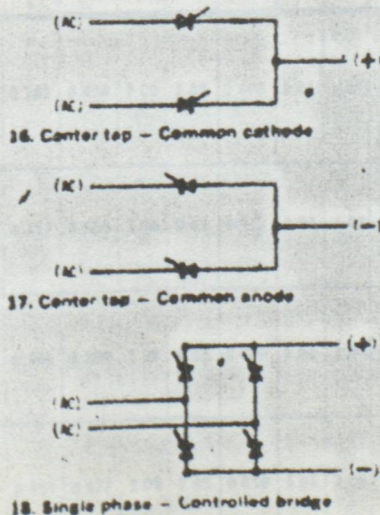
RECTIFIER CIRCUITS (ALL DIODES)



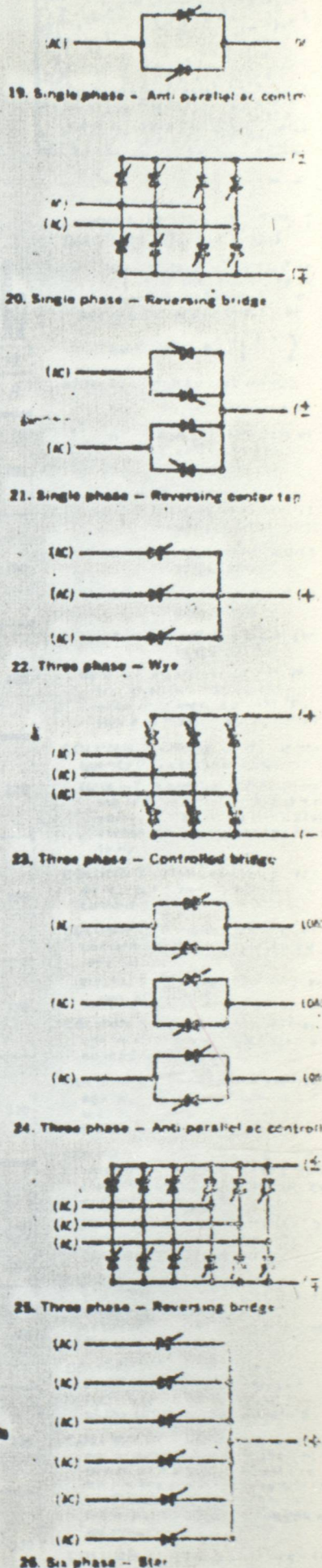
HYBRID RECTIFIER CIRCUITS (DIODES plus CONTROLLED RECTIFIERS)



CONTROLLED RECTIFIER CIRCUITS (ALL CONTROLLED RECTIFIERS)



NOTE Any of these circuits can incorporate "free wheeling" diodes when required.





INTERNATIONAL RECTIFIER

Şekil 3.1b Redresör devreleri ve uygulama datası.

CIRCUIT DIAGRAMS

DIAGRAMS, RECTIFIERS

where E_L = ...
 C_L = ...
 n = ...
 W = ...
 X = ...
 Z = ...

where E_L = ...
 C_L = ...
 n = ...
 W = ...
 X = ...
 Z = ...

where E_L = ...
 C_L = ...
 n = ...
 W = ...
 X = ...
 Z = ...

where E_L = ...
 C_L = ...
 n = ...
 W = ...
 X = ...
 Z = ...

where E_L = ...
 C_L = ...
 n = ...
 W = ...
 X = ...
 Z = ...

where E_L = ...
 C_L = ...
 n = ...
 W = ...
 X = ...
 Z = ...

where E_L = ...
 C_L = ...
 n = ...
 W = ...
 X = ...
 Z = ...

where E_L = ...
 C_L = ...
 n = ...
 W = ...
 X = ...
 Z = ...

where E_L = ...
 C_L = ...
 n = ...
 W = ...
 X = ...
 Z = ...

where E_L = ...
 C_L = ...
 n = ...
 W = ...
 X = ...
 Z = ...

where E_L = ...
 C_L = ...
 n = ...
 W = ...
 X = ...
 Z = ...

where E_L = ...
 C_L = ...
 n = ...
 W = ...
 X = ...
 Z = ...

where E_L = ...
 C_L = ...
 n = ...
 W = ...
 X = ...
 Z = ...

where E_L = ...
 C_L = ...
 n = ...
 W = ...
 X = ...
 Z = ...

where E_L = ...
 C_L = ...
 n = ...
 W = ...
 X = ...
 Z = ...

where E_L = ...
 C_L = ...
 n = ...
 W = ...
 X = ...
 Z = ...

APPLICATION'S DATA		CIRCUIT INFORMATION						TRANSFORMER INFORMATION			POWER FACTOR	IMPEDANCE FACTOR	CONDUCTION PERIOD
DESIGN REFERENCE NUMBER		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ABBREVIATIONS		$\frac{I_{L1}}{I_m}$	$\frac{I_{L2}}{I_m}$	$\frac{I_{L3}}{I_m}$	$\frac{I_{L4}}{I_m}$	$\frac{I_{L5}}{I_m}$	$\frac{I_{L6}}{I_m}$	$\frac{I_{L7}}{I_m}$	$\frac{P_1}{P}$	$\frac{P_2}{P}$	PF	Z	B
	HALF WAVE RESISTIVE OR INDUCTIVE LOAD	2.22	1.10	1.57	3.14	1.41	1.57	2.47	3.5	0.405	200	180	
	FULL WAVE CENTER TAP	2.22	2.05	0.707	3.14	2.83	0.707	1.11	1.57	0.90	200	180	
	BRIDGE	1.11	2.05	0.707	1.57	1.41	1.00	1.11	1.11	0.90	200	180	
	WYE	1.48	3.033	0.577	2.09	2.45	0.577	1.21	1.48	0.876	191	120	
	TRIPLE DIODE BRIDGE	2.22	6.0367	0.236	3.14	2.83	0.236	1.11	1.57	0.955	200	180	
	BRIDGE	0.74	6.0333	0.577	1.05	2.45	0.816	1.05	1.05	0.955	200	170	
	DOUBLE WYE	1.48	6.0167	0.289	2.09	2.45	0.289	1.05	1.48	0.955	141	120	
	STAR	1.48	6.0167	0.408	2.09	2.83	0.408	1.28	1.81	0.955	58	60	
	PARALLEL BRIDGE (WITHOUT IPT)	0.715	12.0167	0.408	1.05	2.83	0.677	1.01	1.43	0.985	200	60	
	PARALLEL BRIDGE (WITH IPT)	0.74	12.0167	0.289	1.05	2.83	0.408	1.81	1.05	0.985	200	120	
	SERIES BRIDGE	0.37	12.0333	0.577	1.05	2.45	0.816	1.01	1.05	0.985	200	120	

Gerek tek fazlı ve gerekse 3 fazlı hiybrid konvertör devrelerinde kullanılan boşa-döndürme diyodu, düşük iletim açılarında form faktörünü geliştirerek belirtti bir r.m.s. hat akımında çıkış momentini arttırır.

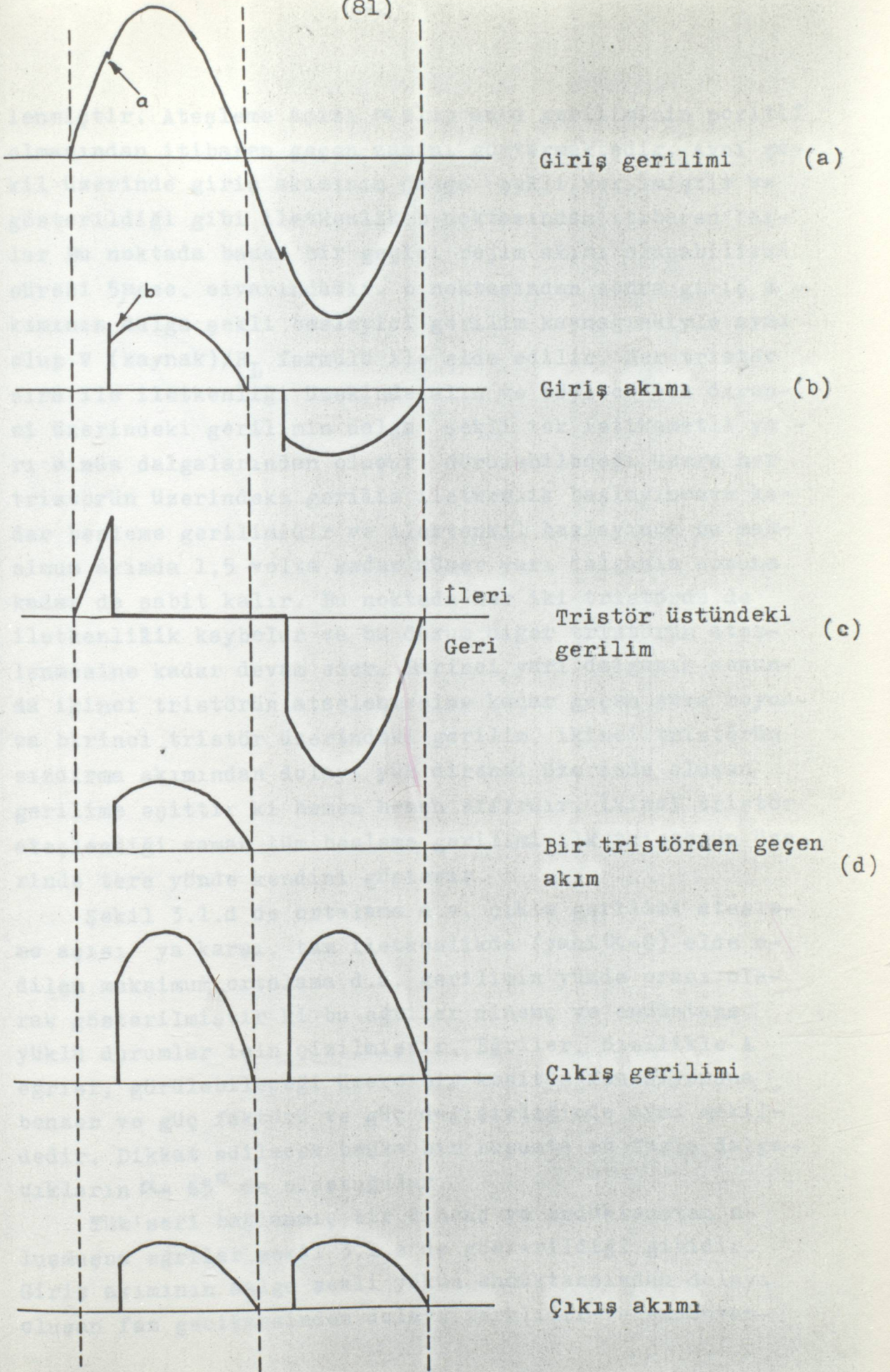
40 KVA'e kadar olan sürücüler için üç tristörlü, üç diyodlu ve bir boşa döndürme diyodlu 3 faz tam dalga köprüsü kullanmak en ekonomik çözüm yoludur. Bu konvertör düzenlemesi (şekil 3.1.a devre 14) standart D.A. motorlarında, hatta alanı zayıflatılmışlarında kesin bir komitasyon performansı verir. Şekil 3.1.(b)'e bakılacak olursa düşük hızlarda ripple frekansının yalnızca 150 Hz olduğu görülebilir. Bu yüzden daha büyük sürücülere uygulandığında tedbir almak gerekir. Örneğin daha büyük sürücülerde, motor armatüründe gereğinden çok ısınmayı önlemek amacıyla tam kontrollü 3 faz köprüsü kullanılması oldukça olumludur (Şekil 3.1.a devre 23). Bu köprü ikinci eksen-sahasında çalıştırılmayı sağlar. (Şekil 1.3.b'e bak). Ayrıca enerji kaynağı geri beslenebilir. Böyle bir durum için gerekli koşullar şunlardır; Armatür akımı armatür endüktansınca sağlanmalı veya uyarma akımı yönü değiştirilmeli (1), yada armatür polaritesi, akımın köprüden geçerek şebekeye beslenmesi için değiştirilmelidir. Bununla birlikte uyarma akımı yönünün değiştirilmesi armatür kontaktörlerinin çalıştırılabilmesi için belirli bir süre gereklidir. Bundan dolayı yüksek cevap verme hızına sahip sistemlerde şekil 3.1.(a) devre 25'te görüldüğü gibi ters yönde paralel bağlanmış iki tane tam kontrollü 3 faz köprüsü kullanılır. Bu devre 4-eksen sahasında da çalışmayı sağlar. Yani, her iki yönde hem motor hemde generatör halinde çalışma.

Tek fazlı ve üç fazlı köprülerin çalışma prensipleri aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.

3.1.1.1. Tek Fazlı Köprü.

Temel bir tek fazlı köprü devresi şekil 3.1.a devre 11 de, direnç yüklü bir durumda elde edilen dalga şekilleri de şekil 3.1.e de gösterilmiştir. Giriş dalga şekli gösterildiği gibi sinüstür ve tristör a noktasında ateş

(81)

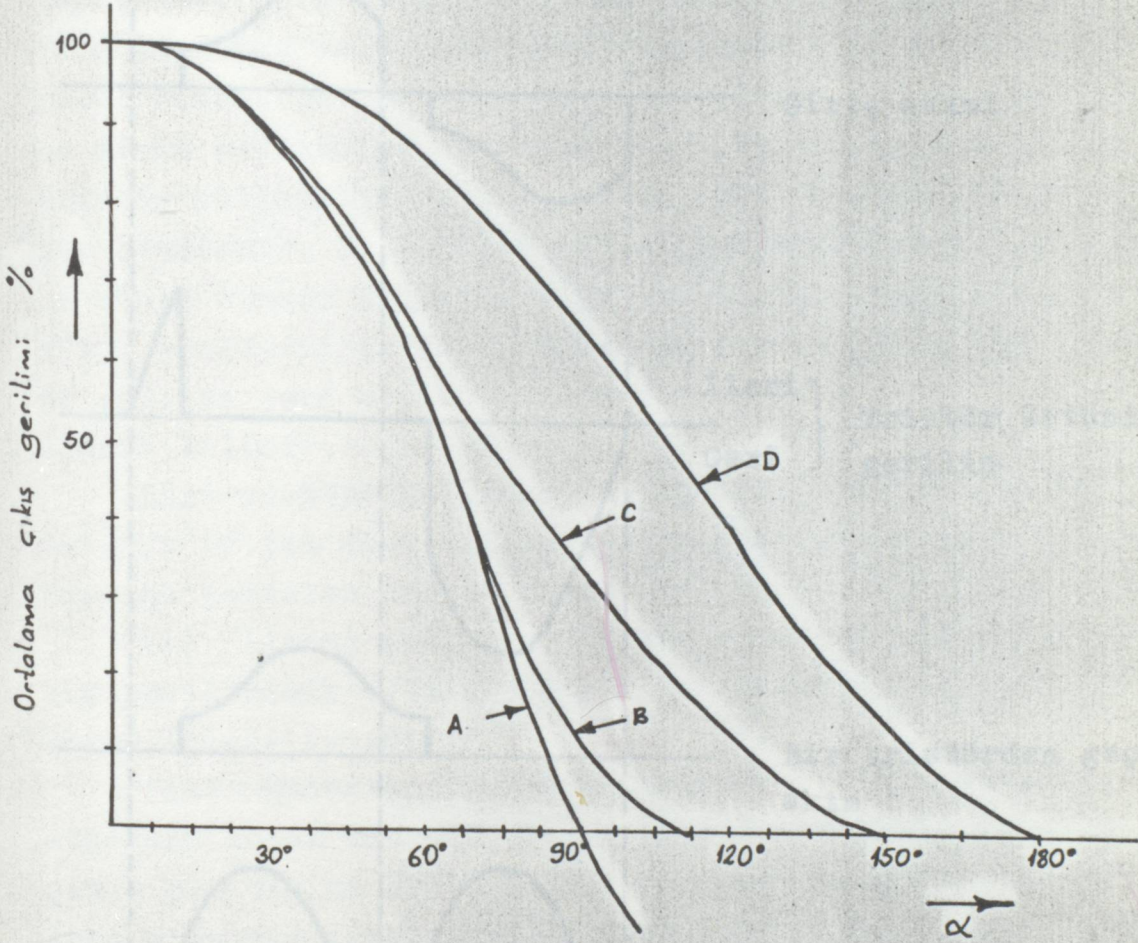


Şekil 3.1c Tek fazlı köprünün dalga şekilleri

lenmiştir. Ateşleme açısı α olup anod geriliminin pozitif olmasından itibaren geçen zamanı göstermektedir. Aynı şekil üzerinde giriş akımının dalga şekli verilmiştir ve gösterildiği gibi iletkenlik b noktasından itibaren başlar Bu noktada bazen bir geçici rejim akımı oluşabilirki süresi $5\mu\text{sec.}$ civarındadır. b noktasından sonra giriş akımının dalga şekli besleyici gerilim kaynağına göre aynı olup $V(\text{kaynak})/R_L$ formülü ile elde edilir. Her tristör sıra ile iletkenliği üzerinde alın ve böylece yük direnci üzerindeki gerilimin dalga şekli tek istikametli yarı sinüs dalgalarından oluşur. Görülebileceği üzere her tristörün üzerindeki gerilim iletkenlik başlayınca kadar besleme gerilimidir ve iletkenlik başlayınca bu maksimum akımda 1,5 volta kadar düşer yarı dalganın sonuna kadar da sabit kalır. Bu noktada her iki tristörde de iletkenlik kaybolur ve bu durum diğer tristörün ateşlenmesine kadar devam eder. Birinci yarı dalganın sonunda ikinci tristörün ateşlenmesine kadar geçen süre boyunca birinci tristör üzerindeki gerilim, ikinci tristörün sızdırma akımından dolayı yük direnci üzerinde oluşan gerilime eşittir ki hemen hemen sıfırdır. İkinci tristör ateşlendiği zaman tüm besleme gerilimi ilk tristörün üzerinde ters yönde kendini gösterir.

Şekil 3.1.d de ortalama d.a. çıkış gerilimi ateşleme açısı α ya karşı, tam iletkenlikte (yani $\alpha=0$) elde edilen maksimum (ortalama d.a. gerilimin yüzde oranı olarak gösterilmiştir ki bu eğriler dinenç ve endüktans yüklü durumlar için çizilmiştir. Eğriler, özellikle A eğrisi, görülebileceği üzere bir kosinüs fonksiyonuna benzer ve güç faktörü ve güç değişikliğinde aynı şekildedir. Dikkat edilecek başka bir hususta en fazla dalga-cıkların $\alpha=65^\circ$ de oluştuğudur.

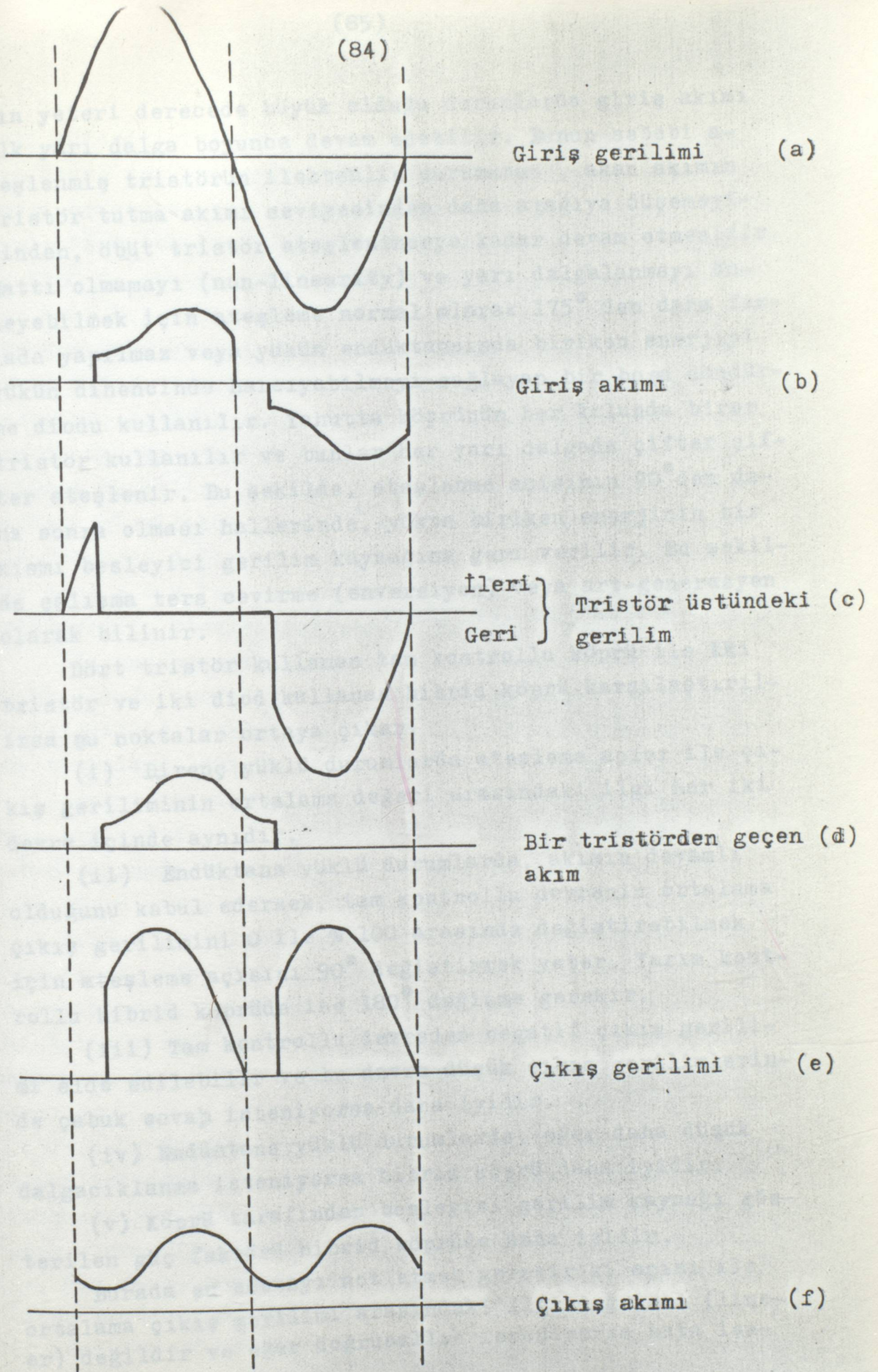
Yük seri bağlanmış bir dinenç ve endüktanstan oluşmuşsa eğriler şekil 3.1.e de gösterildiği gibidir. Giriş akımının dalga şekli yükün endüktansından dolayı oluşan faz gecikmesinden dolayı farklıdır ve endüktan-



Şekil 3.1d Ortalama çıkış gerilimi, ateşleme açısı.

- A- Endüktans yüklü tam kontrollü redresör devreleri,
- B- Tam kontrollü 3 fazlı köprü, direnç yüklü,
- C- Tam kontrollü 3 fazlı, yarım dalga düzeni, direnç yüklü,
- D- Tam kontrollü tek faz yada yarı kontrollü 3 fazlı köprü, direnç yüklü.

(84)



Şekil 3.1e Tek fazlı köprü dalga şekilleri
(seri direnç-endüktans yüklü) $\alpha = 45^\circ$

sın yeteri derecede büyük olduğu durumlarda giriş akımı ilk yarı dalga boyunca devam edebilir. Bunun sebebi ateşlenmiş tristörün ilektenlik durumunun , akan akımın tristör tutma akımı seviyesinden daha aşağıya düşemeyişinden, öbüt tristör ateşleninceye kadar devam etmesidir. Hattı olmamayı (non-linearity) ve yarı dalgalanmayı önleyebilmek için ateşleme normal olarak 175° den daha fazlada yapılmaz veya yükün endüktansında biriken enerjiyi yükün dinencinde harcıyabilmeyi sağlayan bir boşa döndürme diodu kullanılır. Yahutta köprünün her kolunda birer tristör kullanılır ve bunlar her yarı dalgada çiftter çiftter ateşlenir. Bu şekilde, ateşlenme açısının 90° den daha sonra olması hallerinde, yükte biriken enerjinin bir kısmı besleyici gerilim kaynağına geri verilir. Bu şekilde çalışma ters çevirme (enversiyon) veya art-generasyon olarak bilinir.

Dört tristör kullanan tam kontrollü köprü ile iki tristör ve iki diod kullanan hibrid köprü karşılaştırılırsa şu noktalar ortaya çıkar.

(i) Direnç yüklü durumlarda ateşleme açısı ile çıkış geriliminin ortalama değeri arasındaki ilgi her iki devre içinde aynıdır.

(ii) Endüktans yüklü durumlarda, akımın devamlı olduğunu kabul edersek, tam kontrollü devrenin ortalama çıkış gerilimini 0 ile % 100 arasında değiştirebilmek için ateşleme açısını 90° değiştirmek yeter. Yarım kontrollü hibrid köprüde ise 180° değişme gerekir.

(iii) Tam kontrollü devreden negatif çıkış gerilimi elde edilebilir ve bu devre düşük çıkış gerilimlerinde çabuk cevap isteniyorsa daha iyidir.

(iv) Endüktans yüklü durumlarda, eğer daha düşük dalgacıklanma isteniyorsa hibrid köprü daha iyidir.

(v) Köprü tarafından besleyici gerilim kaynağı gösterilen güç faktörü hibrid köprüde daha iyidir.

Burada şu noktayı not etmek gerekir ki açısı ile ortalama çıkış gerilimi arasındaki ilgi doğrusal (linear) değildir ve eğer doğrusallık isteniyorsa hata işa-

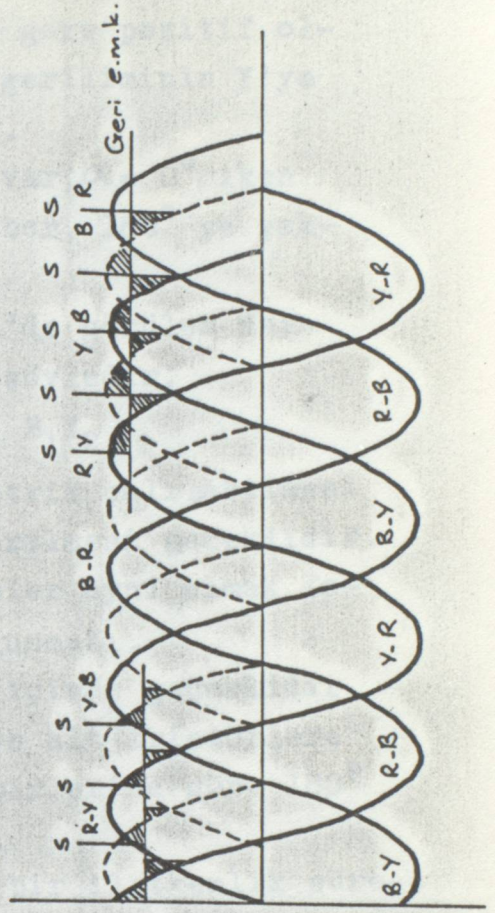
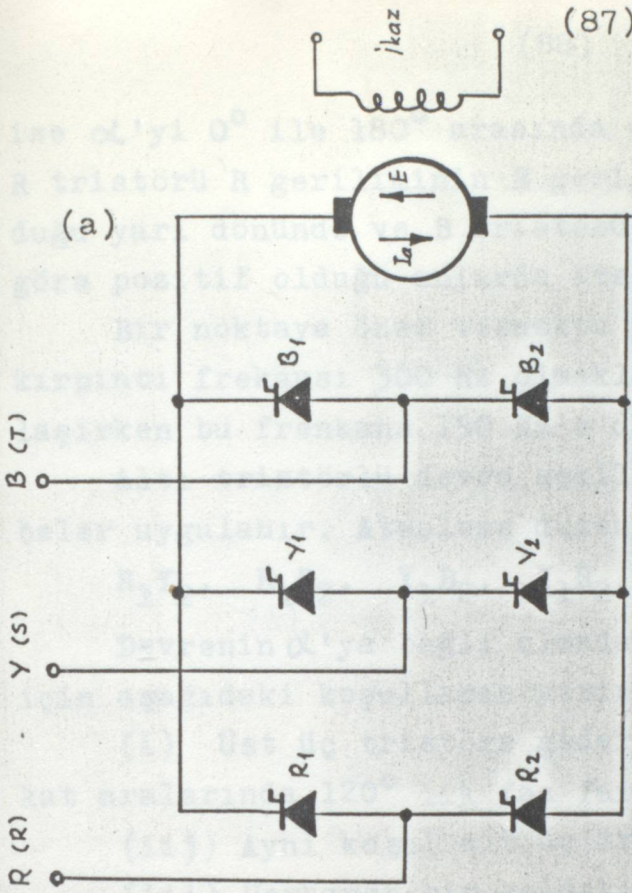
reti yükselticisinin girişi ile ateşleme darbesini üreten devre arasına dengeleyici bir devre koymak gerekir. Eğer, devredeki endüktansın değerine bağlı olarak, devamlı akım tek fazlı köprüde 180° de ve üç fazlı köprüde 120° de akmazsa ek doğrusallıklar doğabilir.

Bir D.A. motorunun armatürünü besleyen tek fazlı bir köprünün çalışma prensibini şimdi inceleyebiliriz. Şekil 3.1.f. devreyi ve ilgili dalga şekillerini göstermektedir. Armatür endüktansı çok küçükse akım ancak besleyici kaynak geriliminin geri e.m.k.'nden fazla olduğu onlarda akabilir. Düzgün çalışmayı ve α açısını tüm değerleri alabilmesi için 90° genişliğinde darbeler gerekir. Böylece sıfır derecede ($\alpha = 0$) ve a.a. tepe değerinin geri e.m.k.'ne neredeyse eşit olduğu durumlarda bile tristörlerin ateşlenmesi sağlanır.

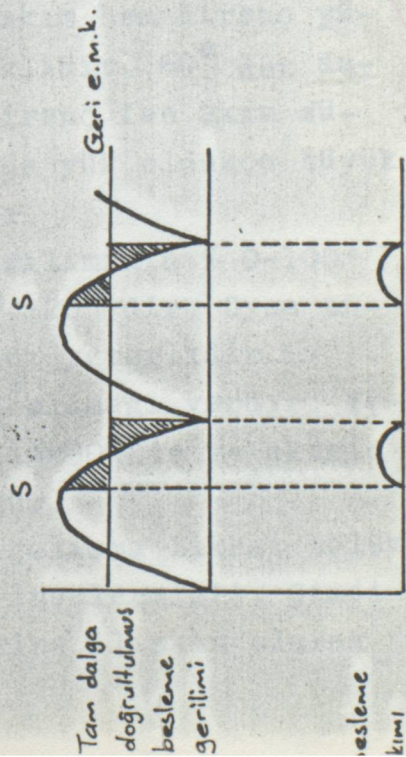
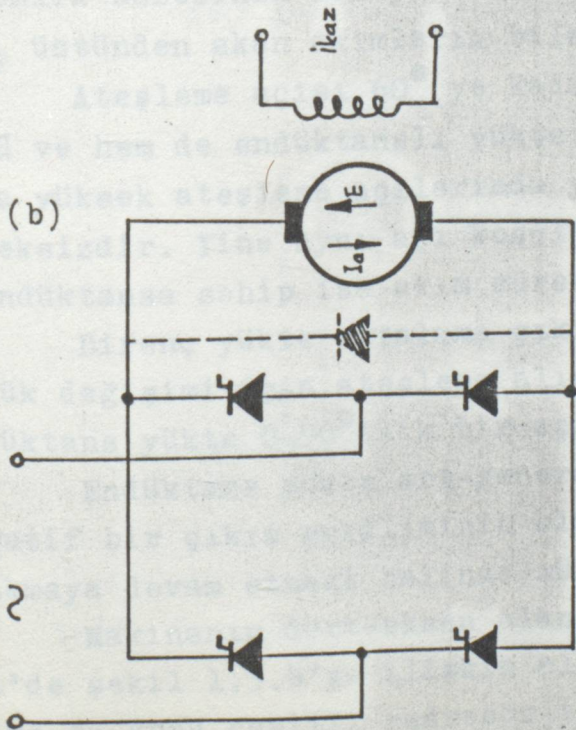
Yük endüktansının sürekli akımı sağlayacak denli büyük olduğu durumlarda tristörler 180° nin tümü üzerinde istenildiği yerde ateşlenebilir. Bu nedenle, eğer büyük birçalışmada düzgün ve kontrollü bir biçimde hız değiştirilmesinin gerektiği durumlarda yüke seri bir endüktans bağlandığı olur. Böylece açısının 90° den büyük olduğu durumda endüktans e.m.k.'i geri e.m.k. ve ortalama köprü çıkış gerilimine karşı akımın akmasını sağlar,

Hibrid köprülerin motor kontrollerinde kullanıldığı durumlarda, eğer iki tristör aynı kol üzerinde seri bağlanmamışlarsa, daima bir boşa döndürme diyodu kullanılır. İki tristör seri durumda olduğu zaman iki diyoda seri bağlanmış durumdadır. Ve boşa döndürme diyodu görevi görürler.

3.1.2. Üç fazlı yarı kontrollü köprü yukarda incelenmiş tristörlerden her biri kaynak geriliminin bir tam dönüşünde bir kez ateşlemekte ve bu ateşleme işlemi ardışık olarak (R.Y ve B) 120° lik aralıklarla yapılmaktadır. Tek fazlı durumda olduğu gibi, endüktans yükü beslerken komütasyonun doğruluğunu güvence altına almak için bir döndürme diyodu yerleştirilir. Çıkışın tam kontrolü



Şekil 3.1f Motor besleyen 3 faz 6 darbeli (a) tek fazlı (b) redresörler.



besleme kımı

ise α 'yi 0° ile 180° arasında değiştirmekle başarılıdır. R tristörü R geriliminin B gerilimine göre pozitif olduğu yarı dönünde ve B tristörü de B geriliminin Y'ye göre pozitif olduğu anlarda ateşlenir.

Bir noktaya önem vermekte yarar var; $\alpha = 0^\circ$ iken kırpıntı frekansı 300 Hz olmakla beraber, 180° ye yaklaşırken bu frenkans 150 Hz'e düşer.

Altı tristörlü devre şekil 3.1.h'de görülen darbeler uygulanır. Ateşleme düzeni ise şöyledir;

$$R_1Y_2, R_1R_2, Y_1B_2, Y_1R_2, B_1R_2, B_1Y_2$$

Devrenin α 'ya bağlı olmadan simetrik çalışabilmesi için aşağıdaki koşulların yerine getirilmesi gereklidir.

(i) Üst üç tristöre gider darbeler aynı olmak fakat aralarında 120° lik faz farkı bulunmalı.

(ii) Aynı koşul alt üç tristör içinde geçerlidir.

(iii) Herhangi bir koldaki üst ve alt tristörlere giden darbeler aynı olmalı fakat birbirlerine göre 180° lik pozisyon ayrıcalığı bulunmalıdır.

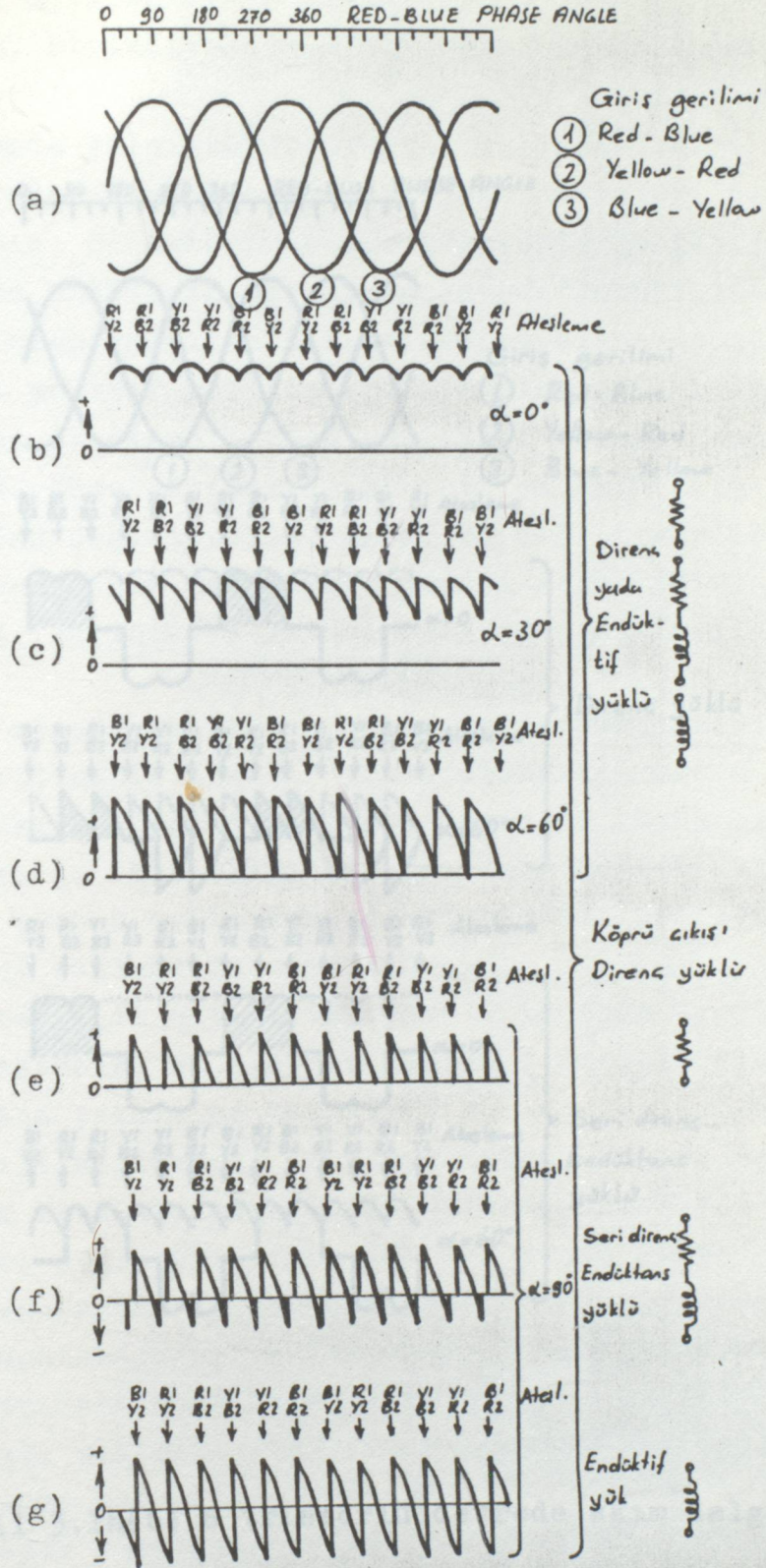
Herhangibir tristörden, belirli bir iletkenlik süresinde, gečen akım ardışık iki bileşene sahiptir. Bu bileşenler ise öteki iki tristörün iletkenlik sürelerinin yarısında elde edilir. Yani R_1 tristörünün akımı iletkenlik süresinin ilk yarısında Y_2 , ikinci yarısında ise Y_2 üstünden akan akımların bileştiğidir.

Ateşleme açısı 60° ye kadarsa akım hem direnç yükü ve hem de endüktanslı yükte süreklidir. 60° den daha yüksek ateşleme açılarında yük direnç ise akım süresizdir. Yine aynı açı koşullarında yük oldukça büyük endüktansa sahip ise akım süreklidir.

Direnç yükte ortalama çıkış geriliminin % 0-100'lük değişimi için ateşleme alını 0° - 120° dir. Oysa endüktans yükte 0 - 90° 'lik bir açı alanı yeterlidir.

Endüktans yükte art-generasyon olanağı vardır. Negatif bir çıkış geriliminin oluşması $\alpha=90^\circ$ de ve akımın akmaya devam etmesi halinde mümkündür.

Makinanın dört-eksen alanında çalışma ilkesi bölüm 1'de şekil 1.3.b'ye ilişkin olarak incelenmişti. şimdi ise bu konu çeşitli redresör tiplerine ilişkin olarak

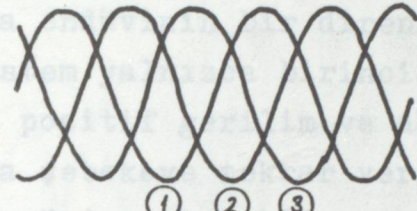


Şekil 3.1h(a) 6 tristörlü devrede gerilim dalga şekilleri.

daha detaylı açıklanmaya değerdir.
 3.1.2.1. Birinci aşama olarak, aşağıdaki gibi bir köprü :

Bu düzende yalnızca üç triyot kullanıldığına göre hem daha az triyot kullanıldığına göre daha az karmaşıktır. Bununla birlikte triyotların çalıştığı bir anda, bu sistemde üç triyotun aynı anda çalışması gerekir ve ancak pozitif bir enerji akışı olabilir. Enerjinin ancak motorun ters yönde dönmeye başlamasını önlemek için, uyarmanın yavaş yavaş yapılması gerekir.

0 90 180 270 360 RED-BLUE PHASE ANGLE



Giriş gerilimi
 ① Red-Blue
 ② Yellow-Red
 ③ Blue-Yellow

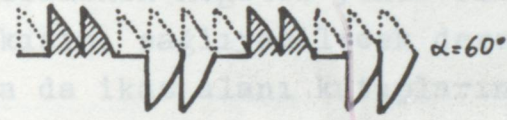
R1 R1 Y1 Y1 B1 B1 R1 R1 Y1 Y1 B1 B1 R1 R1
 Y2 B2 B2 R2 R2 Y2 Y2 B2 B2 R2 R2 Y2 Y2 Ateşleme



Direnc yüklü

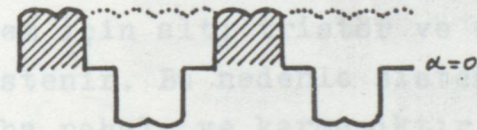


B1 R1 R1 Y1 Y1 B1 B1 R1 R1 Y1 Y1 B1 B1
 Y2 Y2 B2 B2 R2 R2 Y2 Y2 B2 B2 R2 R2 Y2 Y2 Ateşleme

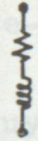


$\alpha=60^\circ$

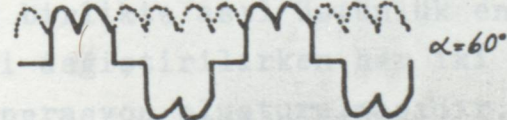
R1 R1 Y1 Y1 B1 B1 R1 R1 Y1 Y1 B1 B1 R1 R1
 Y2 B2 B2 R2 R2 Y2 Y2 B2 B2 R2 R2 Y2 Y2 Ateşleme



Seri direnc-
 Endüktans
 yüklü



B1 R1 R1 Y1 Y1 B1 B1 R1 R1 Y1 Y1 B1 B1
 Y2 Y2 B2 B2 R2 R2 Y2 Y2 B2 B2 R2 R2 Y2 Y2 Ateşleme



$\alpha=60^\circ$

Şekil 3.1h(b) 6 triyotlu devrede akım dalga şekilleri.

daha detaylı açıklanmaya çalışılacak.

3.1.2.1. Birinci eksen-alanı-yarı kontrollu karma köprü :

Bu düzende yalnızca üç tristör kullanıldığına göre hem daha ekonomiktir hemde ateşleme devreleri daha az karmaşıktır. Dinamik frenleme tristörlerin çalışmadığı bir anda endüvinin bir dirençle şöntlemesiyle sağlanır. Bu sistem yalnızca birinci eksen-alanında çalışır ve ancak pozitif gerilim ve akım elde edilebilir. Enerjinin ana şebekeye tekrar verilmesi olanaksızdır. Motorun ters yönde çalışabilmesi için ya endüvinin ya da uyarmanın yönü değiştirilir. Ancak bu değiştirme işlemi yapılırken endüvinin "dönmüyor" olması gererlidir.

3.1.2.2. Birinci ve ikinci alan, Tam kontrollu köprü:

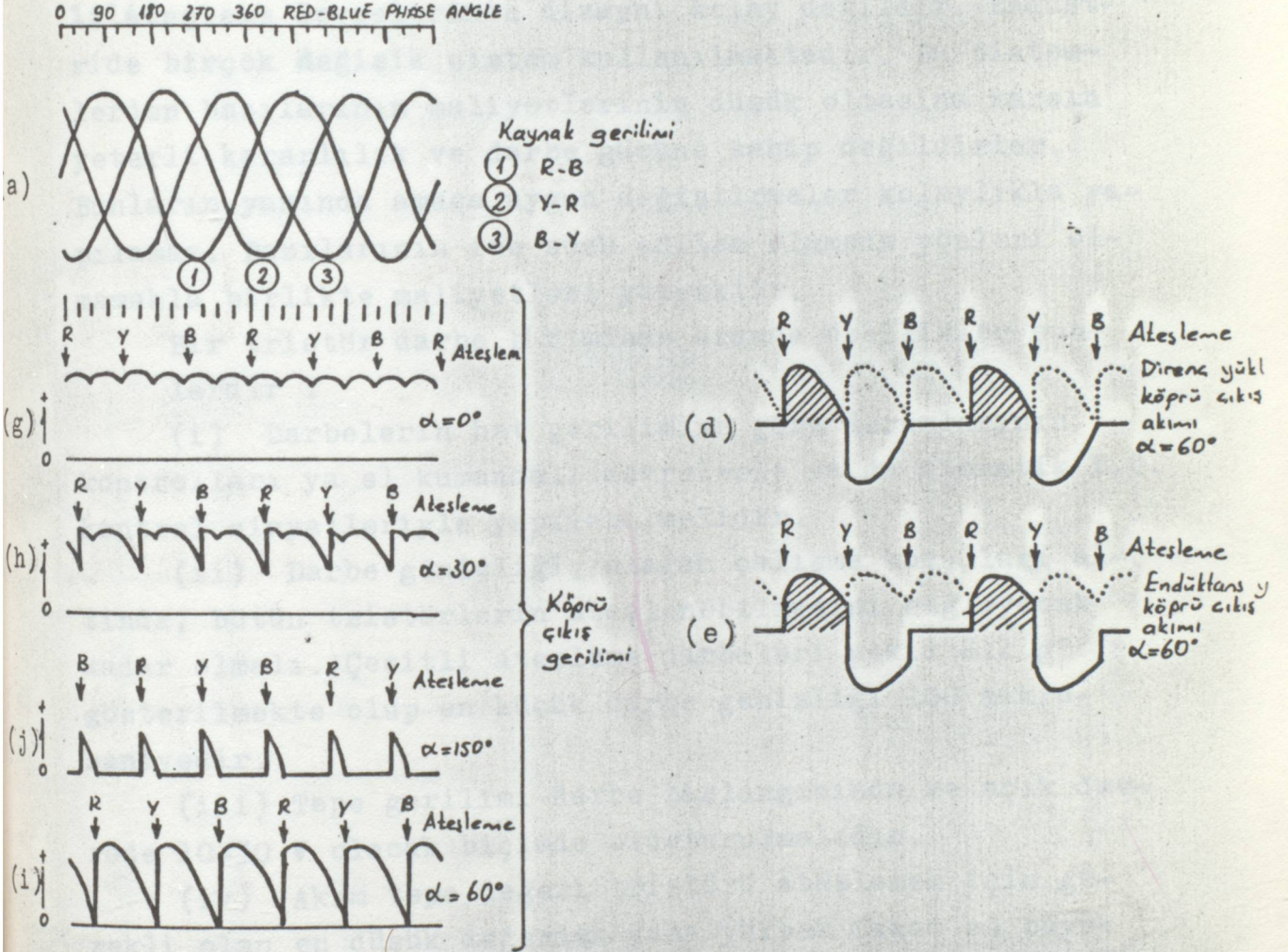
İkinci alanda çalışma ancak motor endüktansının köprü çıkış geriliminin negatif yönde olmasına rağmen ileri yönde akım akışını sağlayabilecek derecede büyük olduğu durumlarda ya da ikaz alanı kutuplarının değiştirilerek geri e.m.k. yönünü değiştirmekle köprüden ileri yönde akım geçmesini sağlamakla mümkündür.

Bu sistem için altı tristör ve 6 tane de uygun darbe devresi istenir. Bu nedenle sistem 3 darbeleri sisteme oranla daha pahalı ve karmaşıktır.

3 darbeleri sistemdeki frenleme metodu burada da uygulanabilmek birlikte asıl üstünlük endüvinin yada uyarmanın yönleri değiştirilirken her iki yönde dönme sağlanarak art-generasyon oluşturulmasıdır. Endüvi yönünü değiştiren kontaktörler endüvi akımı, değişimin düşük akımlarda yapılabilmesi için, birbirlerini kilitler durumunda olmaları şarttır. İkaz yönde kontaktörle değiştirilebilir fakat her iki metodda yavaş cevaplama toleransının yüksek olmasıyla geçerlidir.

3.1.2.3. Dört-alan çalışması ~~iki~~ paralel tam kontrollu iki köprü.

Bu tür kontrol hızlı cevap isteyen sistemlerde kullanılır. Diğer kontrollarda ayrı olarak iki köprünün



Şekil 3.lg 3 tristörlü karma köprüde gerilim ve akım dalga şekilleri.

aynı anda çalışmasını önlemek amacıyla bir tutma-mantığı gereklidir. Bu kontrol düzeni 5. bölümde daha detaylı olarak incelenecektir. Sonuç olarak 4-eksen alanı çalışması şekil 3.1 (i)'de özetlenmiştir.

3.2. Tristör darbe devrelerinin incelenmesi.

Yüksek güçlü tristörler için ekonomik fakat elverişli ateşleme devrelerinin dizaynı kolay değildir. Endüstride birçok değişik sistem kullanılmaktadır. Bu sistemlerden bazılarının maliyetlerinin düşük olmasına karşın yeterli kararlılık ve darbe gücüne sahip değildirler. Bunların yanında amaca uygun değiştirmeler kolaylıkla yapılamaz. Bazılarının ise sözü edilen olumsuz yönleri olmamakla birlikte maliyetleri yüksektir.

Bir tristör darbe biriminde aranan özellikler şunlardır :

(i) Darbelerin hat gerilimine göre durumlarının kontrolleri ya el kumandalı devrelerle ya da otomatik D.C. kontrol sinyalleriyle yapılabilmelidir.

(ii) Darbe genişliği, olağan çalışma koşulları altında, bütün tristörlerin ateşlenebilmesini sağlayacak kadar olmalı. Çeşitli ateşleme darbeleri şekil 2.1.g' gösterilmekte olup en küçük darbe genişliği 100 mikrosaniyedir.

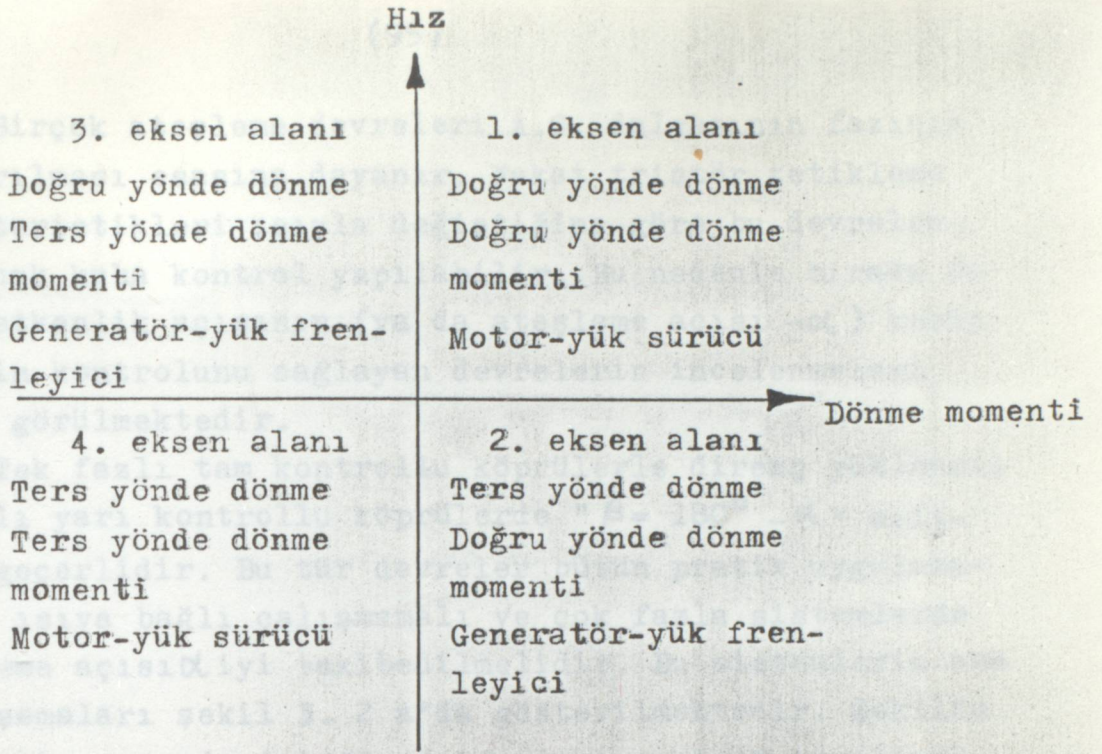
(iii) Tepe gerilimi darbe başlangıcında ve açık devrede 10-30 V olacak biçimde oluşturulmalıdır.

(iv) Akım tepe değeri tristörü ateşlemek için gerekli olan en düşük değerden daha yüksek fakat en büyük sınır değerinden az olmalıdır.

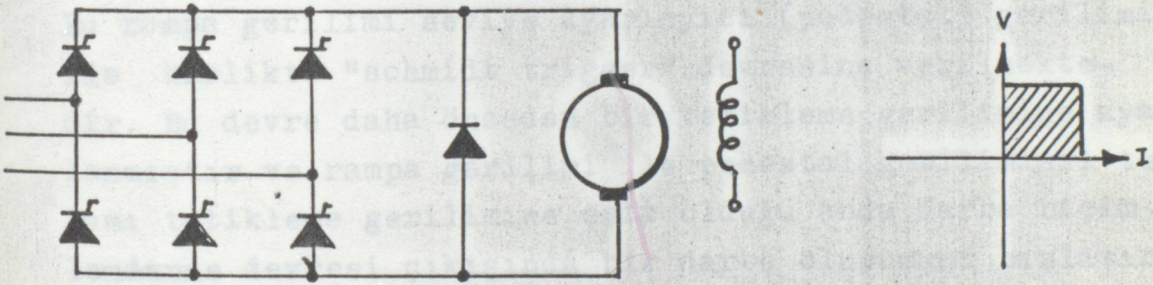
(v) Gerilim ve akımın yükselme hızları 2 V/mikrosaniye ve 100 mA/mikrosaniye den daha yüksek olmamalıdır.

(iv) Eğer mümkünse anoda uygulanan gerilim negatifken tristör kapısında bir pozitif sinyal bulunmaması, bu mümkün olmazsa tristör amoduna seri bir diyod konulmalıdır.

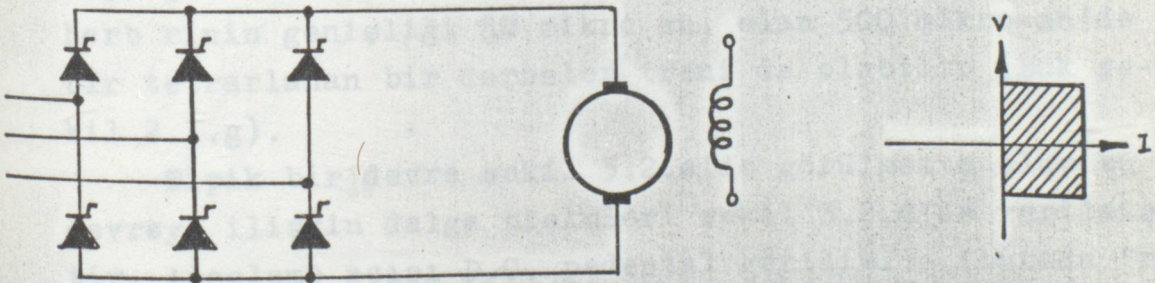
(vii) Kotodlarında farklı gerilimler bulunan tristörlerin ateşlenebilmesi için darbe biriminin çıkışları izole edilmelidir.



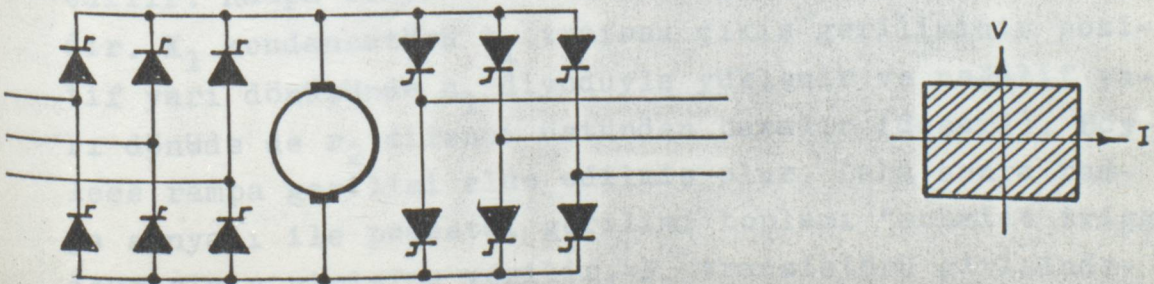
1. Eksen alanı



1. ve 2. eksen alanları



Dört eksen alanı

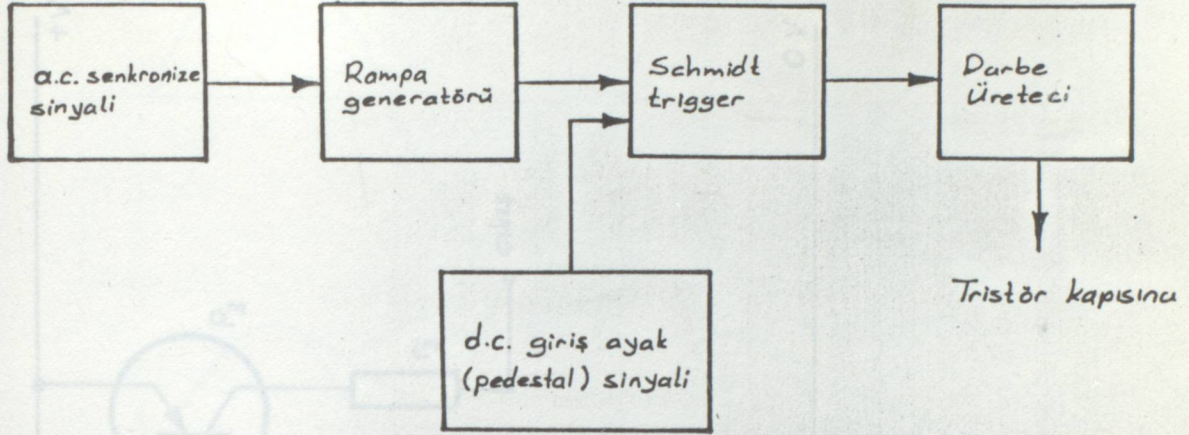


Şekil 3.1i Dört eksen üzerinde çalışma ve çeşitli redresör

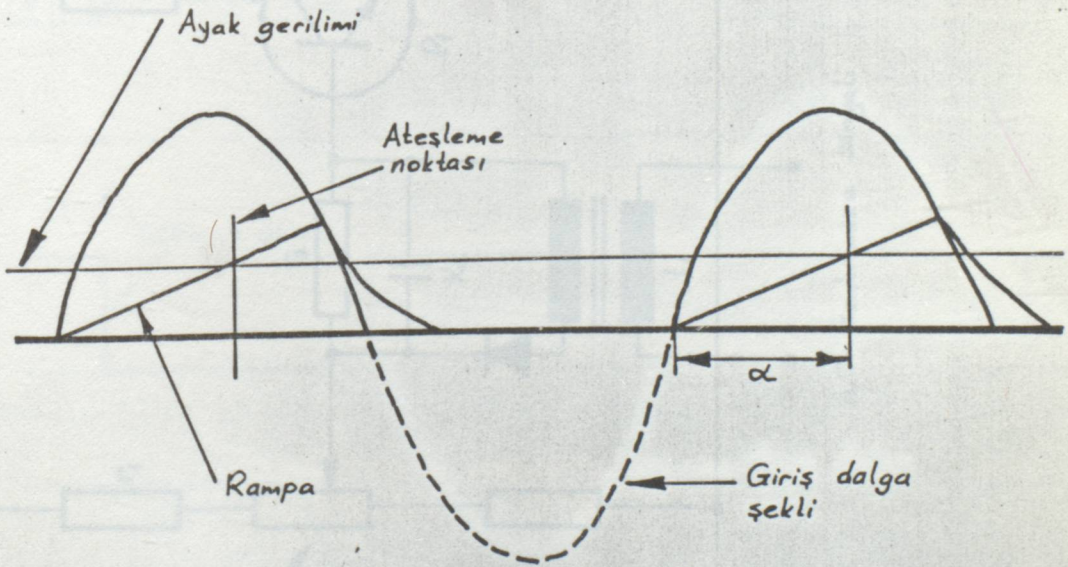
Birçok ateşleme devreleri A.G. dalgasının fazının kaydırılması esasına dayanır. Fakat tristör tetikleme karakteristikleri ısıyla değiştiğine göre bu devrelerle ancak kaba kontrol yapılabilir. Bu nedenle burada da be iletkenlik açısının (ya da ateşleme açısı $-\alpha$) kesin ve emin kontrolünü sağlayan devrelerin incelenmeleri uygun görülmektedir.

Tek fazlı tam kontrollu köprülerle direnç yüklenmiş 3 fazlı yarı kontrollu köprülerde " $\beta = 180^\circ - \alpha$ " eşitliği geçerlidir. Bu tür devreler bütün pratik uygulamalarda ısıya bağlı çalışmamalı ve çok fazla sistemlerde ateşleme açısı α iyi takibedilmelidir. Bu sistemlerin ana ilke şemaları şekil 3. 2 a'da gösterilmektedir. Şekilde gösterilen şemada tristör anodundaki pozitif gerilime senkronize bir rampa gerilimi darbe ünitesindeki senkronize giriş sinyali tarafından meydana getirilmektedir. Bu rampa gerilimi seviye ayarlayıcı (pedestal) gerilimi ile birlikte "schmidt trigger" devresine verilmektedir. Bu devre daha önceden bir tetikleme gerilimine ayarlanmıştır ve rampa gerilimi ile pedestal gerilimleri toplamı tetikleme gerilimine eşit olduğu anda darbe biçimlendirme devresi çıkışında bir darbe oluşumunu başlatır. Bu çıkış darbesi 100 mikro saniyelik tek bir darbe olacağı gibi $180^\circ - \alpha$ genişliğinde bir darbe bloku ya da herb rinin genişliği 50 mikro sn. olan 500 mikro-sn'de bir tetrarlanan bir darbeler treni de olabilir (Bak şekil 2.1.g).

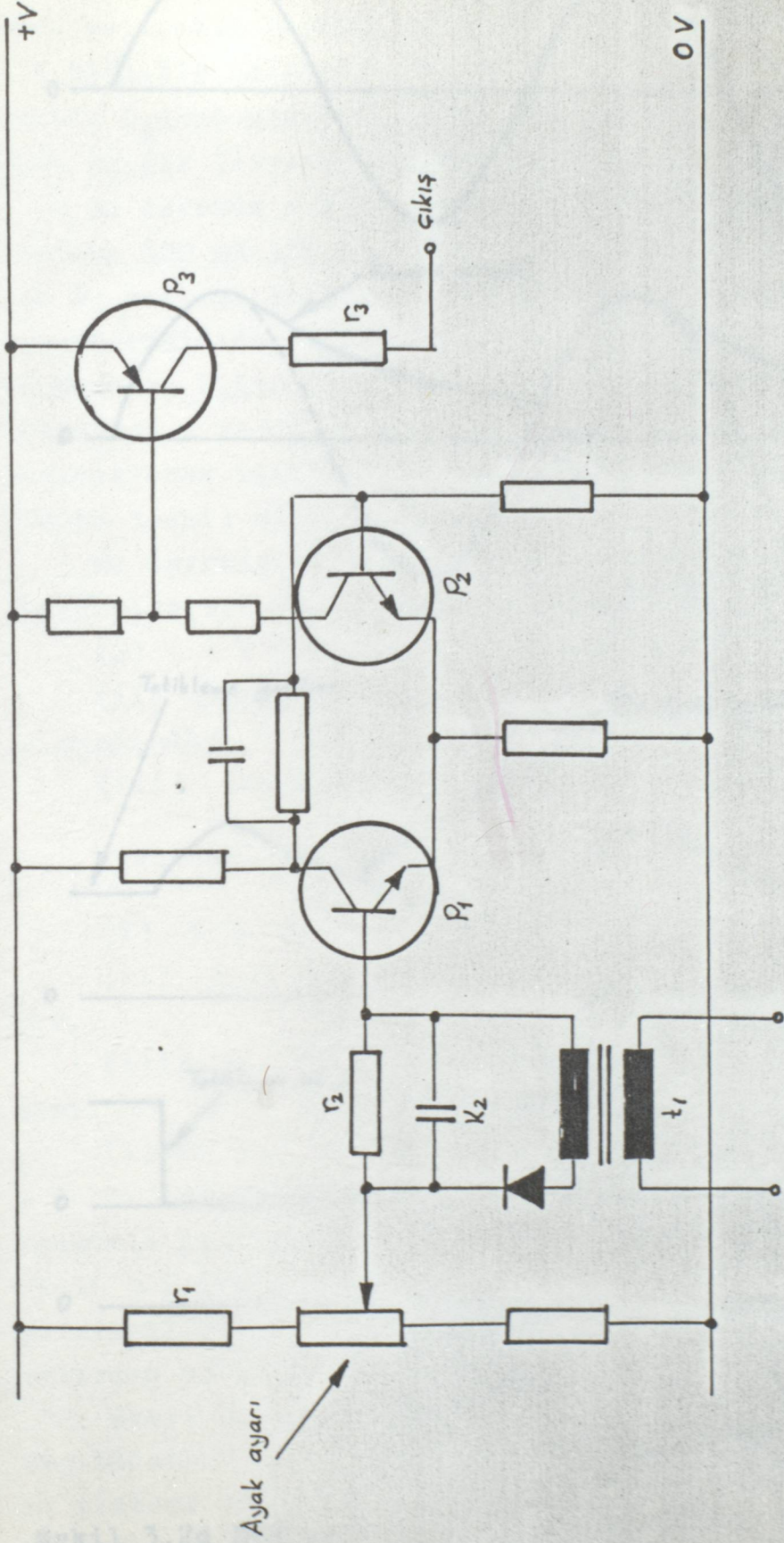
Tipik bir devre şekil 3.2.c'de görülmekte olup bu devreye ilişkin dalga biçimleri şekil 3.2.d'de verilmiştir. Ateşleme açısı D.C. pedestal gerilimi - (burada "r" potansiyemetresinde ayarlanmaktadır). tarafından kontrol edilir. Rampa sinyali bu kontrol gerilimine eklenmektedir. K_1 kondansatörü t_1 trafosu çıkış geriliminin pozitif yarı dönüşünde n_1 diyoduyla yüklenir ve negatif yarı dönüde de r_2 direnci üstünden başalır (deşarj). Böylece rampa gerilimi elde edilmiş olur. Daha sonra rampa sinyali ile pedestal gerilimi toplamı "schmidt trigger" devresinin girişine verilir. P_1 transistörü girişinde-



Şekil 3.2a Temel ateşleme devresi.



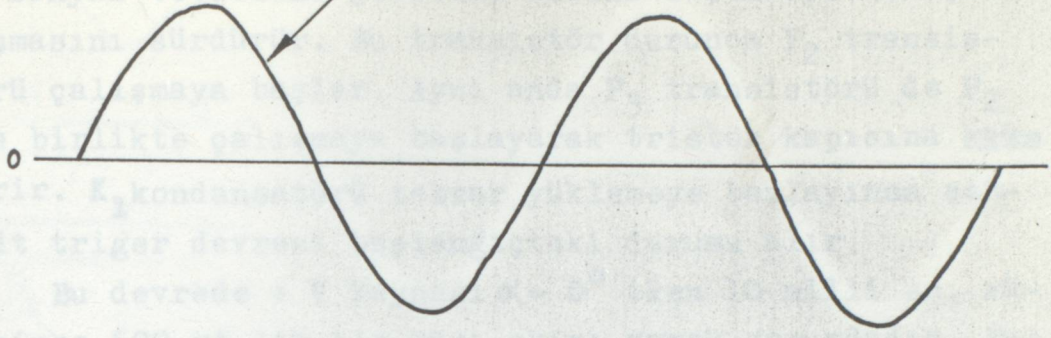
Şekil 3.2b Rampa/ayak kontrol prensibi.



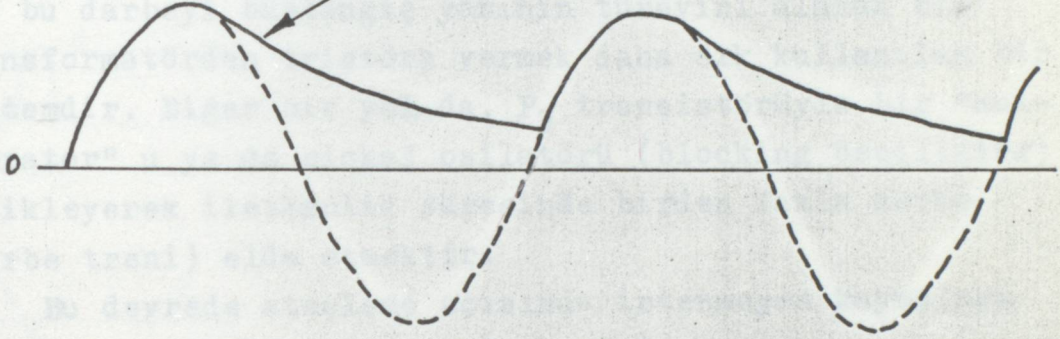
Şekil 3.2a Basit bir atesleme devresi.

(98)

Senkronize trafosu çıkışı

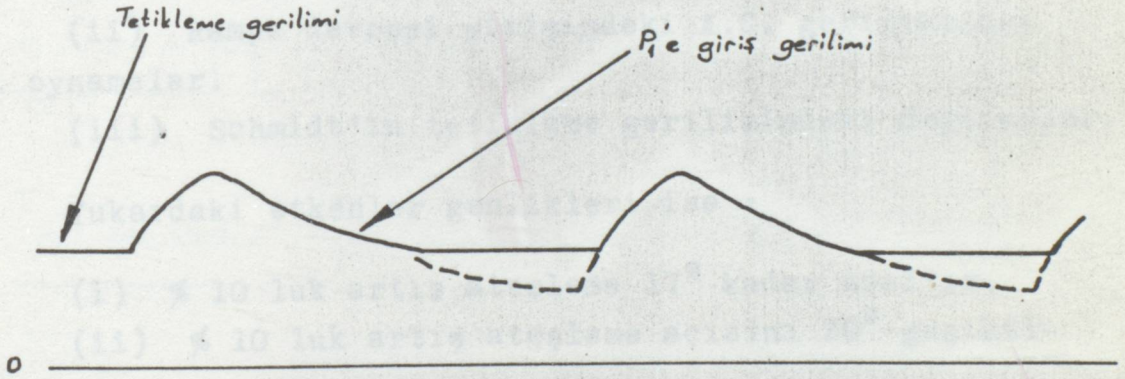


Rampa sinyali

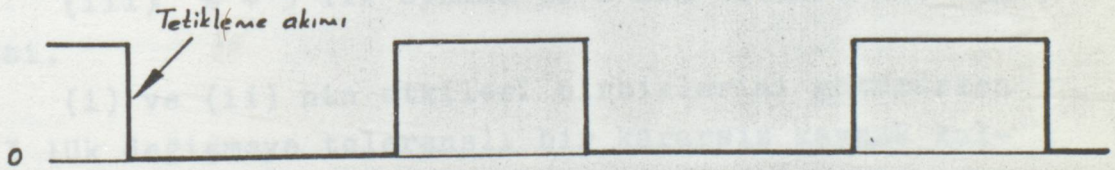


Tetikleme gerilimi

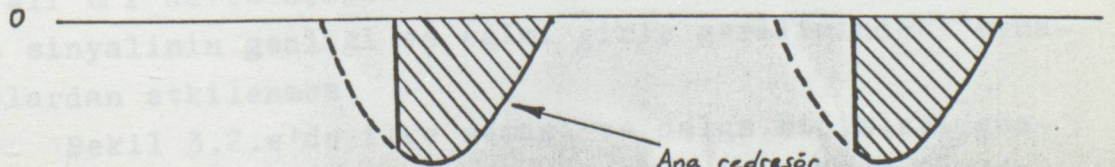
P_i'e giriş gerilimi



Tetikleme akımı



Ana redresör akımı



Şekil 3.2d Değişken darbe genişliği veren tipik bir devrenin dalga şekilleri.

ki sinyal tetikleme gerilimi altına düşünceye dek çalışmasını sürdürür. Bu transistör durunca P_2 transistörü çalışmaya başlar. Aynı anda P_3 transistörü de P_2 ile birlikte çalışmaya başlayarak tristör kapısına akım verir. K_1 kondansatörü tekrar yüklemeye başlayınca schmidt trigger devresi başlangıçtaki durumu alır.

Bu devrede + V kaynağı $\alpha = 0^\circ$ iken 10 milli sn. süresince 500 mA lik bir kapı akımı vermek zorundadır. Fakat bu darbeyi başlangıç yanının türevini alarak bir transformatörden tristöre vermek daha sık kullanılan bir yöntemdir. Diğer bir yolla da, P_3 transistörüyle bir "multivibrator" u yardâ blokaj osilatörü (blocking oscillator) tetikleyerek iletkenlik süresinde birden fazla darbe (darbe treni) elde etmektir.

Bu devrede ateşleme açısında istenmeyen kaymalara neden olan bir kaç etken bulunmaktadır:

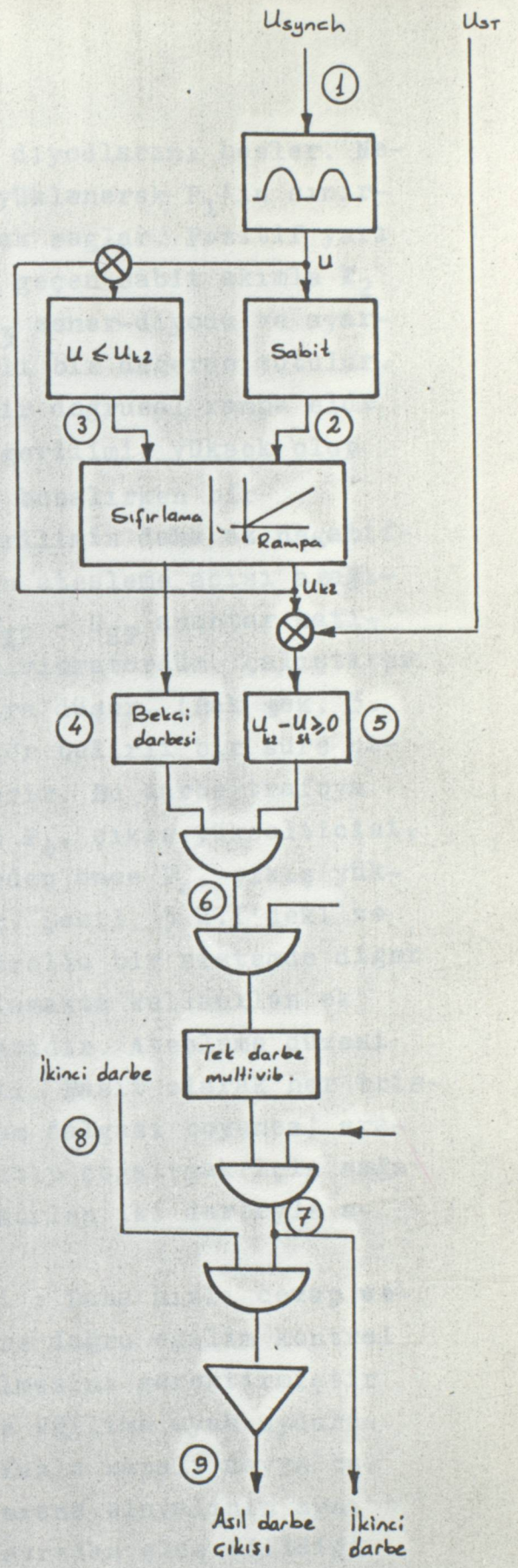
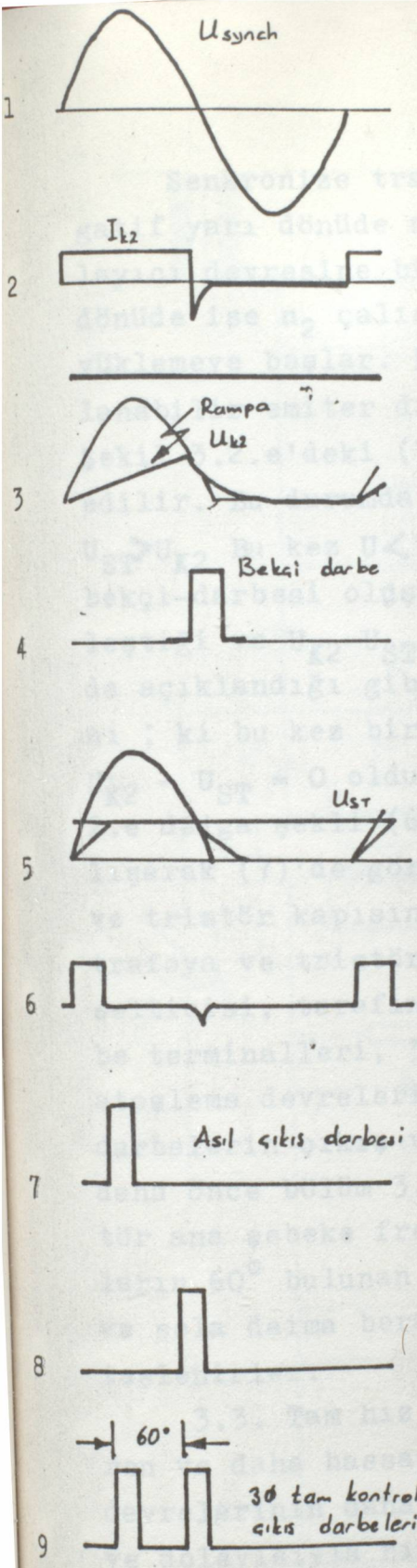
- (i) + V yardımcı gerilim kaynağındaki oynamalar.
- (ii) Rampa devresi girişindeki A.G. gerilimindeki oynamalar.
- (iii) Schmidt'in tetikleme gerilimindeki değişmeler.

Yukardaki etkenler genlikleri ise :

- (i) % 10 luk artış ateşleme 17° kadar azaltır.
- (ii) % 10 luk artış ateşleme açısını 20° geciktirir.
- (iii) % + 5 lik oynama 50°C nin üstünde ısı değişmesi.

(i) ve (ii) nin etkileri birbirlerini götürürken % 3 lük değişmeye toleranslı bir kararsız kaynak kullanmakta yararlıdır. Bütün bunların yanında daha elverişli bir devre aşağıda verilmektedir. Bu devrede rampa sinyalinin genliği ve eğimi giriş gerilimindeki oynamalardan etkilenmez.

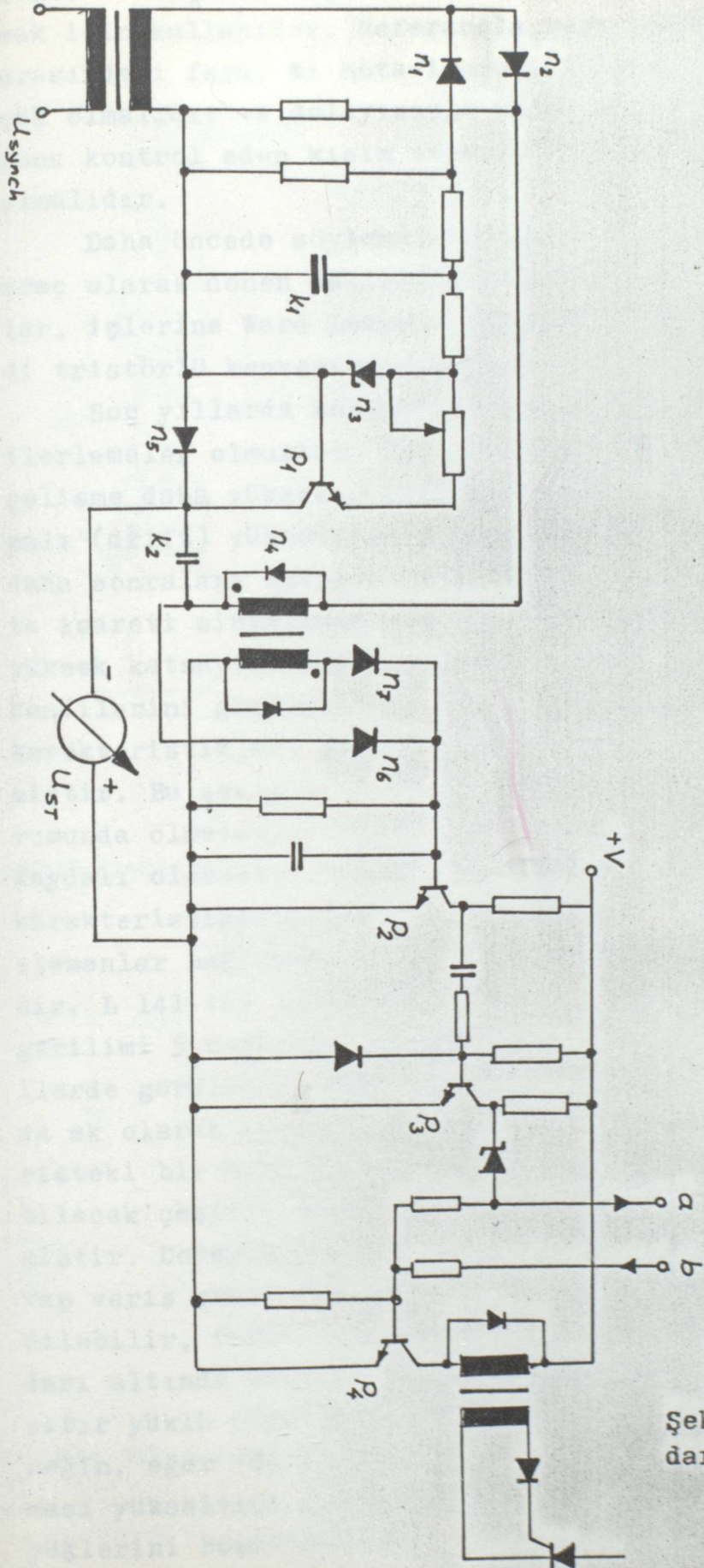
Şekil 3.2.e'de ilke şeması ve dalga biçimleri gösterilmiştir. Bu ilke şeması esas olarak şekil 3.2.a'daki sisteme uymakta olup bir A.G. senkronize rampa yaratır. Bir d.a.pedestali (U_{st}) ile rampa gerilimi (U_{K2}) anahtar devresine ve darbe çıkış katına verilir.



Şekil 3.2.e Geliştirilmiş darbe üreticinin blok şeması

Senkronize tranfosu n_1 ve n_2 diyodlarını besler. Negatif yarı dönüde n_1 diyoduyla k_2 yüklenerek P_1 'in sınırlayıcı devresine bir negatif kaynak sağlar. Pozitif yarı dönüde ise n_2 çalışarak n_4 P_1 den geçen sabit akımla K_2 yüklemeye başlar. Bu sabit akım n_3 zener-diyodu ve ayarlanabilir emiter direnciyle belirli bir değerde tutulur. Şekil 3.2.e'deki (3)'te görülen bir doğrusal rampa elde edilir. Bu durumda U_{ST} ' pedestal gerilimi, yüksek olup $U_{ST} > U_{K2}$ Bu kez $U < U_{K2}$ durumunda k_2 boşalırken bir bekçi-darbesi oluşur. Pedestal gerilimin daha az negatifleştiği ve $U_{K2} - U_{ST} > 0$ olduğu zaman ateşleme acısı aşağıda açıklandığı gibi azaltılır $U_{K2} - U_{ST}$ anahtar katını ; ki bu kez bir tek halli multivibratördür, çalıştırır $U_{K2} - U_{ST} = 0$ olduğu anda I_{K2} sifıra düşer. (Bak sek. 3. 2.e dalga şekli (6)). Multivibratör belirli bir süre çalışarak (7)'de görülen darbeyi verir. Bu darbe trafoya ve tristör kapısına gitmeden önce P_4 , çıkış yükselticisi, trafoya ve tristör kapısına gitmeden önce P_4 , çıkış yükselticisi, tarafından yükseltilir. Şekil, 3.2.f'deki ve be terminalleri, 3 fazlı tam kontrollu bir sistemde diğer ateşleme devreleriyle ilgili sağlamakta kullanılan ek darbelerin çıkış ve giriş noktalarıdır. Ateşleme düzeni daha önce bölüm 3.'te açıklanmıştı. Basit olarak her tristör ana şebeke frekansının bir tam dalgası boyunca; araların 60° bulunan ve açısını azaltıp çoğaltmak için sağa ve sola daima beraberce kaydırılabilen iki darbeyle ateşlenirler.

3.3. Tam hız kontrol devresi : Daha hızlı cevap veren ve daha hassas olan sürücülere doğru eğilim kontrol devrelerinin daha iyi dizayn edilmesini gerektirmiştir ve dolayısıyla hız kontrol ilmide eğilime ayak uydurarak ilerlemiştir. İçinde birden fazla kapalı devre bulunan ve bir kapalı devrenin referans sinyalinin aynı sistem içinde başka bir kapalı devreden elde edildiği sistemler gün geçtikçe artmaktadır. Her bir kontrol kapalı devresinde çıkış değeri ölçülür ve istenilen değerle karşılaştırılır. Fark sistemi faal duruma getir-



Şekil 3.2f Geliştirilmiş darbe üretici devresi.

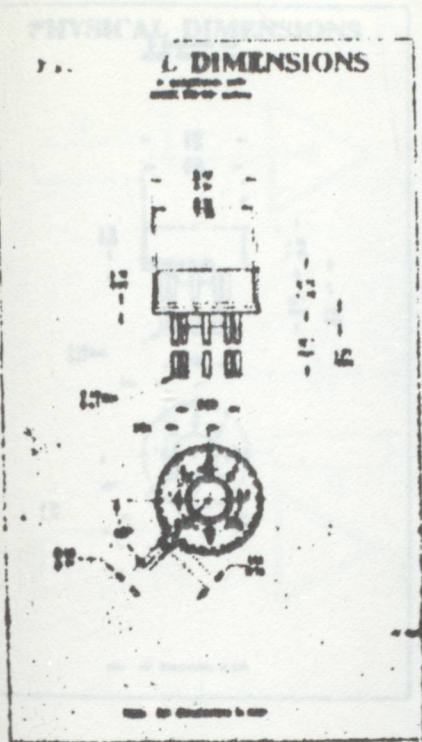
mekte ve ölçülen değeri istenilen değere daha yakın yapmak için kullanılır. Referansla geri beslenme sinyali arasındaki fark, ki hata işareti olarak bilinir. çok küçük olmalıdır ve dolayısıyla hata işareti ile D.A. motoru kontrol eden kısım arasında yüksek güç kazançları olmalıdır.

Daha öncede söylenildiği gibi eksiden yükseltici araç olarak dönen makineler kullanılırdı ve bu makineler, içlerine Ward Leonard sistemi de dahil olarak, şimdi tristörlü konvertörlere yerlerini vermektedir.

Son yıllarda kontrol sistem dizayn ilminde önemli ilerlemeler olmuştur. Önce transistör dizayn ilminde ki gelişme daha yüksek yükseltme katsayılı ve daha az kaymalı (drift) yükselticilerin dizaynını mümkün kıldı ve daha sonraları entegre devre doğrusal yükselticiler hata işareti sinyalinin ilk yükseltilmesinde, kararlı ve yüksek katsayılı olduklarından ideal elemanlar olarak kendilerini gösterdiler. İki tipik entegre yükseltici karakteristikleri şekil 3.3a ve şekil 3.3b de verilmiştir. Bu şekillerin kendi kendilerini açıklayıcı durumunda olmalarına rağmen bir iki nokta üzerinde durmak faydalı olacaktır. 709(eşleri LM 201, LM 301) frekans karakteristiğinin kontrol edilebilmesi için, dışardan elemanlar bağlanmasına gerekçe gösteren bir yükselticidir, L 141 ise içten dengelendirilmiştir. 7+9'un çıkış gerilimi 5 numaralı ucu yardımıyla limitlenebilir ve bu ilerde görüleceği üzere yararlı bir özelliktir. Bunlara ek olarak entegre yükselticilerin becerikliliği, girişteki bir ayak kadece gerilimine çıkışta elde edilebilecek çeşitli cevapları veren şekil 3.3c ile gösterilmiştir. Dolayısıyla bir kontrol sisteminin dinamik cevap veriş şekli entegre devreler kullanarak kontrol edilebilir, fakat, sistem sıfır istenilen değer koşulları altında devreye sokulduğunda bütün kapasitansların sıfır yüklü olmasına garanti altına almak gerekir. Örneğin, eğer 709 kullanılıyorsa 5 no.lu ucun topraklanması yükseltici çıkışına bağlı bütün kapasitansların yüklerini boşaltmalarına sebep olur, fakat şekil 3.3e

Şekil 3.3a A 709 Entegre yükseltici.

Operational amplifier



GENERAL DESCRIPTION

The $\mu A709$ is a high gain Operational Amplifier constructed on a single silicon chip. It displays excellent temperature stability and will operate over a wide range of supply voltages with little degradation of performance. The amplifier may be used in d.c. servo systems, analogue computers, low level instrumentation amplifiers and for the generation of special transfer functions. For a higher performance version see $\mu A709A$ data sheet.

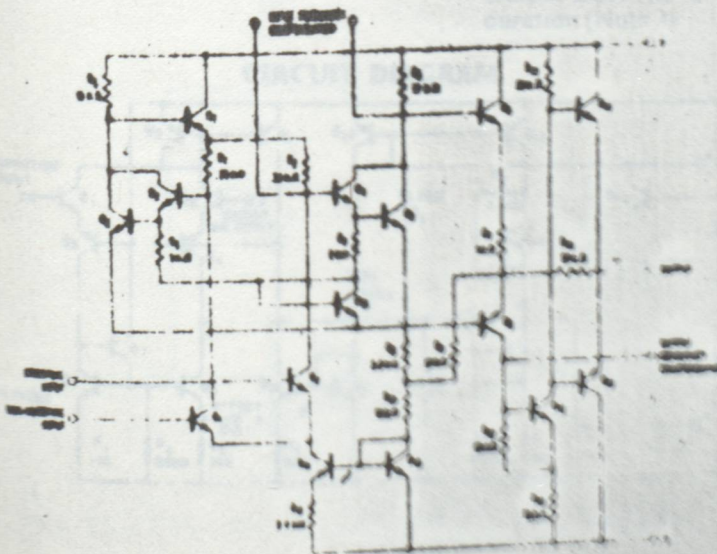
FEATURES:

- LOW OFFSET
- HIGH INPUT RESISTANCE
- HIGH OUTPUT SWING UNDER LOAD
- HIGH VOLTAGE GAIN

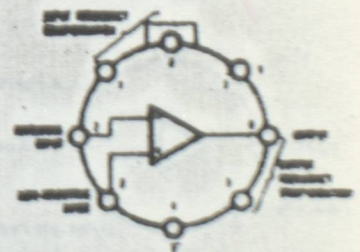
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

	STANDARD $\mu A709C$	EXTENDED $\mu A709$
Supply voltage	± 18 V	± 18 V
Internal power dissipation (Note 1)	300 mW	300 mW
Differential input voltage	± 5 V	± 5 V
Input voltage	± 10 V	± 10 V
Output short-circuit duration ($T_A = 25^\circ C$)	5 sec	5 sec
Storage temperature range	$-65^\circ C$ to $+150^\circ C$	$-65^\circ C$ to $+150^\circ C$
Operating ambient temperature range	$0^\circ C$ to $+70^\circ C$	$-55^\circ C$ to $+125^\circ C$
Lead temperature (soldering, 60 sec. time limit)	$+300^\circ C$	$-300^\circ C$

CIRCUIT DIAGRAM



CONNECTION DIAGRAM



(TOP VIEW)

Note: Pin 4 connected to case

ORDERING INFORMATION

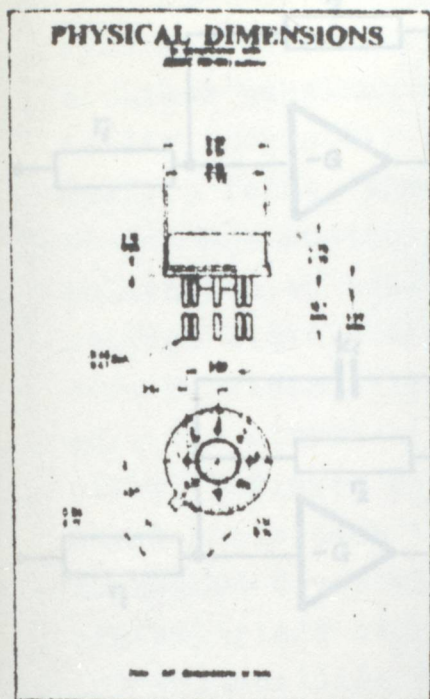
- Order USB770939X For standard temperature range operation
- Order USB770931X For extended temperature range operation





Şekil 3.3b L 141 Entegre yükseltici.

High performance operational amplifier



GENERAL DESCRIPTION

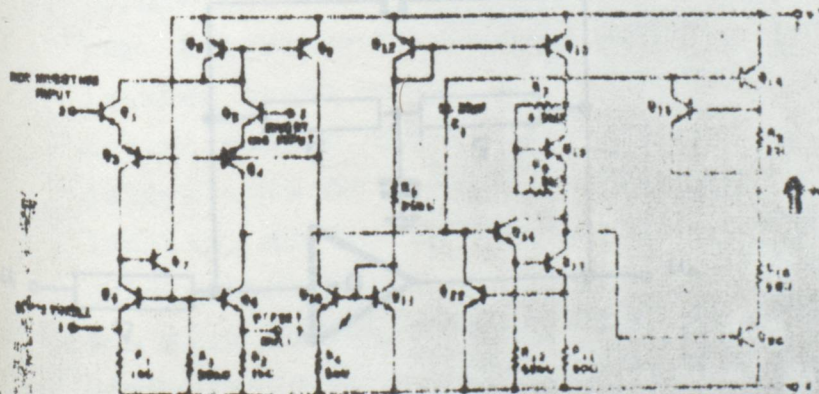
The L141 is a high performance monolithic amplifier constructed on a single silicon chip. It can be used in a wide range of analogue applications, including integrators, voltage followers, summing amplifiers and general feedback circuits. The L141 is pin compatible with the $\mu A709$ but has inherently greater stability.

FEATURES:

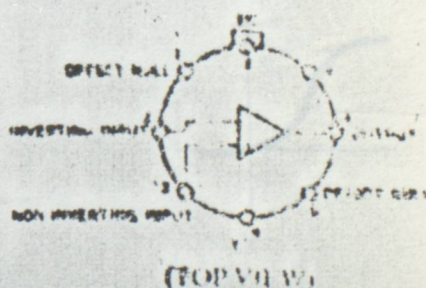
- NO FREQUENCY COMPENSATION COMPONENTS REQUIRED
- OUTPUT SHORT CIRCUIT PROTECTED
- SIMPLE INPUT OFFSET VOLTAGE NULLING
- WIDE COMMON & DIFFERENTIAL MODE VOLTAGE RANGES
- LATCH UP PROOF INPUT CIRCUITRY
- LOW POWER CONSUMPTION
- WIDE OPERATING VOLTAGE RANGE

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS	L141T1	L141T2
Supply voltage	± 15 V	± 22 V
Internal power dissipation (Note 1)	600 mW	500 mW
Differential input voltage	± 30 V	± 24 V
Input voltage (Note 2)	± 15 V	± 15 V
Storage temperature range	-65°C to $+150^{\circ}\text{C}$	-65°C to $+125^{\circ}\text{C}$
Operating temperature range	0°C to $+70^{\circ}\text{C}$	-55°C to $+125^{\circ}\text{C}$
Lead temperature (soldering, 60 sec. time limit)	300°C	300°C
Output short-circuit duration (Note 3)	Indefinite	Indefinite

CIRCUIT DIAGRAM



CONNECTION DIAGRAM



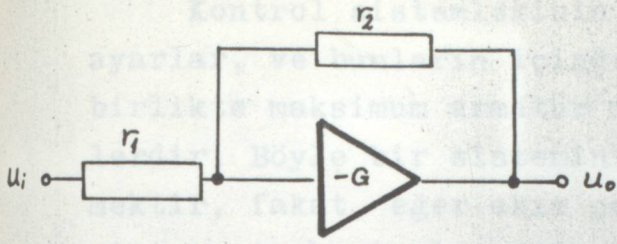
Note: Pin 6 connected to V_{cc}

ORDERING INFORMATION

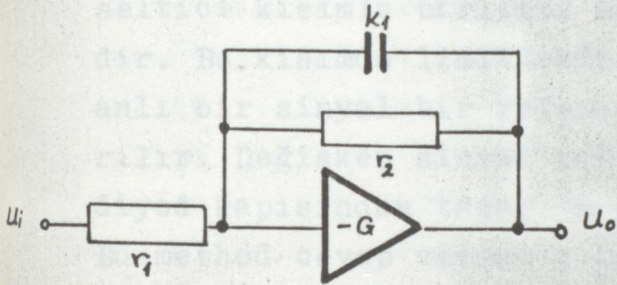
- Order L141T1 For standard temperature range
- Order L141T2 For extended temperature range



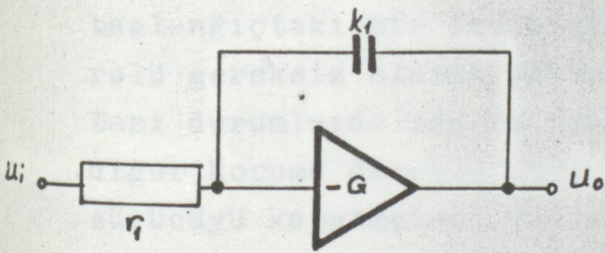
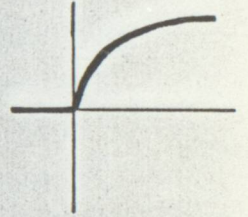
Bir kademe gerilimine cev



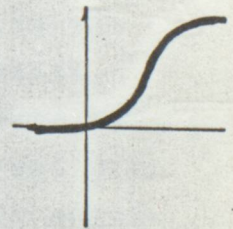
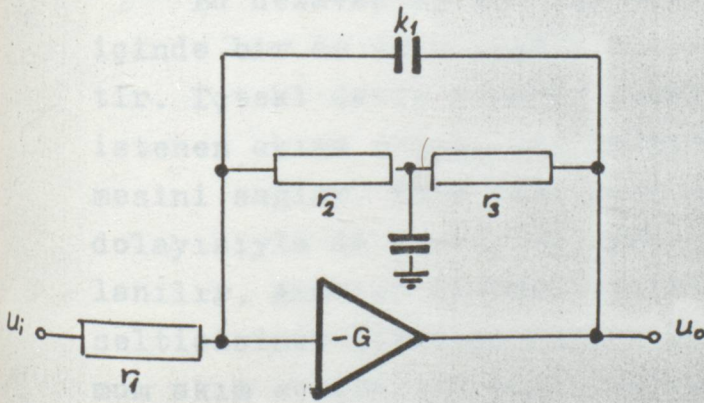
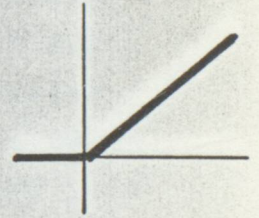
$$\frac{U_o}{U_i} = -\frac{r_2}{r_1}$$



$$\frac{U_o}{U_i} = -\frac{r_2}{r_1(1+k_1r_1s)}$$



$$\frac{U_o}{U_i} = -\frac{1}{k_1r_1s}$$



Şekil 3.3c Entegreyükselticilerin çalışması

devre (iv) deki k_5 kapasitansı özel ilgiye gerekçe gösterir.

Kontrol sistemlerinin çoğu birden fazla değişkeni ayarlar, ve bunların içinde en fazla rastlanana hızla birlikte maksimum armatür akımını da ayarlayan sistemlerdir. Böyle bir sistemin ana görevi hızı kontrol etmektir, fakat, eğer akım çok fazlalaşırsa, ikinci bir sistem ana kontrolü yenerek akımı limitler. Endüstride kullanılan en eski sistemlerde bir karıştırıcı ve yükseltici kısımla birlikte bir taşıma limiti devresi vardır. Bu kısımda limitlendirilmesi istenen değişkene oranlı bir sinyal bir referans gerilimi ile karşılaştırılır. Değişken sinyal referansı aştığı an, fark bir diyod kapısından taşar ve ana kontrol devresini yener. Bu method cevap vermekte içten yavaş olan Ward-Leonard sistemlerinde olumlu sonuç verir, fakat statik konvörtör kullanıldığı zaman olumsuz yanları vardır. Limitleme işlemi kararlı bir şekilde yapılabilmeyle beraber başlangıçtaki bir fazla artış (overshoot), normal kontrolü gereksiz olarak yavaşlatmak istenmezse önlenemez. Bazı durumlarda ise bu fazladan artışın az olması ve diğer koruma devrelerinin hızlı sigorta ve röleler gibi sürücüyü kapatmaları istenir.

Bu dezavantaj ana hız kontrol kapalı devresinin içinde bir de akım kapalı devresi kullanarak yenilmiştir. İçteki devre armatür akımına oranlı bir sinyalin, istenen akıma oranlı bir referansla karşılaştırılabilmesini sağlar. Fark veya hata faz kaydırma devresini, dolayısıyla da konvörter gerilimini kontrol etmekte kullanılır. Armatür devresi böylece hız kapalı devresi yükselticisinin çıkışınındoyma limitlerine bağlı bir maksimum akım seviyesine sahip olacaktır. 4 eksen alanı üzerinde kontrolün istenildiği zamanlarda bu doyurma limitleri akımı iki yönde de limitlemek için ayarlanır.

Her kapalı devre dinamik kararlılığın kontrol edilebilmesi için bir süzgeci gerektirir ve bu, zaten açıklandığı gibi belirli direnç ve kapasitansların ana hata işareti yükselticisinin geri besleme devresinde kullanılır.

masıyla yapılır. Bu problem 6. kısımda yine açıklanacaktır.

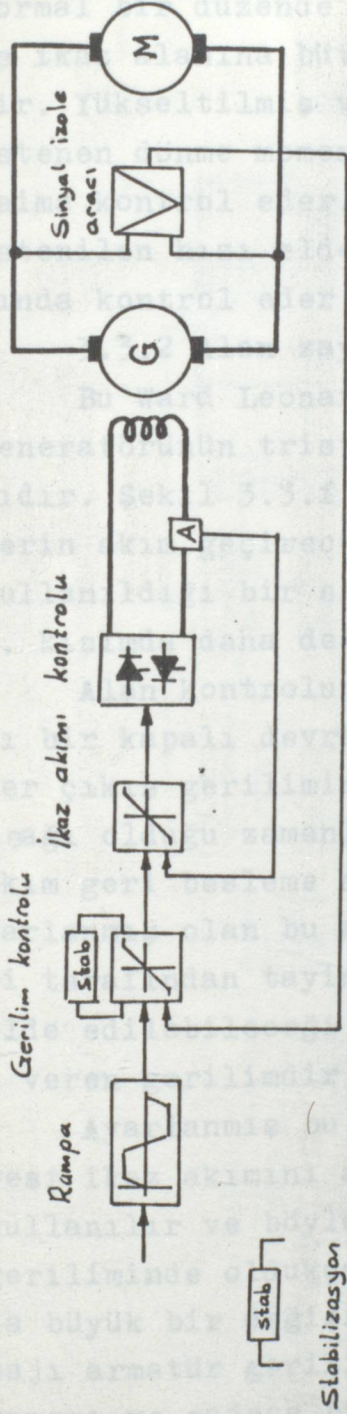
Son olarak çeşitli ortak özellikler gösteren hakiki sistemlerin kısa bir özeti şimdi verilecektir.

3.3.1. İkaz zayıflatmalı Ward-Leonard kontrol sistemi.

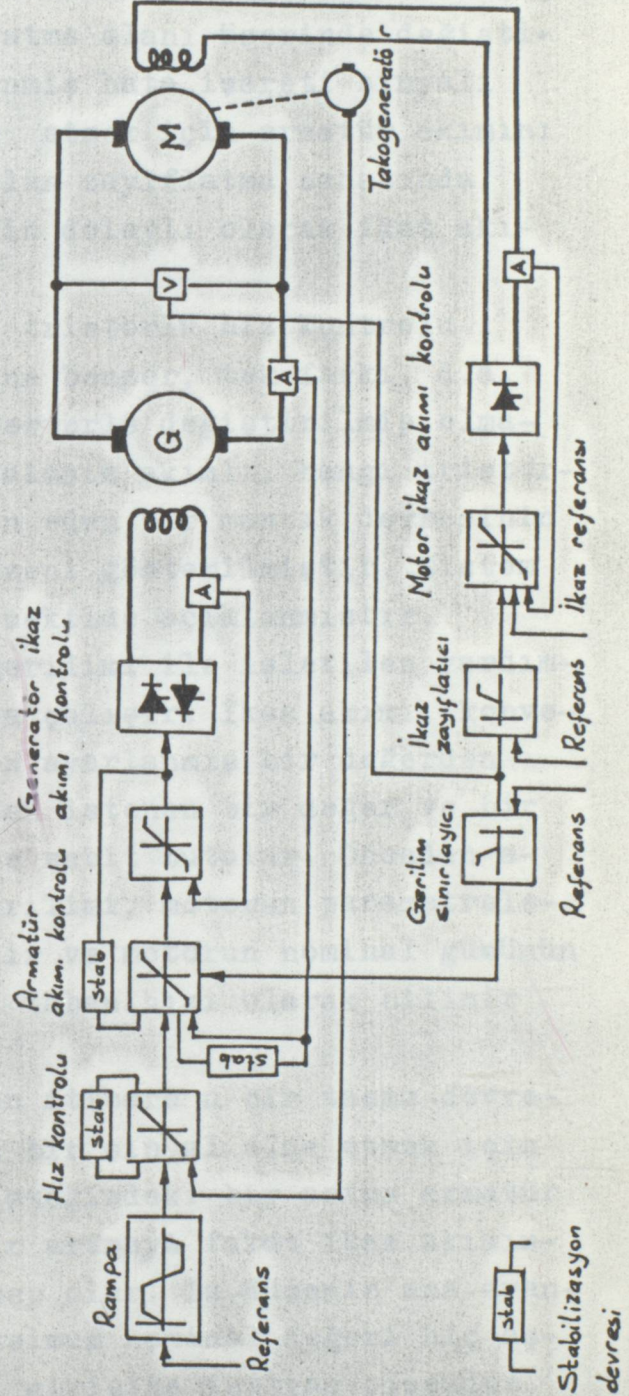
Ward Leonard sisteminde generatör ikazı bir tristör konvertörü ile beslenirse oldukça gelişmiş bir sistem elde edilir. İkaz akımını kısa bir sürede değiştirmek amacıyla yüksek bir gerilim verilirse, tristör konvertörü aşırı yüklenebilir. Bu durumu önlemek için genellikle bir iç akım devresi kullanılır. Böylece ana hata yükselticisinin sınır seviyeleri ikaz akımı sınırını meydana getirir. Hız alma ve yavaşlamanın aniden olmaması için referans gerilimi ile hata yükseltici girişindeki kontrol arasında bir rampa devresi yerleştirilir. Rampa devresi çıkışı çıkış ve giriş gerilimleri dengeleninceye dek zamanla doğrusal olarak değişir. Bu sistem ana hatlarıyla şekil 3.3 d de gösterilmiştir. Armatür (endüvi) devresinde de aşırı yüklenmeler olabilir fakat akım bir taşma devresiyle sınırlanabilir. Bununla birlikte çarpma yüklerine karşı en iyi cevap bir armatür akım devresi kurmakla elde edilir. Yükseltilmiş sınırlanmış hız hatası armatür akımına referans teşkil ederken armatür akımı hatasında generatör ikaz akımı kontrol devresi için bir referans kaynağı olur.

Tako generatör geri beslenmesi ise daha hassas bir hız doğruluğuna ulaşmak amacıyla kullanılmıştır. Bu konuyla ilgili şema 3.3 e'de verilmiştir. Haddenmakinası uygulamalarında olduğu gibi daha yüksek hızlar için ikaz zayıflatmalı sistemler kullanılır. Böylece hızdaki azalma ikazı kısa zamanda kuvvetlendirme ve aşırı bir armatür gerilimi yaratmaz. Armatür geriliminin kendisi ikaz zayıflatmasını kontrol için kullanılır.

İkaz akımının tam olduğu zamanlarda, bir ikaz akımı kontrol devresi, motor ikaz akımının sabit bir değerde kalmasını sağlar. İzole edilmiş bir armatür gerilim



Şekil 3.3d Ward Leonard kontrol sisteminin temel şeması.



Şekil 3.3a İkaz zayıflatmalı Ward Leonard kontrol sistemi.

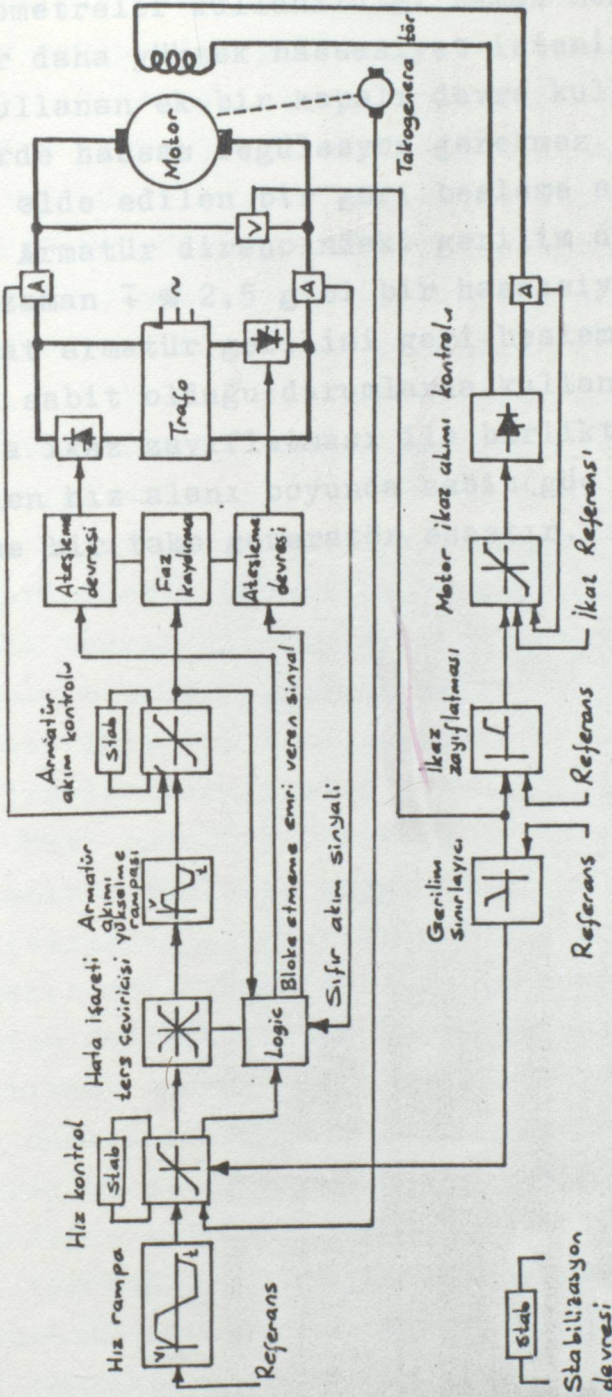
sinyali önceden ayarlanmış bir referans gerilimi ile karşılaştırılır. Motor ikaz akımı böylece azaltılır ve alan zayıflatılmış olur. Bir emniyet tedbiri olarak benzer bir taşma devresi armatür geriliminde fazla artmaları önler. Normal bir düzende armatür geriliminde % 5 lik bir değişme ikaz alanına bütün zayıflatma alanı üzerinde değiştirir. Yükseltilmiş ve lümitlenmiş hata işareti sinyali istenen dönme momentini elde etmek için armatür akımını daima kontrol eder, fakat, alan zayıflatma sahasında, istenilen hızı elde etmek için dolaylı olarak ikaz akımında kontrol eder.

3.3.2 Alan zayıflatmalı tristörlü hız kontrolü :

Bu Ward Leonard sistemine benzer, tek farkı, d.a. generatörünün tristörlü konverterle değiştirilmiş olmasıdır. Şekil 3.3.f'de devredaimsiz akımlı, hangi tristörlerin akım geçireceğini tayin eden bir mantık devresinin kullanıldığı bir sistemin düzeni gösterilmiştir. Sistem 5. kısımda daha detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Alan kontrolü armatür gerilimi ile işletilen yardımcı bir kapalı devre durumunda çalışır. İkaz akımı, konverter çıkış geriliminin önceden ayarlanmış bir değerden aşağı olduğu zamanlarda, içten istenen bir değer ve bir akım geri besleme sinyali ile sabit tutulur. Önceden ayarlanmış olan bu armatür gerilimi, motorun parametreleri tarafından tayin edilmiştir ve motorun nominal gücünün elde edilebileceği hızı - ki taban hızı olarak bilinir - veren gerilimdir.

Ayarlanmış bu gerilimden itibaren n bir taşma devresini ikaz akımını azaltan ek bir sinyal elde etmek için kullanılır ve böylece, hız isteğindeki bir artma armatür geriliminde oldukça küçük bir artmaya fakat ikaz akımında büyük bir değişikliğe sebep olur. Bu düzenin ana avantajı armatür geriliminin maksimum nominal değeri hiç aşmaması ve sadece bir kontrol girişine ihtiyaç oluşudur. Eğer alan hız isteğinden kontrol edilmiş olsaydı zayıf alan durumlarında yavaşlatma veya durma istenildiği zaman armatür üzerinde yüksek gerilimler oluşabilirdi. Çünkü bu koşullar altında hız daha azalmadan, ikaz maksimumuna



Şekil 3.3f İkaz zayıflatmalı tristörlü kontrol sistemi.

çıkacak ve geri e.m.k.'yi tehlikeli bir şekilde artıracaktı.

Yüksüz durumda tam yüke geçiş sırasında ana hızın $\pm 1\%$ ine yakın hız regülasyonu istenen sürücülerde takometre geri beslemesi gerekir ve hassasiyeti $\pm 0.1\%$ olan özel takometreler kullanıldığı zaman hemen hemen mümkündür. Eğer daha yüksek hassasiyet istenirse numerik metodlar kullanan ek bir kapalı devre kullanılmalıdır. Bazı hallerde hassas regülasyon gerekmez ve armatür geriliminden elde edilen bir geri besleme sinyali kullanılabilir. Armatür direncindeki gerilim düşüklüğü dengelendiği zaman $\pm 2,5\%$ gibi bir hassasiyet elde edilebilir. Fakat armatür gerilimi geri beslemesi ancak ikaz akısının sabit olduğu durumlarda kullanılabilir ve dolayısıyla ikaz zayıflatması ile birlikte çalışamaz. Kontrol edilen hız alanı boyunca sabit güç isteyen sürücülerde ise bir tako generatör esastır.

4. D.A. sürücülerinin kâğıt yapım endüstrisinde uygulanmalarının incelenmesi :

Bu modern elektronik ve otomasyon çağında bazı endüstri işlemleri hala operatörün hünerini isteyen birer sanattırlar ve operatörün tecrübesi çok önemlidir. Modern makina dizaynlarının, araçlandırılmalarının ve daha hassas makina kontrol işlemlerinin daha iyi bir kâğıt çıkarılmasına yardımcı olmalarına rağmen bu tecrübe ve hüner konusu kâğıt endüstrisi için de geçerlidir. Daha yüksek hızlı ve daha geniş makinalara doğru eğilim, makina dizaynı mühendislerinin şimdi yardımcı motorlar kullanarak çözdükleri vals, keçe ve elek hayatı ile ilgili problemler doğurmuştur. Bu yardımcı motorlar imal edilen kâğıdın kalitesini ve makina verimini arttırır.

Modern kâğıt makinaları ya mekaniki olarak transmisyonlu sürücülerle veyahatta grupsal doğru akım motorlarıyla tahrik edilir. Her iki durumdada yardım istenen yerlere konan yardımcı motorlar genel olarak elektrik motorlarıdır. D.A. sürücüleri konusunda zamanımızdaki ilerlemeler işletme güvenliğini arttırma, daha çabuk hata bulma ve tamir etme noktaları üzerinde yoğunlaşmıştır. Böylece, koruyucu bakımla birlikte, makinanın çalışmadığı zamanlar azalmıştır. Bunlara ek olarak, gerek ani, gerekse uzun bir zaman boyunca meydana gelen değişikliklere karşı sistemin hassasiyetini arttırmak içinde bir çok çalışmalar yapılmaktadır. Genel olarak modern bir kâğıt makinası besleme kaynağı gerilimi ve frekansındaki, ortam ısısındaki ve yükteki değişikliklere hassas değildir. Bütün bu özellikler bir kâğıt makinasından veya sarıncısından maksimum verimin alınmasını sağlar. Aşağıdaki kısımlarda grupsal tahrikli sürücülerin özellikleri ve gerektiği şeyler anlatılacaktır.

4.1. Geleneksel Ward Leonard sistemi

Çeşitli makina çalışmalarını inceleyen aşağıdaki

araştırma bir Ward Leonard grupsal tahrikle ilgili olmakla beraber çoğu noktalar bir tristörlü konvertörlü sistem içinde geçerlidir.

4.1.1. Mekanik darbe : Grupsal sürücüler, grubun gerektirdiği güce göre seçilirler ve böylece mekanik bir sıkışma gibi durumlarda grup sürücüsü devreden çıkar ve otomatik olarak izole edilir. Gruplardaki yük değişikliklerine tek tek hassasiyeti olmayan transmisyonlu sistemlerde makinaya önemli zararların gelmesini bir biçime saplanmasını sağlar. Grupsal tahrikli sistemlerde bu koruma yukarıda belirtilen özellikle sağlanır.

4.1.2. Grup bakım işaret vericileri :

Her gruptaki armatür akımını veren bir ampermetre operatöre herhangi bir andaki yükü devamlı olarak gösterir. Okunan değerde bir azalma veya çoğalma grupta yükün değiştiğini gösterir, böylece herhangi bir mekanik zorlaşma önceden öğrenilmiş olur, ve çok kötü bir zarar gelmeden bakım yapılabilir. Transmisyonlu sistemlerde uzun süre devam eden fazla yükleri anlamak, grubun bulunduğu noktada mildeki dönme momentini ölçmek çok pahalı araçları gereksindireceğinden, kolaydır.

4.1.3. Bağlama karakteristikleri :

Grupsal sürücüler operatörün kontrolüne ve yüke bağlı olmayan yumuşak bir grupsal bir başlama verirler makinanın mekanik kısımları yani dişliler, miller, kuplajlar vs... bundan dolayı ani yüklere maruz kalmazlar.

4.1.4 Her grubun kendine özel, basamak basamak yavaş yavaş, veya fakat istenilen bir zaman süresince sürebilme özellikleri vardır. Dolayısıyla herhangi bir grup diğer gruplar tam hızla dönerlerken yavaş yavaş dönebilir.

Normal bir başlamada, başlama rampası tarafından tayin edilen bir zaman süresince, bütün gruplar

aynı anda dönmeye başlarlar.ve beraber hızlanırlar.

4.1.5. Hız farkı :

Grupsal tahrikli makinalarda gruplar arasındaki hız oranı kontrolü, heran, yüke bağlı olmadan, değiştirilebilecek şekilde yapılır. Transmisyonlu sistemlerde hız oranı dişli oranı ile ayarlanmış olup ancak makina çalışırken değiştirilebilir. Tako-generatör geri beslemeleri bir kapalı devre sisteminde grup motorunun hızı yük değiştirmelerine temel olarak bağlı değildir. Her grup belirli grupsal oranı için operatör tarafından ayarlandıktan sonra bir ana referans bu oranın büyük bir hız alanı içerisinde sabit kalmasını sağlar.

4.1.6 Esneklik :

Grupsal tahrikli bir makinada makinanın kısımları değiştirilebilir, eklenebilir ve çıkartılabilir. Yani önemli makina modifikasyonları istenen grup sürücüleri çıkartılarak ve yerine yeni sürücüler konularak en kısa zamanda yapılabilir. Böylece değişikliklerin ana sürücünün güçünü de arttırmayı gerektirdiği hallerdeki transmisyonlu sistemlerde böyledir, ufak sürücülere eklemek daha ucuza mal olur. İşte mevcut olan teçhizatın kolaylıkla değiştirilebilmesi ve başka kısımlarda kullanılabilmesi ve bütün bunların çok ucuza yapılabilmesi dolayısıyla grupsal tahrik daha çok taraflıdır.

4.1.7. Grup frenlemesi :

Grupsal tahrikli durumlarda yüksek ataletli gruplar bireysel olarak frenlenebilir. Bu özellik kurutucu gruplarda ve kalenderlerde (ki bunun yataklarındaki sürtünme kuvveti azdır) çok aranır. Bir kurutucunun sıkıştırması veya kalender etrafında bir sarılma gibi durumlarda grubu durdurma mekanik kısımlara fazla bir zorluk yüklemeyen kolayca yapılabilir. Böylelikle makinanın çalışmadığı zamanlar azaltılır ve verim artırılmış olur.

4.1.8 Araçlandırma :

Tepe güç hız, hız oranı, dönme momenti, kağıt gerilimi gibi değişiklikler v.s.. ölçülebilir, ve elde edilen bilgiler her grup sürücüsünde işaret edici kayıt edici veya karakteristikleri kontrolde yardımcı olarak kullanılabilirler. Grupsal tahrik bu gibi ilerlemelere transmisyonlu sistemden çok daha kolay adapte edilebilir. Transmisyonlarda ölçme çok daha zordur, ve bazı kısımlarda olasılığı yoktur.

4.1.9. Yardımcı sürücüler :

Grupsal tahrikli sistemlerde eğer gerekirse bir yardımcı motor eklemek çok kolaydır, çünkü mevcut sistem bu gibi değişmeye uygundur, yani yardımcı motor prensibi ile grupsal tahrik prensibi aynıdır. Transmisyonlu bir sistemde bir yardımcı motor devreye almak daha fazla elektirikli araçları gerektirir.

4.1.10 Yer ekonomisi :

Grupsal tahrikli sistemlerde makina odasının ve bodrumun sadece motorlara, tako-generatörlere dişli kutularına ve kuplajlara yer vermesi gerekir. Böylece makina etrafındaki "boş" kısım optimize edilebilir çünkü motor generatör takımları v.s., yerin o kadar önemli olmadığı yerlerde monte edilebilir.

4.2. Modern eğilimler ve yarı iletken sürücülerinin kullanılması konusunda genel bir inceleme :

Ward-Leonard sisteminin grupsal tahrikli sistemlere uygulanması konusunda şimdiye kadar verilen bilgiler tristörlü konverterli sistemler içinde geçerlidir. Bununla beraber tristörlü sistemlerin Ward-Leonard sistemini yendiği 3 önemli nokta şimdi anlatılacaktır.

(i) Tristörlü sistemlerin çalıştığı zamanların üçte, biri kadardır.

Çünkü yarı iletken sistemlerde kontaktör ve röle sistemleri daha az komplikedir, ve generatörün bakımı

ile ilgili problemler yoktur.

(ii) Tristörlü sistemler motor-generatör takımlarından daha az koruyucu bakımı gerektirir.

(iii) Tristörlü sistemin dinamik cevaplama ve hız hassasiyeti daha iyidir.

Elektronik entegre devrelerin statik sürücüsü sistemlerinde kullanılmasıyla birçok ilerlemeler kaydedilmiştir. Çünkü entegre devreler birçok fonksiyonları tek bir paket içinde verebilirler ve böylece bağlantı sayıları azaltılmış olur. Değiştirilebilen elektronik modüllerde sürücü sistemin kolay servis edilebilmesi sağlar.

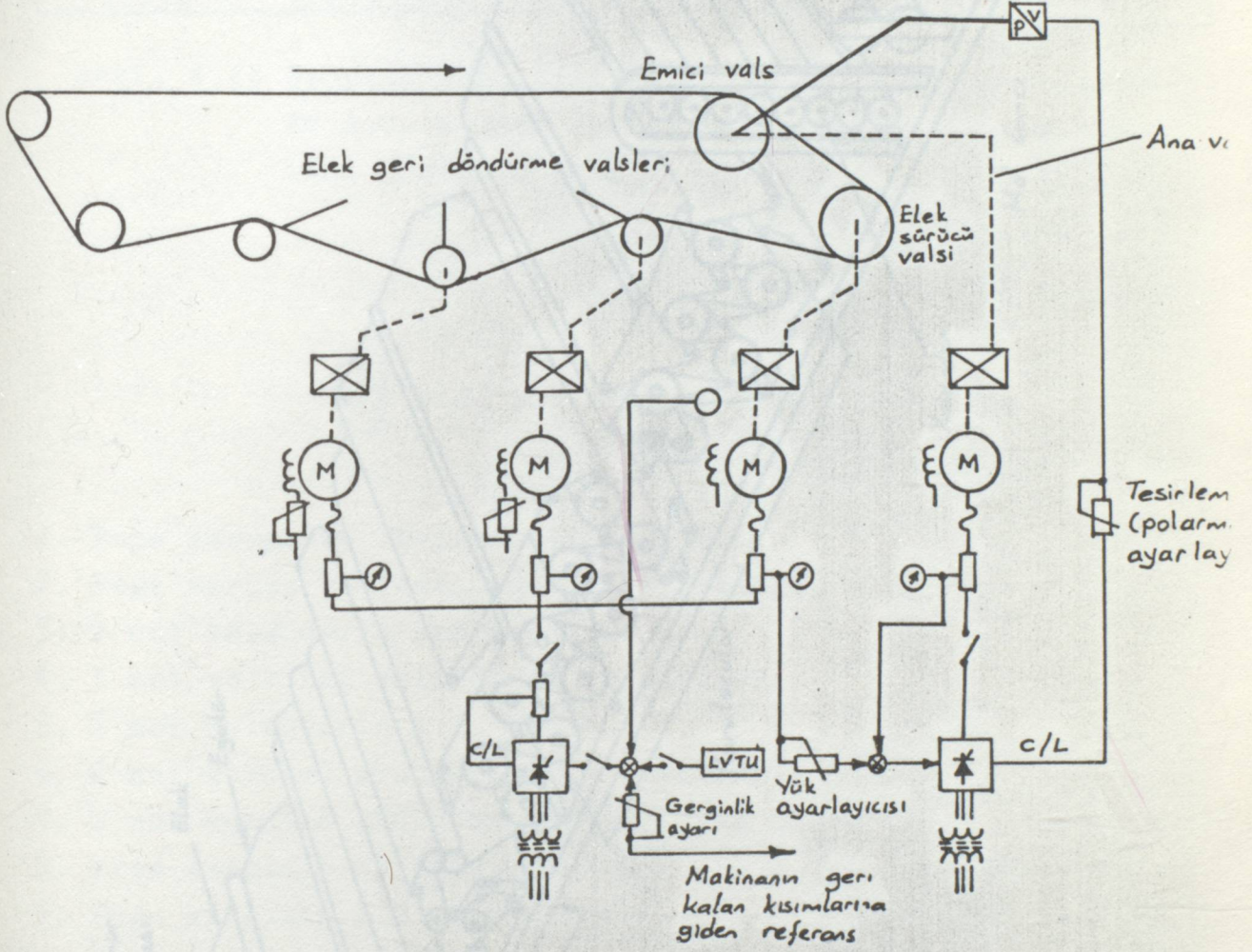
Tek köprülü tipik bir sürücü şekil 4.2.a'de gösterilmiştir, tek köprülü olduğundan art-generasyonlu çalışma olanağı yoktur. Bununla beraber bu çeşit bir sürücü kağıt makinelerinde çok kullanılan düzen aşağıda verilen örneklerde anlatılmıştır.

Grupsal tahrikli bir kâğıt makinasının gruplarının yerleştiriliş şekil 4.2.b ve 4.2.c de gösterilmiştir. Aşağıda kısımlardan istenilen özellikler anlatılmıştır.

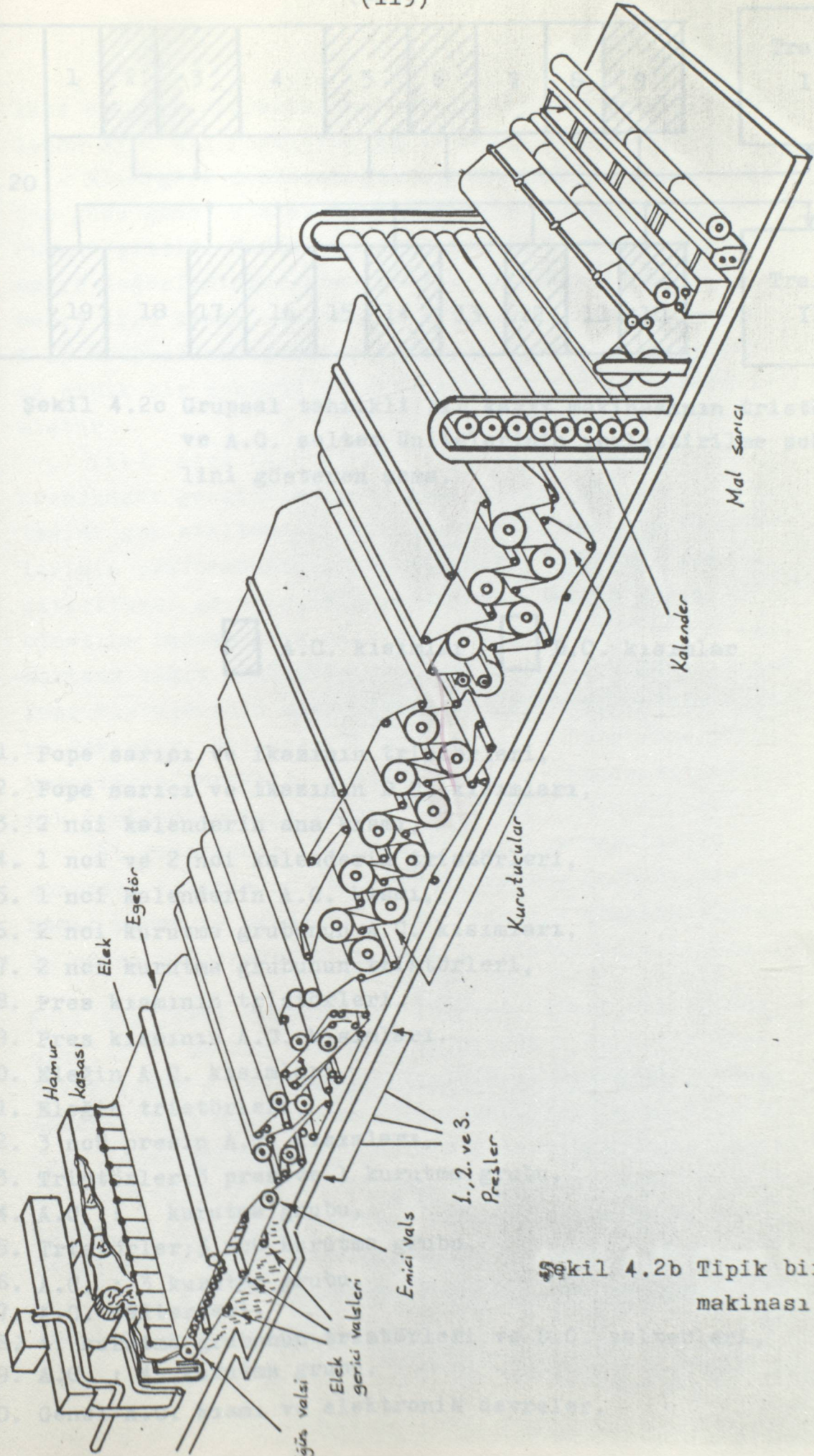
(i) Elek sürücüsü : Bu kısım kâğıt yapma prosesinin en kritik kısmıdır. Klasik makinelerde emici vals, elek döndürücü ve elek geri döndürme valslerinden bazıları sürücülenmiştir. Daha büyük makinalardangöğüs valside sürücülenebilir.

Elek sürücülerini arasında ana sürücü hemen hemen daima elek döndürme valsidir. Eleğin oldukça büyük bir kısmına dokunmakta olduğundan eleğin hızı bu sürücü aracılığı ile oldukça iyi bir şekilde kontrol edilebilir. Diğer valsler yardımcı olarak tüm yükü paylaşırlar ve bu vals tarafından sağlanan sert hız kontrolünü takip ederler.

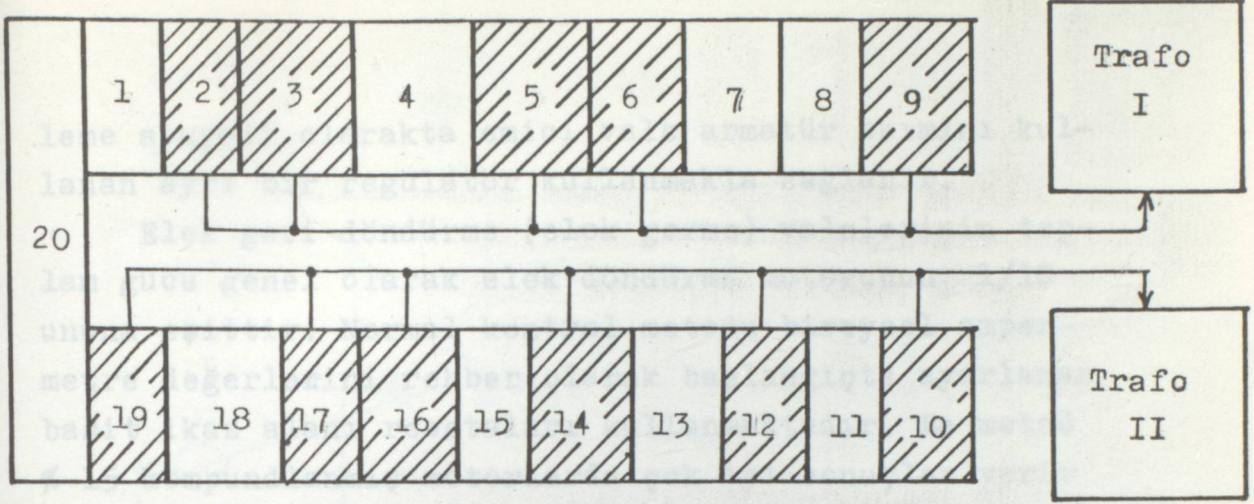
Emici valsın gücü normal olarak elek döndüren valsın gücüne eşittir. İdeal olarak emici vals aynı derecede yüklenmelidir ve bu vals üzerinde referans olarak elek döndürme valsinin armatür akımını ve geri bes-



Şekil 4.2a Sonsuz elek sürücü sistemi.



Şekil 4.2b Tıpkı bir kağıt makinası.



Şekil 4.2c Grupsal tahrikli bir kağıt makinasının tristör ve A.C. şalter ünitelerinin yerleştirilme şeklini gösteren şema.

A.C. kısımlar
 D.C. kısımlar

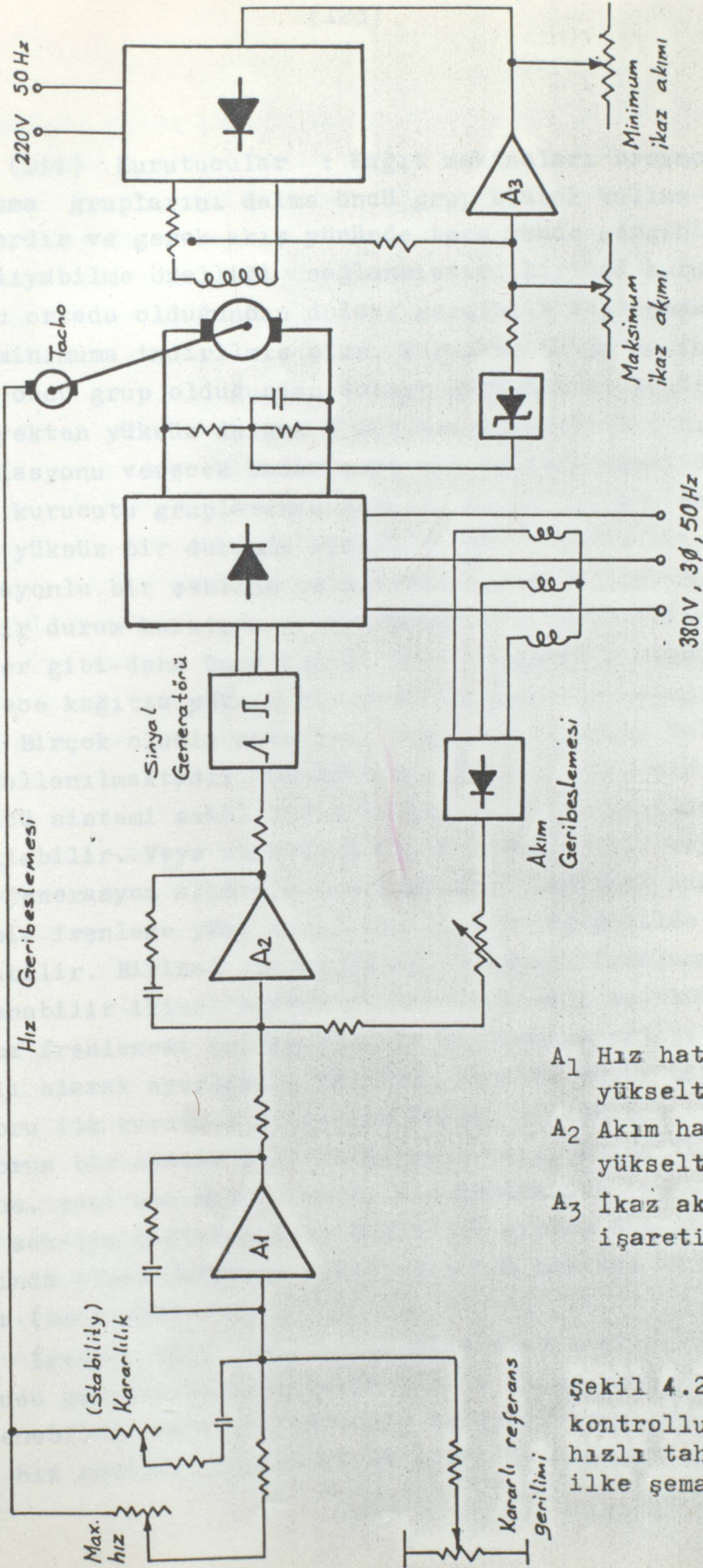
1. Pope sarıçısı ve ikazının tristörleri,
2. Pope sarıçısı ve ikazının D.C. kısımları,
3. 2 nci kalenderin ana kısmı,
4. 1 nci ve 2 nci kalenderin tristörleri,
5. 1 nci kalenderin A.C. kısmı,
6. 2 nci kurutma grubunun A.C. kısımları,
7. 2 nci kurutma grubunun tristörleri,
8. Pres kısmının tristörleri,
9. Pres kısmının A.C. kısımları,
10. Eleğin A.C. kısımları,
11. Eleğin tristörleri,
12. 3 ncü presin A.C. kısımları,
13. Tristörler: 3 pres ve 1 kurutma grubu,
14. A.C. : 1 kurutma grubu,
15. Tristörler: 3 ncü kurutma grubu,
16. A.C. : 3 kurutma grubu,
17. A.C. şalterleri,
18. 4. kurutma grubunun tristörleri ve D.C. şalterleri,
19. A.C. : 4. kurutma grubu,
20. Genel A.C. kısmı ve elektronik devreler.

leme sinyali olarak emici vals armatür akımını kullanan ayrı bir regülatör kullanmakla sağlanır.

Elek geri döndürme (elek germe) valslerinin toplam gücü genel olarak elek döndürme motorunun 1/10 ununa eşittir. Normal kontrol metodu bireysel ampermetre değerlerini rehber olarak başlangıçta ayarlanan basit ikaz alanı reostaları kullanmaktadır. Bu metod % 15 kompundlanmış motorlarda çok iyi sonuçlar verir ve tipik bir kontrol devresi şekil 4.2.d'de gösterilmiştir.

(ii) Pres sürücüleri : Elek ve birinci pres arasındaki gerginlik ayarı imal edilen kağıdın kalitesini çok etkilendiği için pres kısımlarının sürücülerinin performansının çok doğru bir şekilde yerine getirilmesi gerekir. Hız veya pres yükünün değişken olmasına rağmen gerginlik hassasiyetinin % 0.01. olma şartına kâğıt endüstrisinde çok rastlanır. Zamanımızın pres kısımlarının çoğu birden fazla valse ve bir keçe-ye sahiptir. Dolayısıyla aynı keçeyle birbirine bağlı motorların gerektiği şekilde yükü paylaşmasını sağlamak problemi ortaya çıkar.

1. Pres genel olarak sert bir hız regülatörü kontrolü altındadır ve diğer kısımlara öncülük eder. Kâğıt kapma ve sıkma valsleri keçe ile mekanik olarak 1. prese bağlanmıştır ve dolayısıyla bu valsler arasındaki hız farkı keçenin gerilebilme limitleri içinde olmalıdır. Bu son iki vals 1. presle aynı hızda döndüklerinden dolayı kontrolleri ideal olarak bir dönme momenti veya akım kontrolüdür. Baskılar (nip) açık olduğu zaman burk kontrolü gerilim kontrolüne değiştirecek bir hissedici rölenin kullanılması tavsiye edilecek bir noktadır ki yaklaşık olarak doğru bir hız baskılar kapanıncaya kadar elde edilebilsin. Devre, eğer çok büyük bir hız farkı varsa, baskıları açığı tutacak bir şekilde de düzenlenebilir.



- A₁ Hız hata işareti yükselticisi.
- A₂ Akım hata işareti yükselticisi.
- A₃ İkaz akımı hata işareti yükselticisi.

Şekil 4.2â Tristör kontrollü değişken hızlı tahrik sistemi ilke şeması.

bir mafsai valsi yüksek hız durumlarında kullanılabilir.

(iii) Kurutucular : Kağıt makinaları birinci kurutma gruplarını daima öncü grup olarak kullanmışlardır ve gerek akış yönünde ters yönde gerginlik ayarlıyabilme özelliği sağlanmıştır. Birinci kurutucu grubu ortada olduğundan dolayı gerginlik toplanması bir minimuma indirilmiş olur. Kurucutu bütün makina için öncü grup olduğundan dolayı sürücüsünün kontrolü tam yekten yüksüz duruma % 0.1 hassasiyetli bir hız regülasyonu verecek kadar sert bir kontrol olmalıdır. Bazı kurucutu gruplarının kararlı rejim çalışma noktaları yüksüz bir durumda olabilir, hatta bazen art-generasyonlu bir şekilde çalışmalarını istenebilir. Bu gibi bir durum kurutucu grubun diğer bazı grublardan-kalender gibi-daha önce kağıdı geri tutmasıyla oluşur ve böylece kağıtta yüksek bir gerilim olmasına sebep olur.

Birçok olumlu metodlar bu gibi bir durumu önlemekte kullanılmaktadır. Örneğin tam art-generasyonlu bir sürücü sistemi şekil 3.3.f'de gösterildiği şekilde kullanılabilir. Veya sürücünün hiçbir zaman sıfır veya art-jenerasyon akımları geçirmemesini sağlamak amacıyla bir frenleme yükü uygulanabilir. Bu üç şekilde yapılabilir. Birinci olarak devamlı dinamik frenleme uygulanabilir ikinci olarak su ile soğutmalı endüksiyon akımı frenlemesi kullanılabilir ki bunun avantajı devamlı olarak ayarlanabilmesidir. Yahutta küçük bir d.a. motoru ilk kurutucu silindere kuplaj edilebilir. Bu motorun bir statik kontrol devresi olup, daima ters yönde, yani ana motora karşı art-generasyon yapacak bir şekilde bağlanmıştır. Böyle bir sistem ana görevi yanında dişli kutusunu yüklüyerek ölü noktayı elimine eder (backlash).

İstlenen kağıt kalitesini elde edebilmek için kurutucu gruplar arasına bazan bir de tutkallama presi eklenebilir. Ya küçük derecede ekleyici komplunda olan bir hız regülatörü yada küçük derecede depolama olan

bir mafsal valsini yüksek hız durumlarında kullanılabilir. İkinci şekilde kağıt tutkallama presine düzgün alçak bir gerilimle verilir. böylece ana kapalı devrenin dışında az önemli bir pozisyon kontrolü kapalı devresi sağlanır. Kararlı denge sağlama bir problem olarak ortaya çıkmaz çünkü pozisyon kontrolü kapalı devresi ana kontrolün yüzde biri kadar bir kontrole sahiptir.

(iv) Kalender : Kalenderin kontrolü, biraz dinamik veya ikaz değiştirmeli frenleme olanağı sağlanmış basit bir hız regülatörü ile yapılır. Kalenderden evvelki valsler ya ana motora paralel bağlanmış ve ikaz reostaları olan ufak motorlarla ya da bireysel armatür kontrolü olan motorlarla sürülür.

(v) Bobin : Bobinden daha önce gelen kısımların bir çoğunun pozisyon vernierli sürücülü mafsal valsleri (swing roll) kullanmasına rağmen bobin genel olarak gerilim kontrolünü sağlayabilen bir akım yenme sinyali kullanılır. Direkt gerilim ölçmesi de kullanılmıştır.

(vi) Mal sarıcı : Mal sarıcısının kontrolü bir kağıt makinasınınkinden daha kompleksdir çünkü şu özellikleri gerektirir. Kontrol edilebilen hızlanma ve yavaşlama, tehlike karşısında durabilme, ana makaranın akım ve/veya gerilim kontrolü, ön ve arka makaraların akım profili ve ana makaranın çapı azaldıkça hızını artırabilme özelliği.

Zamanımızda kullanılan metod bütün sarıcıya güç veren tek bir tristörlü kontrol edici kullanmaktır. Çeşitli motorların armatür akımları yükseltici generatörler yardımıyla kontrol edilir.

Ön ve arka makaraların arasında akım profili-kiyeniden sarılmış makaranın sertliğini kontrol eder-ön makara yükseltici generatörünü kontrol eden bir elektronik regülatör yardımı ile sağlanır.

Gelecekte her motor kendi tristörlü kontrol elemanına sahip olarak dizayn edilebilir.

5. Tam geri dönüşlü bir yarı iletken sürücüsünün ayrıntılı incelenmesi :

Şekil 1.3.5.'de gösterildiği gibi bu çeşit bir sürücü dört eksen alanı üzerinde çalışabilir ; yani ileri ve ters yönde dönebilir ve her iki yönde frenleyici ve döndürücü dönme momenti verebilir. D.A. makineleri bazen frenleme esnasında enerjinin yükten kaynağa geri beslenmesini gerektiren durumlarda kullanılır. Birkaç örnek kâğıt yapım endüstrisiyle ilgili olarak zaten verilmişti ve diğer birkaç örnek ise asansörler, vinçler ve çekme makinalarıdır. Bir d.a. motor armatürünün bir Ward-Leonard sistemiyle beslenmesi gibi durumlarda bir d.a. motoru ve bir d.a. kaynağı vardır ve enerji alıp verme bu gibi durumlarda oldukça basit bir şekilde oluşturabilir. D.A. kaynağının A.G.'yi D.G.'e çeviren bir konvertörle elde edilmesi durumlarında problem daha kompleksdir. Aşağıdaki inceleme bu gibi durumlarda art-generasyonu nasıl oluşturulabileceği konusundadır.

5.1. Art-generatif frenleme prensibi :

Doğru akım motorlarını frenleme metodları dört tanedir ve bunlardan yalnız art-generatif frenleme metodu kinetik enerjinin ısı enerjisine dönüşmesinden oluşan kaybı önler. Aşağıda, art-generatif frenleme için gerekli olan özel devrelerin çalışma düzeni önce tek fazlı kaynaklar için sonra da üç fazlı kaynaklar için incelenmiştir.

Doğru akım makinalarının frenlemede kullanılan dört metod şunlardır :

(i) Mekanik : Bu metod ya bir sürtünme kemerinin ya bir disk freninin ya da manyetik bir frenin motora fazladan bir mekanik yük olarak uygulanmasıdır. Bütün bunlar şu veya zorlandırılmış hava soğutması gerektirir.

(ii) Dinamik : Bu metod bir direncin armatür uçlarına bağlanmasıdır. İkaz sargısının uyarıldığı ve motorun döndüğü süre boyunca makina bir generatör olarak

çalışır ve kinetik enerjisini direnç üzerinde ısı enerjisi olarak kaybeder.

(iii) Prizleme (plugging) : Bu metod makina i-leri yönde dönerken armatür üzerindeki d.a. besleme kaynağının kutuplarının değiştirilmesidir. Böylece motorun ve yükünü yavaşlatacak ters yönde bir dönme momenti makinaya uygulanmış olacak ve bir müddet sonra motoru ve yükü ters yönde döndürecektir. Motor ve yükün kinetik enerjileri bu metotta bakır kaybı olarak yok edilmiş olur.

Bu çeşit frenleme sadece küçük motorlarda kullanılmalıdır.

(iv) Generatif frenleme : Eğer bir d.a. motorunun geri e.m.k.'i akımı kaynağa geri göndermede serbest bırakılırsa bu zaman enerji motordan kaynağa transfer edilmiş olur ve ısı enerjisine dönüşmez. Bu en randımanlı frenleme şeklidir ve diğer çeşit frenleme sistemlerinden oluşacak ısı enerjisini yok etmenin imkansız olduğu durumlarda esastır.

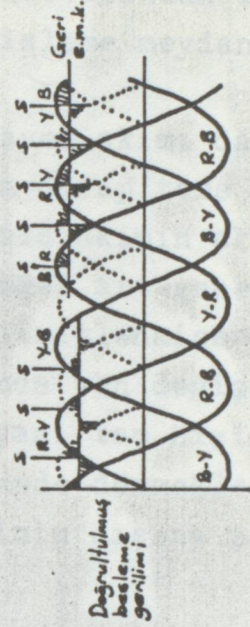
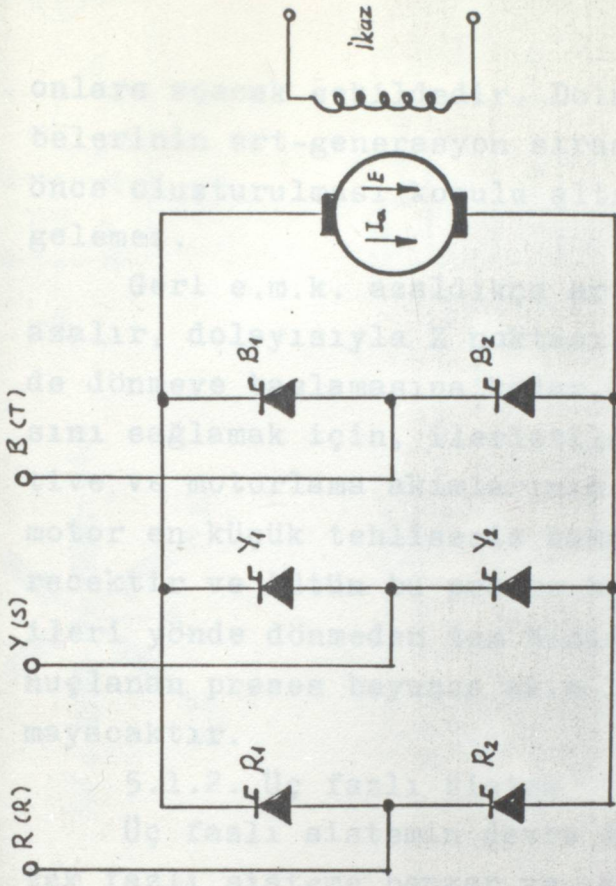
b) 5.1.1. Tek fazlı sistem :

Art-generasyonlu frenlemenin tek fazlı sistemler üzerinde çalışan motorlarda çok seyrek kullanılmasına rağmen böyle bir sistem 3 fazlı sistemlerdeki daha karışık art-generasyonlu frenlemeyi anlayabilmek için iyi bir başlangıç noktasıdır. Şekil 3.1. f'de tek fazlı köprüye bağlanmış bir motor gösterilmiştir. Tristörlerin akım geçirme açısı motor üzerinden geçen akımın ortalama değerini ve dolayısıyla, belirli bir dönme momenti için, hızını tayin eder. Motor durumunda çalışma koşulları altında motorun geri e.m.k., tam dalga rektifike edilmiş olan besleme kaynağı geriliminin ortalama değerinden daha düşüktür ve gerilim ve akım dalga şekilleri şekilde gösterildiği gibidir. Eğer motorun geri e.m.k'ni köprü çıkış geriliminin ortalama değerinden daha büyük yapacak şekilde iletkenlik açısı küçültülürse veya motor hızı dıştan mekanik kuvvetlerle artırılırsa mümkün olduğu durumlarda ters yönde bir akım akacaktır. Bununla birlikte art-gene-

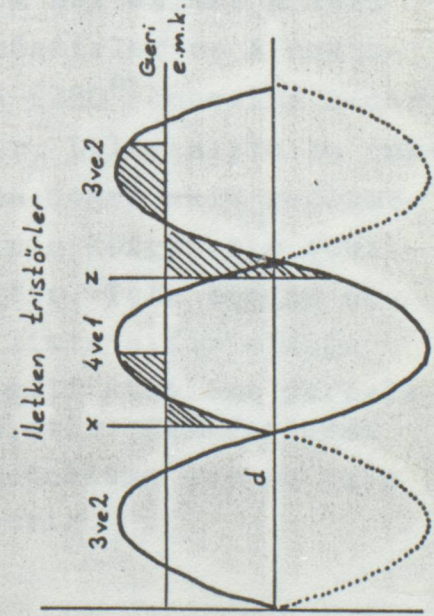
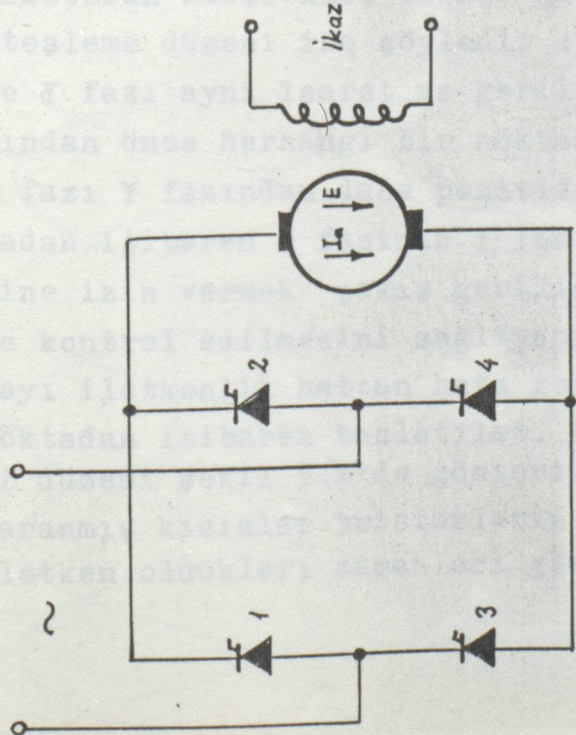
rasyon oluşmaz çünkü köprü ters yönde akım geçirmez. Art-generasyonlu bir çalışmanın olabilmesi için köprünün armatüre bir kontaktör aracılığı ile şekil 5.a da ki gibi bağlandığını düşünelim. Eğer iki tristörlü bir hibrid köprü kullanılmış olsaydı, bu durumda, tristörlerin birisi ateşlendiği zaman akım, değeri devre direnci tarafından limitlenmiş olarak, bu tristör ve bir diyod üzerinden motordan çıkıp tekrar motora dönebilirdi. Dolayısıyla tristörleri çaprazlama olarak çifter çifter ateşlenen 4 tristörlü bir köprü kullanılır. Çalışma şekli de şöyledir : 4 ve 1 nolu tristörlerin x notkasında ateşlendiğini düşünelim (Bak şekil 5.a). Bu anda geri e.m.k. kaynak geriliminden daha fazladır ve akım kaynağa geri akacaktır. Bununla birlikte kaynak gerilimi yükselmektedir ve Y noktasında geri e.m.k.'ye eşit olur. Armatür endüktansından dolayı B alanı A alanına eşit oluncaya kadar akım ters yönde akmaya devam eder. Bu art-generasyon akımının kesikli akma durumudur.

Eğer geri e.m.k. artırılırsa veya ateşleme noktası Z ilerletilirse A alanı ve dolayısıyla B alanı artar. Akımın kesiksiz olarak kaynağa doğru aktığı bir noktaya erişilir. Bununla birlikte, eğer B,C den daha ileri giderse, d noktasından daha ileride, geri e.m.k. kaynak gerilimine devre etrafında akım zorlamak yardımcı olacaktır. Bu akım kaynak gerilimi ters işaretle bir zirveye erişinceye kadar devamlı olarak artacaktır. Bu gibi bir duruma prizlenme (pluggung) denir ve akacak olan çok yüksek akımdan dolayı geçilmelidir. Bunu sağlayabilmek için kaynak gerilimi işaret değiştirilmeden önce akım bir çift tristörden diğer bir çift tristöre geçirilir ve böylece dönümün büyük bir kaynak gerilimine karşı akması sağlanır.

4 ve 1 nolu tristörlerin Z noktasına kadar iletken olduklarını düşünelim. Bu noktada 3 ve 2 nolu tristörler ateşlenir. Kaynak geriliminin işareti bu noktada 4 ve 1 nolu tristörleri geri yönde tesirleyecek ve



Şekil 5a Tek taraflı ve 3 fazlı sistemde art-generasyon.



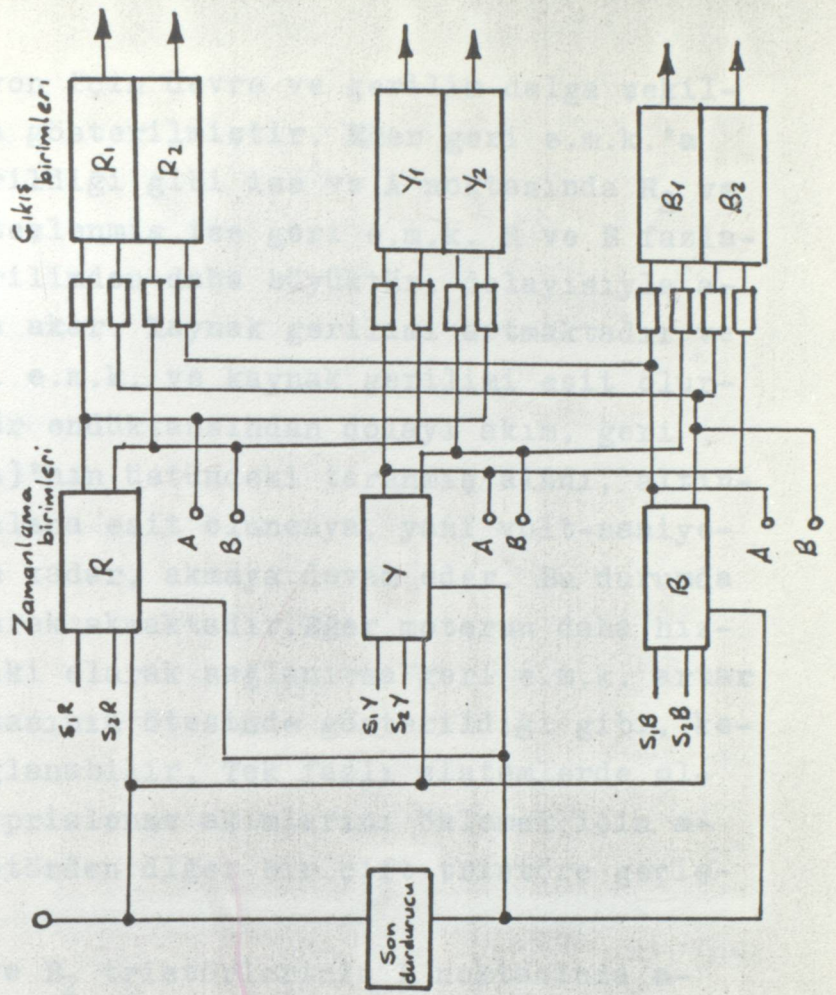
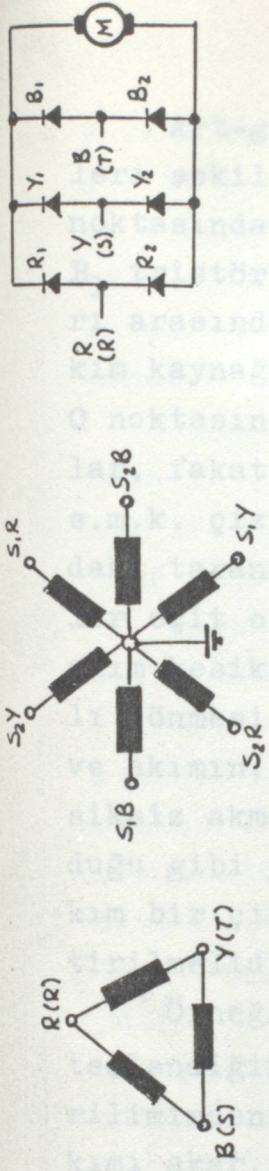
onlara açacak şekildedir. Dolayısıyla, ateşleme darbelerinin art-generasyon sırasında d noktasından daha önce oluşturulması koşulu altında, prizleme meydana gelemez.

Geride e.m.k. azaldıkça art-generasyon akımı da azalır, dolayısıyla Z noktası, motorun durup ters yönde dönmeye başlamasına kadar, daha fazla akımın akmasını sağlamak için, ilerletilebilir. Eğer art-generative ve motorlama akımlarının değeri limitlenmişse motor en küçük tehlikesiz zaman zarfında yön değiştirecektir ve bütün bu proses boyunca, yani tam hızla ileri yönde dönmeden tam hızla geri yönde dönmekle sonuçlanan proses boyunca akım limitlerinin dışına çıkmayacaktır.

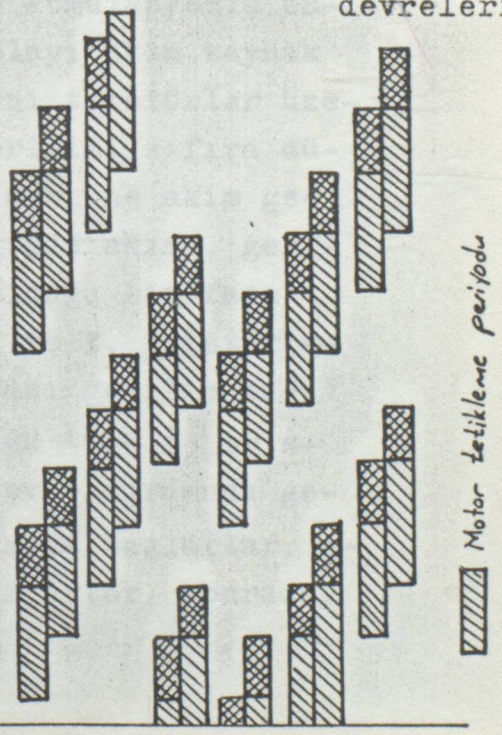
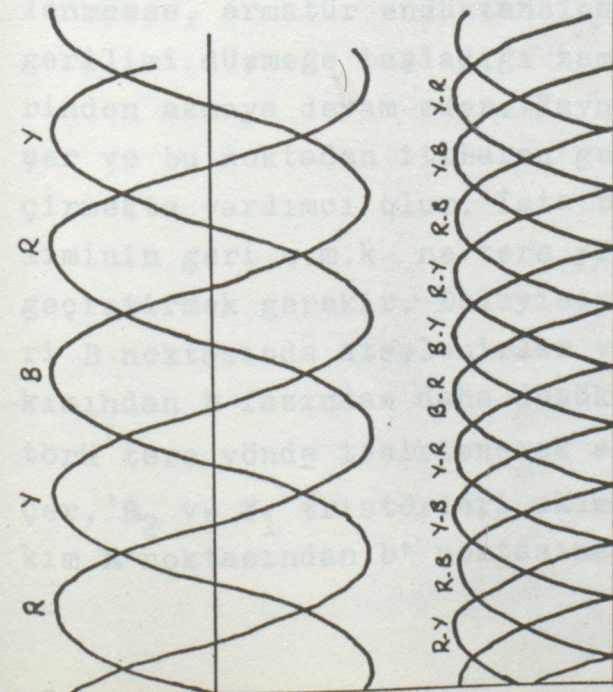
5.1.2. Üç fazlı sistem :

Üç fazlı sistemin devre düzeni ve çalışma şekil tek fazlı sisteme benzer ve, dolayısıyla, yukarıdaki tartışmalar bu sistem için de geçerlidir.

Şekil 3.1.f'de sürece olarak çalışma devresi ve gerilim dalga şekilleri gösterilmiştir. Tristörler S noktasında ateşlenirler ve devre endüstantı akımın P ve Q alanları eşit oluncaya kadar geçmesini sağlar. Tabii ki akımın geçebilmesi için her şeyden önce iki tristörün ateşlenmiş olması gerekir. Tristörlerin ateşleme düzeni ise şöyledir : A noktasında R fazı ve Y fazı aynı işaret ve gerilimdedirler ve A noktasından önce herhangi bir noktada (180° öncesine kadar) R fazı Y fazından daha pozitiftir. Dolayısıyla bu noktadan itibaren R fazının Y fazına doğru akım geçirmesine izin vermek çıkış geriliminin düzgün bir şekilde kontrol edilmesini sağlayacaktır. İşte bundan dolayı iletkenlik hattı hata geriliminin sıfır olduğu noktadan itibaren başlatılır. İlgili ateşleme darbeleri düzeni şekil 5.b'de gösterilmiştir. Hafif olarak taranmış kısımlar tristörlerin motorlama durumu için iletken oldukları zamanları gösterir.



Şekil 5.b 3fazlı tam kontrollü köprünün tetikleme devreleri.



Art-generasyon için devre ve gerilim dalga şekilleri şekil 5.a'da gösterilmiştir. Eğer geri e.m.k.'a noktasında gösterildiği gibi ise ve A noktasında R_2 ve B_1 tristörleri ateşlenmiş ise geri e.m.k. R ve B fazları arasındaki gerilimden daha büyüktür, dolayısıyla akım kaynağa doğru akar. Kaynak gerilimi artmaktadır ve O noktasında geri e.m.k. ve kaynak gerilimi eşit olurlar, fakat armatür endüktansından dolayı akım, geri e.m.k. çizgisi (a)'nın üstündeki taranmış alanı, altındaki taranmış, alana eşit oluncaya, yani volt-saniyeler eşit oluncaya kadar, akmaya devam eder. Bu durumda akım kesiksiz olarak akmaktadır. Eğer motorun daha hızlı dönmesi mekaniki olarak sağlanırsa geri e.m.k. artar ve akımın, B noktasının ötesinde gösterildiği gibi, kesiksiz akması sağlanabilir. Tek fazlı sistemlerde olduğu gibi yüksek prizlenme akımlarını önlemek için akım bir çift tristörden diğer bir çift tristöre geçiştirilmelidir.

Örneğin Y_1 ve B_2 tristörlerinin B noktasında ateşlendiğini düşünelim. Bu anda geri e.m.k. kaynak geriliminden daha yüksek olduğu için art-generasyon akımı akar. Kaynak gerilimi artmaktadır ve bir müddet sonra değeri geri e.m.k.'den daha büyük olur. Fakat, daha evvelde açıklandığı gibi, eğer komütasyonla önlenmezse, armatür endüktansından dolayı akım kaynak gerilimi düşmeğe başladığı zaman aynı tristörler üzerinden akmaya devam eder. Kaynak gerilimi sıfıra düşer ve bu noktadan itibaren geri e.m.k. ne akım geçirmekte yardımcı olur. İşte bu noktada akımı, geriliminin geri e.m.k. ne ters yönde olduğu bir faza geçiştirmek gerekir. Dolayısıyla R_2 ve Y_1 tristörleri B noktasında ateşlenirler ve R fazı gerilim bakımından B fazından daha düşük olduğu için B_2 tristörü ters yönde tesirlenerek açık devre durumuna geçer, R_2 ve Y_1 tristörleri akım taşımaya başlarlar. Akım B noktasından b' noktasına kadar artar, sonrada

R ve B fazlarına geçiştirildiği B'noktasına kadar azalır ve proses böyle devam eder. Akım geçiştirmenin (yani komütasyonun) bir sonucu olarak akım daima karşı gelen bir gerilime doğru akar ve değeri hiçbir zaman zarar verebilecek bir değere ulaşmaz. Bu koşullar altında akım devamlıdır.

Eğer geri e.m.k. daha fazla artırılırsa devre komüsasyon yapmağa devam edecektir, fakat e.m.k.'nin kaynak tepe geriliminden fazla olduğu durumlarda akım sadece devre direnci tarafından liitlenecektir.

Gerek motor olarak gerekse art-generasyonlu çalışma durumları için darbe düzeni şekil 5.b.'de gösterilmiştir. Devamlı akım ve art-generasyon koşulları altında ateşleme darbelerinin hiçbir zaman kaybolmamasını sağlamak çok önemli bir noktadır. Aksi takdirde komütasyon sağlanamaz ve çok zarar verecek bir durum oluşur. İşte bunun için her periyodun sonunda tristörlere bekçi darbeleri adı verilen darbeler uygulanır. Bekçi darbelerinin diğer bir yararı da normal darbelerin periyodun sonundan daha ileride bir noktaya getirilmesini önlemektir.

5.2. Art-generasyonun pratik yönleri :

Şimdi art-generasyonlu bir sistemin dizaynında kullanılanlabilecek bazı yararlı devreler tartışılacaktır. Bunlar önce oldukça genel olarak tartışılacak, detaylar ise tipik bir ateşleme devresi ile ilgili olarak verilecektir.

5.2.1. Genel İstekler :

Bir doğru akım motorunun kontrol sisteminden istenen özelliklerin genel olarak uygulanma yerine bağlı olmasına rağmen aşağıdaki örnekler komplekslik derecelerine göre sıralanmış dört tipik sistemi açıklar.

(i) Basit bir hız kontrolü ; tek yönde dönme, elektriksel frenleme yok, açık veya kapalı devre sistemi olabilir. Kullanıldığı yerler : Fanlar, pompalar ve basit endüstri makinaları.

(ii) İki yönde dönme için hız kontrolü : Elektiriksel frenleme yok, açık veya kapalı devre sistemi olabilir. Kullanıldığı yerler : Tezgazhar, basit vinçler ve taşıma kuşakları.

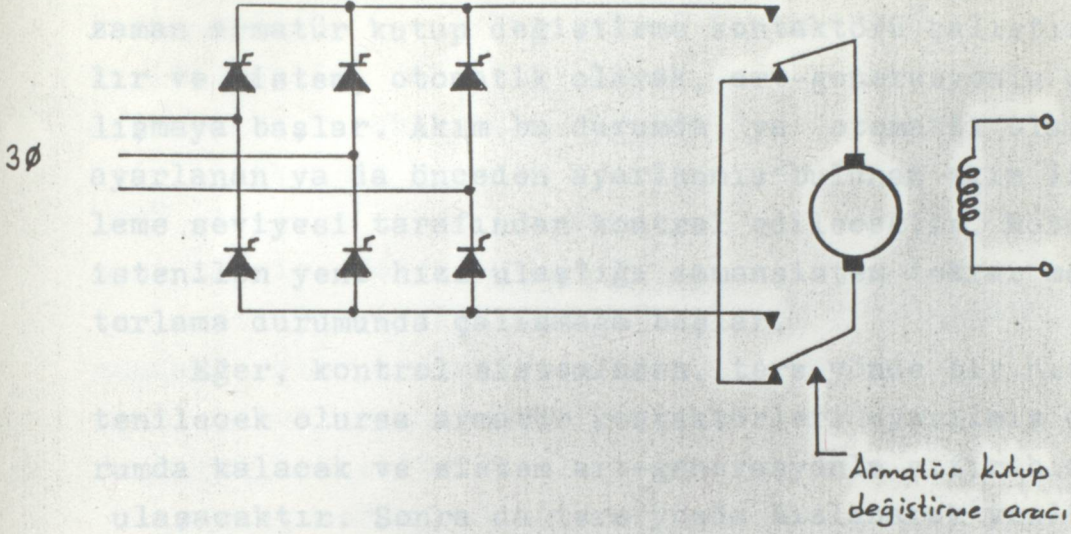
(iii) İki yönde hız kontrolü, tek yönde art-generasyonlu frenleme : kullanıldığı yerler : Vinçler, kağıt makinaları v.s.

(iv) İki yönde hız kontrolü ve iki yönde art-generasyonlu frenleme ; kullanıldığı yerler : Çekme araçları, kağıt makinaları, haddehanler, v.s.

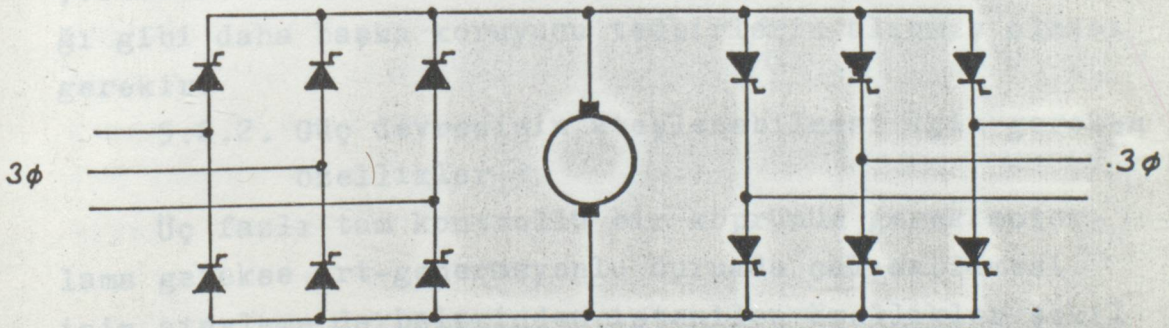
İnceleme sadece (iii) ve (iv) üncü kısımlardaki örneklerle ilgili olacaktır. (iii) üncü grupta armatür veya ikaz alanı kutup değiştirme kontaktörleri olan tamkontrollü üç fazlı bir köprü kullanılır.(iv) grubundaki örneklerde, eğer hızlı yön değiştirme veya hafif bir yükte çalışma isteniyorsa yine armatür veya ikaz alanı kontaktörleri kullanılabilir. Aksi takdirde armatüre zıt paralel bağlanmış iki tane üç fazlı köprü gerekir. İki köprü de tam kontrollü olmalıdır. Devreler şekil 5.c'de gösterilmiştir. Devre 2'de, bir yönde dönme için, köprü A sürücü olarak köprü B de art-generasyon için kullanılır. Diğer yönde dönme durumunda ise görevler değişir, yani köprü A art-generasyonlu olarak, köprü B ise sürücü olarak çalışır. Her köprü ayrı birer ateşleme devresi gerektirir.

Devre 1 in (iv) üncü gruba uygulanmasında çalışma şekli şöyledir : Motorlama zamanında köprü, tristörlerin iletkenlik açısı ve geri e.m.k. değeri tarafından tayin edilen bir hızda, motora enerji vermektedir. Eğer kontrol sistemi daha az bir hız isteyerek olursa motor ve yük ataleti hızda çabuk bir azalmaya karşı gelecektir. Dolayısıyla, motoru ve yükünü daha çabuk yavaşlatmak için sistemin art, generasyon yapması gerekir.

Art-generasyona ihtiyaç kontrol devresi hata yükselticisinin çıkışına bakarak anlaşılabilir. Eğer yük-



- (i) Armatürün kutbunun değiştirilişini gösteren basit bir güç devresi.



- (ii) Zıt paralel bağlanmış iki köprülü güç devresi.

Şekil 5.c

seltici aşağı limitinde doyurulmuş durumda ise, yani, eğer motor istenilenden çok daha hızlı dönüyorsa o zaman armatür kutup değiştirme kontaktörü çalıştırılır ve sistem, otomatik olarak, art-generasyonlu çalışmaya başlar. Akım bu durumda, ya otomatik olarak ayarlanan ya da önceden ayarlanmış bulunan akım limitleme seviyesi tarafından kontrol edilecektir. Motor istenilen yeni hızı ulaştığı zamansistem tekrar motorlama durumunda çalışmaya başlar.

Eğer, kontrol sisteminden, ters yönde bir hız istenilecek olursa armatür kontaktörleri uyarılmış durumda kalacak ve sistem art-generasyonla sıfır hıza ulaşacaktır. Sonra da ters yönde hızlanarak yeni hıza varacaktır. Bütün bu değişmeler, normal olarak, önceden ayarlanmış akım limit seviyesinde oluşur.

Aynı tartışma akımın yön değiştirmesinin ikaz alanının kutuplarını değiştirmekle sağlandığı durumlarda da geçerlidir. Yalnız, ateşleme darbelerini tetrar vermeden önce, ikaz akısının kendisini ters yönde oluşturabilmesi için yeteri kadar bir zaman beklemek gereklidir.

Aynı tartışma iki köprülü sistemler için de geçerlidir. Yalnız bu durumda daha sonra da açıklanacağı gibi daha başka koruyucu tedbirlerin alınmış olması gerekir.

5.2.2. Güç devresinin ateşlenebilmesi için gereken özellikler :

Üç fazlı tam kontrollü bir köprünün gerek motorlama gerekse art-generasyonlu durumda çalışabilmesi için ateşleme darbelerinden istenilen özellikler şekil 5.b.'de gösterilmiştir. Darbeler ateşleme devresi içinde çapraz olarak bağlanmıştır. -Bu çapraz bağlanma motorlama durumu için gerekli değildir, fakat art-generasyonlu çalışma için esas olan bir bağlantı şeklidir.

Motorlama durumu için ; R_1 ve Y_2 tristörleri (Bak Şekil 5.b.) A periyodu süresinde ateşlenmelidir. Böy-

lece R fazının Y fazına doğru iletkenliği sağlanır. Aynı şekilde B periyodunda R_1 ve B_2 tristörleri ateşlenmelidir ve dolayısıyla R fazının B fazına doğru iletkenliği sağlanır. Çalışma açısının sıfır olduğu nokta x noktasıdır. Köprünün çıkışını arttırmak için iletkenlik açısını arttırmak gerekir ve bu açının 120° olduğu y noktasında çıkış gerilimi bir maksimuma ulaşır. Motorlama durumu için çarpaz bağlantı terimlerinin gerekli olmadığı açıkça görülebilir. Bununla beraber art-generasyonlu çalışma şekli için gerekli olduklarından bütün çalışma durumları için orada bırakılabilirler.

Art-generasyonlu bir şekilde çalışabilmek için gerekli olan ana özellik enerjinin d.a. motorundan besleme kaynağına doğru geri akabilme özelliğidir. Bu enerji transferinin oluşabilmesi için, kaynak geriliminin akım geçişine karşı gelecek bir işaretle bulunması gerekir. Bunu sağlayabilmek içinse ateşleme noktasındaki gerilimi geri e.m.k.'nden daha küçük olan ve değer bakımından yükselmekte olan hattaki tristörler ateşlenir. Daha evvelde açıklandığı gibi, art-generasyon akımının kesiksiz olduğu durumlarda, bu akımın bir çift tristörden diğer bir çift tristöre geçirilmesi (komütasyon) çok önemli bir husustur. Aksi takdirde kaynak gerilimi işaret değiştirdiği zaman bile akım aynı tristörler üzerinden geçmeye devam edecek ve değeri devreye çok zarar verecek bir seviyeye ulaşabilecektir. Böyle bir durumu önleyebilmek amacıyla bekçi darbeleri adı verilen özel darbeler şekil 5.a'daki kesişme noktaları B_1 den biraz önce oluşturulur.

Art generosyonlu çalışma durumuna geçmede devrede değişen bir durum yoktur, sadece darbeler biraz daha önce oluşturulur. Şekil 5.a.'da gösterildiği gibi, ateşleme açısı, bekçi darbelerinin olduğu noktadan başlayarak ve art-generasyonlu çalışma durumundan geçerek maksimum motorlama geriliminin elde edilebilece-

ği noktaya kadar kesiksiz olarak değistirilebilir.

5.3. Esas fonksiyonel elemanları gösterilmiş tam bir dizayn örneği :

Şekil 3.3.f. genel düzeni göstermektedir ve inceleme bu şekile bağlı olarak yapılacaktır.

Kontrol bir çift kapalı devre sistemini kapsar ; bir iç akım kontrolü kapalı devresi ve bir de dış hız kontrolü kapalı devresi. Birinci gerđ besleme sinyali armatür devresindeki bir doğru akım trafosu aracılığı ile ikinci geri besleme sinyali ise bir tako-generatörden elde edilmiştir. Motor şönt sargılı bir makina olup ikazını akım kontrolü olan tam kontrollü bir konvertör devresinden alır.

Armatür zıt paralel bağlanmış üç fazlı, tam kontrollü iki köprü tarafından beslemekte olup bu köprülerin, herhangi bir anda sadece birisinin akım geçirmesi bir kontrol devresi ile sağlanmışır. Her köprünün, ortak bir faz kaydırıcısı tarafından çalıştırılan, özel bir ateşleme devresi vardır ve bu ateşleme devreleri akım yükseltici ile beslenirler. Akım isteme sinyali I_D , armatür devresindeki bir doğru akım, akım tarafından ayarlanır.

Hız isteme sinyali V_D 'nin yükselme oranı, tako-generatörden gelen geri besleme sinyali ile karşılaştırıldığı hız kapalı devresi yükselticisine gelmeden önce, bir rampa devresi ile kontrol edilir. Yükseltilmiş hata işareti sinyali sonra bir işaret değiştirici devreden ve daha sonra da armatür akımı rampa devresinden geçer ve akım kapalı devresini besleyen bir akım isteme sinyali I_D olarak kendisini gösterir.

Hız ve akım yükselticilerinin her ikisinde, dinamik kararlılığı kontrol etmekte kullanılan birer stabilize devreleri vardır.

Mantık ünitesine üç sinyal girer : Bir armatür akımı (I_a) sinyali, bir akım isteme sinyali (I_D) ve birde hız yükselticisinin çıkış sinyali. Bunların hepsi ateşleme devresini kontrol eden bloke sinyalleri c ve e yi hesaplamakta kullanılır.

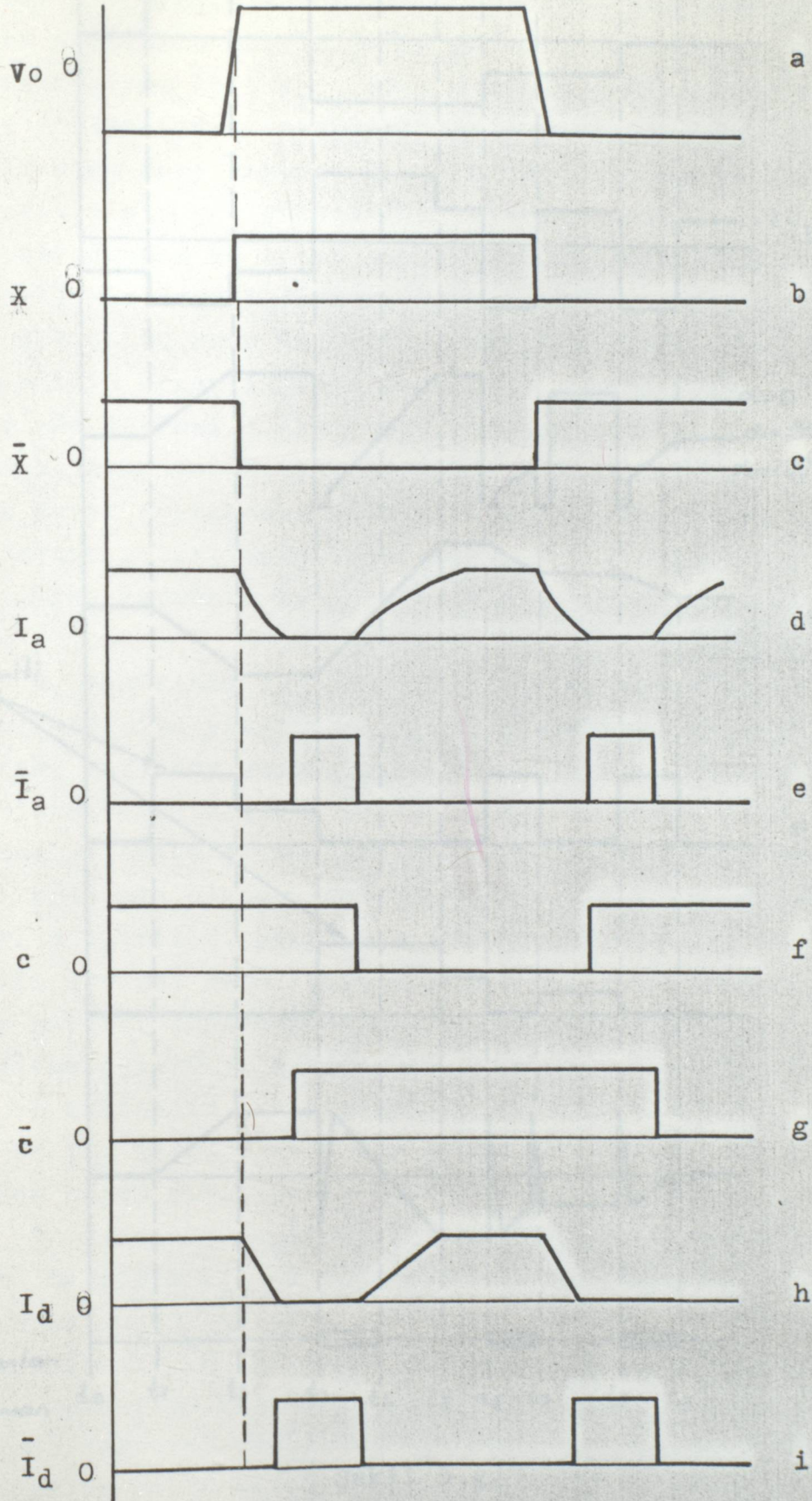
İkaz kontrol devresinde alan zayıflatma, yüksek gerilime karşı koruma gibi ek devrelerde vardır. Her ikisi de armatür gerilimine göre ayarlanmış bulunan bir referans sinyali ile kontrol edilir. Alan zayıflatma sırasında kontrol devresi hızı, gücüsabit tutacak bir şekilde, temel hızın üzerinde çıkarır ve armatür gerilimi limitleme devresi, V_a yı belirli tehlikesiz limitler arasında tutacak şekilde, hız yükselticisini besler.

Mantık devresindeki anahtarlama dalgâ şekilleri şekil 5.e'de gösterilmiştir. Hız kapalı devresi hatta yükselticisinin çıkışı a eğrisi ile belirtilmiştir. b ve c de bunun karesi alınmış ve ters çevrilmiştir. d eğrisinde armatür akımı I_a nın şekli gösterilmiştir, e ise bunun sıfırdan geçerken karesi alınmış ve ters çevrilmiş durumudur. Akım isteme sinyali I_D h eğrisi ile, karesi alınmış ve ters çevrilmiş şekli ise i eğrisi ile gösterilmiştir. c.A köprüsü için bloke etmeme sinyalidir, c ise B köprüsü içindir.

C ve \bar{c} sinyallerinin her ikisinde pozitif olduğu durumda (yani bloke edici durumda) bir t_d zamanı için armatür akımının geçemeyeceği şekilden görülebilir. Dolayısıyla sistem devri daim akımı olmayan bir sistemdir, yani bir köprüden geçen akım diğer köprü üzerinden devri daim yapamaz. Devri daim akımının olduğu sistemler, köprü değiştirme sırasında bu akımı kontrol eden bir devreye sahiptir. Devridaim akımlarını limitleyecek koruyucu devrelere ihtiyaç göstermelerine rağmen bu gibi sistemlerin cevap vermeleri daha hızlıdır.

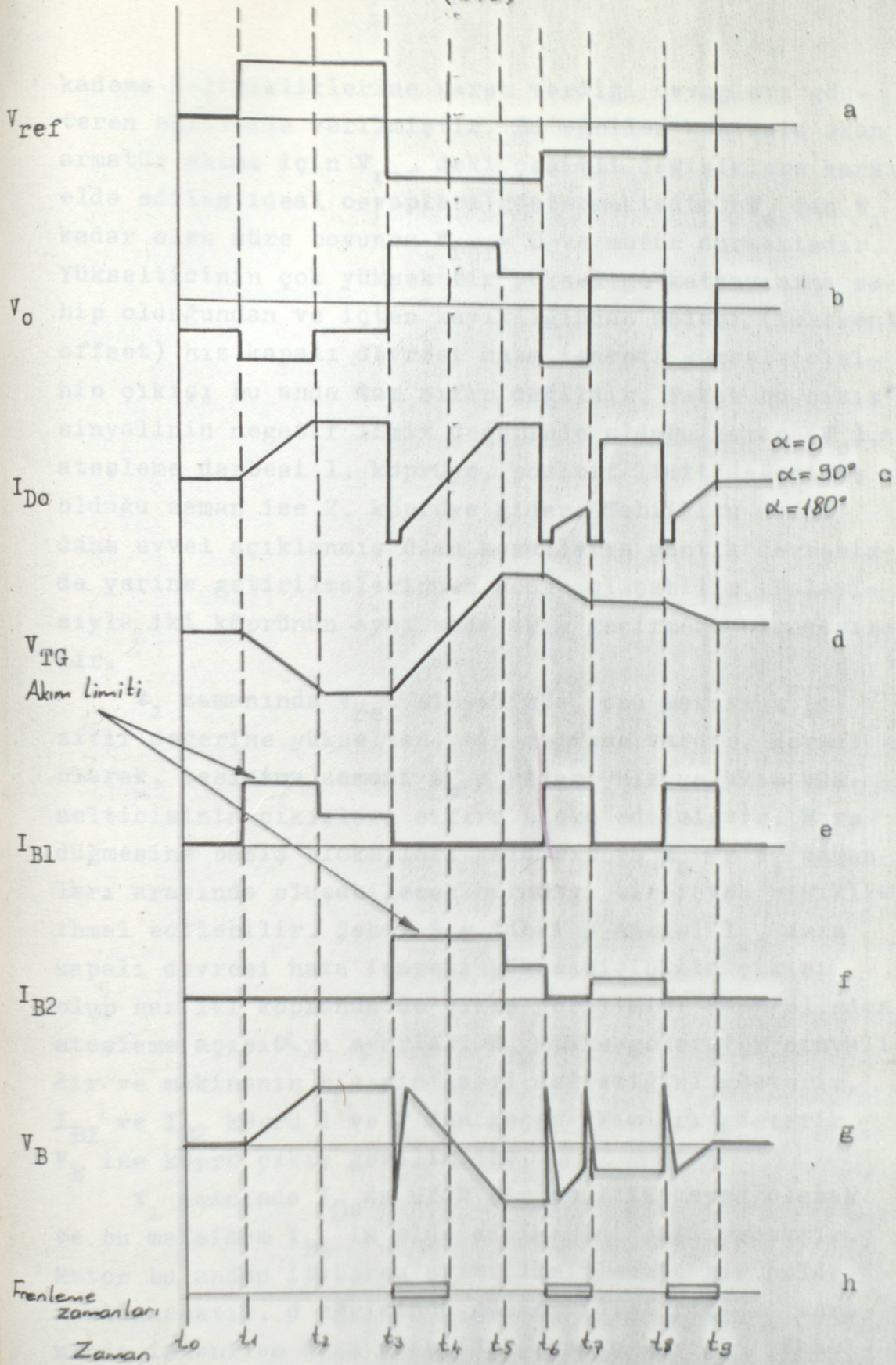
Bir köprüden diğer köprüye geçiş sırasında armatür akımının bu t_d zamanı zarfında sıfır olmasını (yahut da önceden ayarlanmış küçük bir değerden daha az olmasını) mantık devresi sağlar.

Sistemin çalışma şeklini daha açıklayıcı bilgiler, şekil 5.g.'de, sistemin giriş gerilimindeki çeşitli



Şekil 5e Mantık biriminde dalga şekilleri.

(140)



Şekil 5.g

kademe değişikliklerine karşı verdiği cevapları gösteren eğrilerle verilmiştir. Bu eğriler kesiksiz akan armatür akımı için V_{ref} deki çeşitli değişiklere karşı elde edilen ideal cevapları göstermektedir. t_0 dan t_1 e kadar olan süre boyunca $V_{ref} = 0$ ve motor durmaktadır. Yükselticinin çok yüksek bir yükseltme katsayısına sahip olduğundan ve içten kayıklığından dolayı (inherent offset) hız kapalı devresi hata işareti yükselticisinin çıkışı bu anda tam sıfır değildir. Fakat bu çıkış sinyalinin negatif limit değerinde olduğu zaman (V_0), ateşleme darbesi 1. köprüye, pozitif limit değerinde olduğu zaman ise 2. köprüye gider. Tabii ki bu durum daha evvel açıklanmış olan koşulların mantık devresinde yerine getirilmelerinden sonra oluşabilir. Dolayısıyla iki köprünün aynı anda akım geçirmesi olanaksızdır.

t_1 zamanında V_{ref} sinyalinde, onu maksimum pozitif değerine yükselten, bir değişme vardır. Normal olarak, baslatma zamanı t_0 a kadar, hız ve akım yükselticisinin çıkışları sıfıra bloke edilmiştir. Marş düğmesine basış blokaırları kaldırır ve t_0 ve t_1 zamanları arasında oluşabilecek herhangi bir içten kayıklık ihmal edilebilir. Şekil 5.g.'deki c eğrisi I_{D0} akım kapalı devresi hata işareti yükselticisinin çıkışı olup her iki köprünün de çıkış gerilimini kontrol eden ateşleme açısı α yı ayarlar. V_{TG} tako-generatör sinyali dir ve makinanın hızının nasıl değiştirdiğini gösterir. I_{B1} ve I_{B2} köprü 1 ve 2 den geçen akımları gösterir, V_B ise köprü çıkış gerilimidir.

t_1 zamanında I_{D0} da ufak bir pozitif kayma olacak ve bu maksimum I_{B1} in elde edilmesini sağlayacaktır. Motor bu andan itibaren akımı limitlenmiş bir halde hızlanacaktır. d eğrisinde gösterildiği gibi t_2 zamanında istenilen hıza erişildiği zaman her iki yükseltici de doğrusal yükseltme alanlarında çalışmaya başlayacak ve motor hassas olarak istenilen hızda tutulmuş olacaktır. Armatür devresi, anlık dönme momentle-

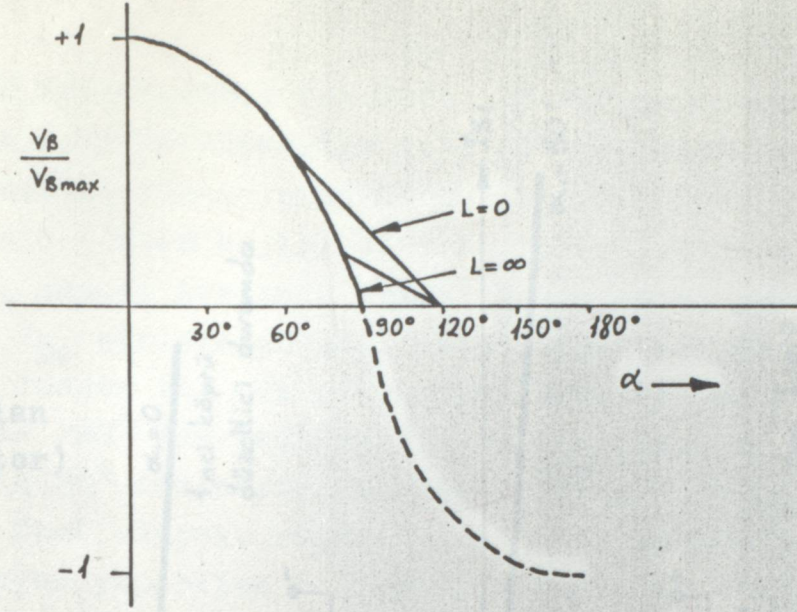
rine bağılı bir akım çekecek ve I_{BI} eğrisinden görülebileceği gibi, t_2 ve t_3 zamanları arasında limit değerinden daha düşük olacaktır. Bu zaman zarfında 1. köprü, şekil 5.h.'de $P_{2/3}$ olarak gösterilen noktada çalışmaktadır.

t_3 zamanında ters yönde maksimum hızın istendiğini düşünelim. I_{do} hemen sıfır akım ister ve sonuç olarak, endüktif bir geri e.m.k. doğmasına sebep olan armatür akımındaki düşüklükten dolayı, 1. köprüün çıkış gerilimi işaret değiştirir. Bu V_B eğrisinde t_3 zamanında gösterilmiştir. Çalışma noktası armatür akımı sıfıra ulaşınca kadar p_3 noktasında kalır ve bir t_d zaman gecikmesinden sonra köprü 2 devreye girebilir. Şekil 5.h.'de gösterildiği gibi bu anda çalışma noktası P^*_3 dür. Çalışma noktasının yeri halen ileri yönde ve yaklaşık olarak maksimum hızda dönmekte olan motorun ürettiği geri e.m.k. tarafından tayin edilmiştir. Fakat armatür akımı yön değiştirmiş olup köprü çıkış gerilimi geri e.m.k. ile yöndedir. Dolayısıyla t_3 ve t_4 zamanları arasında art-generasyonlu bir frenleme oluşur.

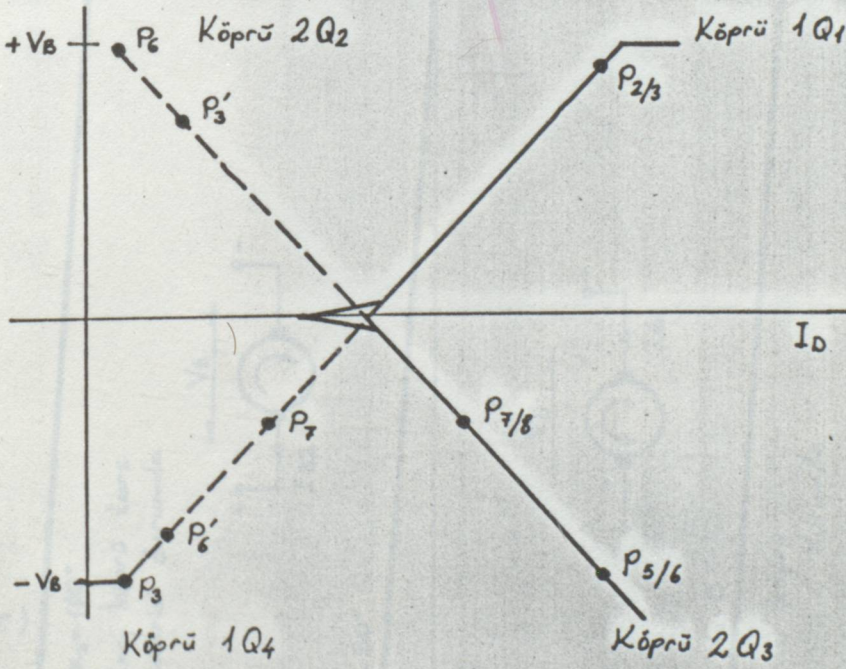
t_4 ve t_5 zamanları arasında motor sabit armatür akımı ile ters yönde maksimuma doğru hızlanır. t_5 ve t_6 zamanları arasında her iki yükselticide doğrusal kontrol alanlarında çalışırlar ve çalışma noktası ise ters yönde motorlama alanı içinde $P_{5/6}$ noktasıdır. t_2 ile t_6 zamanları arasında motor, gerilim/akım karakteristiği üzerinde, her dört eksen sahası içinde çalışmış olur.

t_6 zamanında referans gerilimi işareti aynı tutularak biraz azaltılmıştır. Köprü 2 armatür akımı sıfıra erişinceye kadar P_6 noktasında çalışır. Bir t_d zamanı sonra ise köprü 1, çalışma noktası p^1_6 olarak devreye girer ve t^1_6 ve t_7 zamanları arasında bir frenleme oluşur.

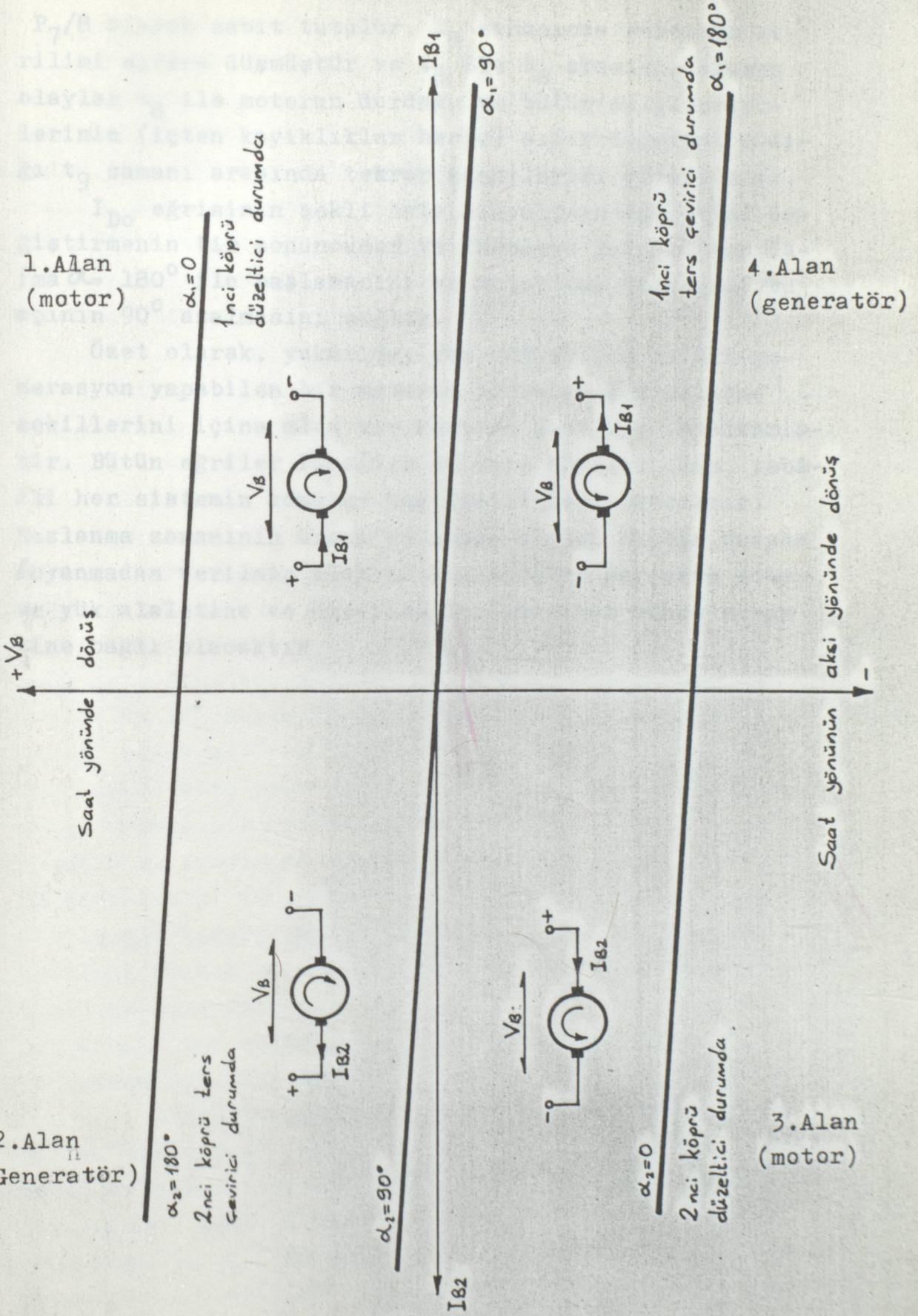
t_7 zamanında köprü 2 kontrolü tekrar üzerinde alır ve t_7 ve t_8 zamanları arasında çalışma noktası



Şekil 5f



Şekil 5h Çalışma noktasını gösteren kontrol karakteristiği



Şekil 5.i

$P_{7/8}$ olarak sabit tutulur. t_8 zamanında referans gerilimi sifıra düşmüştür ve t_6 ile t_8 arasında oluşan olaylar t_8 ile motorun durduğu ve bütün dalga şekillerinin (içten kayıklıklar hariç) sıfır değerini aldığı t_9 zamanı arasında tekrar kendilerini gösterirler.

I_{D0} eğrisinin şekli hata sinyalinin işaretini değiştirmenin bir sonucudur ve frenleme periyodunun da-
ima $\alpha = 180^\circ$ ile başlamasını ve motorlama durumunda bu açının 90° azalmasını sağlar.

Özet olarak, yukarıda, yön değiştiren ve art-gerasyon yapabilen bir motorun bütün mümkün çalışma şekillerini içine alan bir kontrol periyodu incelenmiştir. Bütün eğriler idealize edilmiş eğriler olup, tabii ki her sistemin kendine has özellikleri olacaktır. Hızlanma zamanının oranı ve zaman ölçeği hiçbir hesaba dayanmadan verilmiş olup bu değişkenler gerçekte motor ve yük alaletine ve üretilebilen maksimum dönme momentine bağlı olacaktır.

6. Bazı önemli pratik yönler

Tristörlü konvertör araçlarının spesifikasyonları, dizaynları yapımları ve montajları sırasında aşağıdaki noktaları göz önüne almak yararlı ve gereklidir. Bu noktalar gelişigüzel seçilmiş olup, çok önemli olmalarına rağmen konunun en son işlenmesi olarak düşünülmemelidirler. Şu açıktır ki her aracın, özel olarak işlenmesi gereken, kendilerine öz durumları olacaktır.

6.1. Sistem düzeni ve bağlantıları

Bütün araçlarda, sistemin yerleştirilmesi ve bağlanması sırasında yerine getirilmesi gereken bazı kurallar vardır.

Elektronik araçların normal ve kusursuz çalışması ısı, nemlilik ve hava basıncına çok bağlı olduğundan, sistemin kurulacağı yerin seçimi oldukça önemli bir noktadır. Kabinenin çevre sıcaklığının tipik olarak 10-40°C arasında olması gerekir. Eğer araç 1000 metreden daha yüksek yerlerde çalışacaksa açıklıklar ve izolasyon izinli klüro kdnisindü vzal tedbirler almak gerekir. Atmosferin temiz ve kuru olması, içinde ateş alabilecek buhar ve gazların bulunmaması da önemli bir noktadır. Bağıl nemlilik % 80 den az olmalıdır. Aracın etrafında soğutucu havanın kolaylıkla akabileceği ve bakım ve servisin kolaylıkla yapılabileceği kadar açıklık bulunmalıdır. Dar yerlerde kurulmuş aracın hemen yakınında zorlanmış veya başka türlü havanın dolaşabileceği kadar bir yerin bulunması çok önemli bir noktadır. Aksi takdirde çevre sıcaklığında istenmeyen yükselmeler olabilir.

Elektiriksel bağlantılar ise kurucu firmanın talimatnamelerine uyularak yapılmalı ve güç taşıyan kablolar sinyal taşıyan kablolardan uzak tutulmalıdır. Sinyal kablolarının çok uzun olduğu durumlarda bunlar çifter çifter bükümlenmeli, perdelenmeli ve demir borular içerisinde taşınmalıdırlar. Tristörlerin kapılarına giden kablolar da bükümlenmelidirler ve

ve bunlarla diğerk sinyel taşıyan kablolar arasında bir halkalanmanın olmaması sağlanmalıdır.

Normal durum paraziti sinyel taşıyan kabloların uçları arasında oluşur ve ana sinyalleri seri durumda olduğu kabul edilir. Gerek sinyel kaynağının gerekse taşıyıcı tablonun dirençlerinin düşük olması gerekir. Tipik bir kablo empendansı 30akadardır ve sinyel kaynağının empedansının da bu değere yaklaşık olması istenir. Burkulmuş kabloların ve özel kablo yön veriş şekillerinin kullanılması zaten açıklanmıştı. Devri-daim toprak akımları ise toprakla halkalanmanın olmamasını sağlamakla önlenabilir.

Faz paraziti (ortak durum paraziti) toprak ile sinyel kablosu arasında kendisini gösterir. Genel olarak ya çeşitli topraklama noktaları arasındaki potansiyel farkından ya da iletken çifleri arasındaki elektriksel ve manyetik kaplamalardan dolayı doğar. Bir kural olarak; bütün güç ve A.G.akımı taşıyan kabloları sinyel kablolarından ayrı tutmak ve bütün toprakları bir noktada toplamak çok yararlıdır.

Bir kağıt makinası kontrol sisteminde bireysel tristörlü üniteleri; tristörlerin boyutuna ve gücüne bağlı olarak ve veya iki makina grubunun tristörlü köprülerini ihtiva eden standart kabineler halinde gelir. Sigortalar, kontaktörler, araç transformatorları, şöntler, akım transformatorları, manyetik fazla-yük röleleri ve bunun gibi bütün A.G. devreleri ise yakınındaki bir kabinede monte edilmiştir. Dolayısıyla bütün araçlar, üzerlerinden A.G. barası geçen, bir A.G. anahtarlama devresi, bir ilgili tristör devresi kabineleri olarak sıra ile monte edilmiştir. Otomatik kontrol araçları ise, normal olarak, orta bir pozisyonda ayrı bir kabine içindedir ve devre üniteleri prizlere sokulan kartlar halindedir. Standartlaştırma ile değişik kartların sayısı bir minuma indirilmiştir ve elde tutulması gereken yedek parça kartların sayısı

da dolayısıyla azaltılmıştır. Her kart magazininde, bir ölçme kartının prizlenebileceği ayrı bir yer vardır. Kontrol kapalı devresinin en önemli değişkenlerinin osilograflarının alınabilmesi, kayıtlarının yapılabilmesi için ölçü aletlerine bağlantılar bu ölçme aracılığı ile yapılır.

Bütün araçlar kâğıt makinasından uzakta kuru ve iyi havalandırılmış bir odada muhafaza edilir. Şekil 4.2.c'de kontrol odasının düzeni gösterilmiştir.

6.2. Sistemler arasındaki irtibatlar

Bu problemin büyük bir kısmı sinyal ve güç kablolarının nasıl yerleştirilmesi gerektiği konusundaki bölümde zaten açıklanmıştı. Alınması tavsiye edilen tedbirler sinyal kablolarının güç kablolarından parazit kapmasına engel olacaktır. Diğer fabrika araçlarından izole edebilmek amacı ile ise, mümkün olduğu yerlerde, tristörlü konvertör araçlarını ayrı bir trafodan beslemek gerekir. Şekil 4.2.c'de sistem içindeki çeşitli kontrol gruplarını besleyen iki trafolu tipik bir tesisat gösterilmiştir. Bu method, ana giriş kaynağı aracılığı ile oluşabilecek kapmaları, irtibatları bir minimuma indirir. Eğer sistemin ana giriş kaynağındaki geçici rejim değişikliklerine karşı iyi bir kararlılığı varsa, bu minimum irtibatı sağlanması yardımcı olur.

6.3. Faz kontrolunun ana giriş akımının güç faktörü üzerine etkileri ve radyo frekansı parazit problemleri ve giderilmesi:

Tristörlü konvertörün anahtarlama şeklinde çalışmasından dolayı; konvertörü besliyen A.G. akımı düzgün bir sinüsoid değildir. Bu dalga şeklinin; 50Hz' lük ana bileşenin yanında çeşitli tek harmonik bileşenlerden oluştuğu düşünülebilir. İlk olarak ana bileşenin güç faktörü üzerinde durulacak ve sonrada verimi arttırmak ve radyo frekansı parazitini azaltmak için harmonik bileşenlerin nasıl bir minimuma indirilebileceği tartışılacaktır.

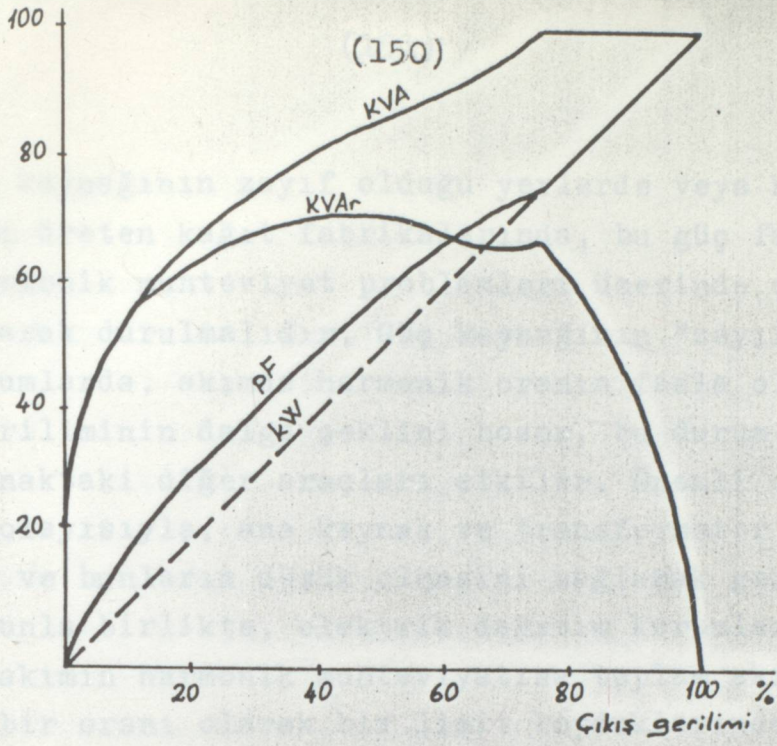
6.3.1. Güç faktörü

Güç faktörünün doğru tarifi; konvertöre A.G. girişinde ortalama kara kök değerleri kullanılarak ölçülen kW'ın kVA'e oranıdır. Bir tristör sürücünün güç faktörü, temel olarak çıkış gerilimine ve konvertörde ne çeşit bir redresör kullanıldığına bağlıdır. Şekil 6.3.a'da, çok kullanılan iki çeşit redresör için, güç faktörünün çıkış gerilimi ile nasıl değiştiği gösterilmiştir. Aynı şekilde kW, kVA ve KVAR eğrileride vardır. Tam kontrollü bir köprünün gerek motorlama gerekse art-generasyon durumlarında çalışmasına tipik bir örnek sarma uygulamalarında gerilim kontrolü sağlamadadır. A.G. kaynağının 400 volt, armatür geriliminin ise 420 volt olduğu durumlarda, kısa ve uzun vadeli ani gerilim değişikliklerine karşı vebütün zamanlarda yeterli komütasyonu sağlayabilmek için elimizde % 20 kadar bir fazla gerilim vardır. Bu gibi bir sistem en fazla 0,8 güç faktöründe çalışacaktır.

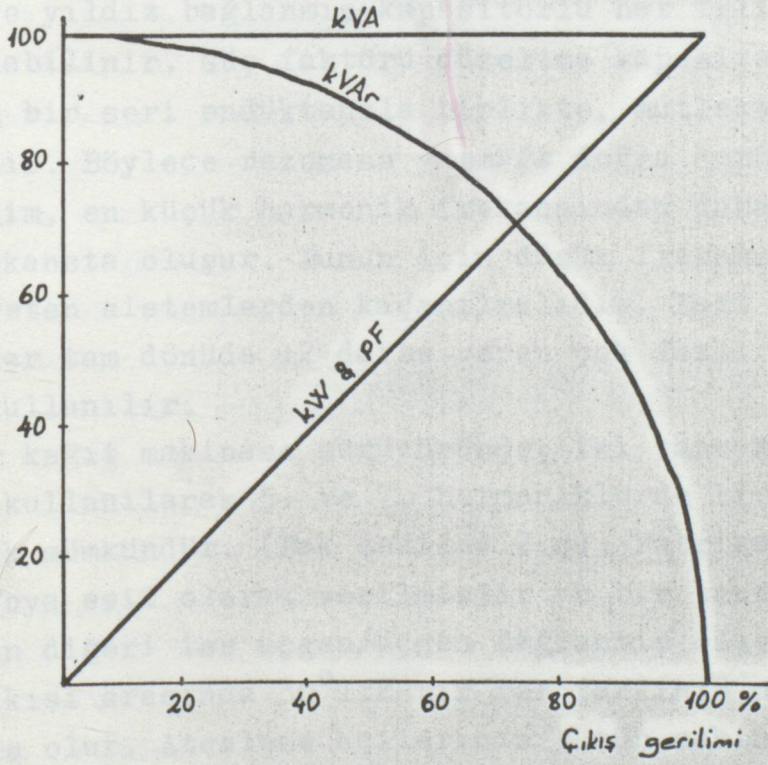
Giris gücünü ölçerek araçların, kesik sinüsoid dalga şekilleriyle başa çıkabilecek nitelikte olması gerektiğinde dolayı D.G. çıkışındaki kVA'yı ölçmek daha kolaydır. Çoğu D.G. araçları ortalama değeri, A.G. araçları ise ortalama kare kök değeri (r.m.s.) ölçerler. Dolayısıyla güç faktörünü bu metodla ölçerken, yani D.G. çıkış watt'ınının A.G. giriş kVA'sına oranını alırken, şekil faktörünün göz önüne alınması gerekir. Aynı zamanda, bu metodla ölçülen güç faktörü, konvertör içindeki kayıplardan dolayı, daha küçük olacaktır.

6.3.2. Harmonikler

Giriş kaynağı akımındaki harmoniklerin genlikleri kullanılan redresör cinsine ve A.G. ve D.G. devrelerinin toplam endüktansına (armatür endüktansı da dahil olarak) bağlıdır. Tam kontrollü köprü redresör için ana harmonikler 5., 7., 11., 13., 17., ve 19., 5. harmoniklerdir. Yarım kontrollü (hibrid) köprünün harmonik muhteviyatınının D.G. çıkışına bağlı olmasına rağmen, oldukça yüksek bir genliği olan 2. harmoniği de ima ihtiva eder.



(a) 3fazlı yarım kontrollü köprü



(b) 3 fazlı tam kontrollü köprü

Şekil 6.3a Güç faktörü ve güç karakteristikleri.

Güç kaynağının zayıf olduğu yerlerde veya kendi güçlerini üreten kağıt fabrikalarında, bu güç faktörü ve harmonik muhteviyat problemleri üzerinde çok ciddi olarak durulmalıdır. Güç kaynağının "zayıf" olduğu durumlarda, akımda harmonik oranın fazla olması, çıkış geriliminin dalga şeklini bozor, bu durum ise aynı kaynaktaki diğer araçları etkiler. Önemli olan nokta, dolayısıyla, ana kaynak ve transformator empendansıdır ve bunların düşük olmasını sağlamak gerekir.

Bununla birlikte, elektrik dağıtım kurumlarının, çekilen akımın harmonik muhteviyatına toplam akımın belirli bir oranı olarak bir limit koyduklarından ve trafo reaktansının akabilecek hata akımı tarafından tayin edilmiş olduğundan dolayı, konvertörün maksimum gücü sınırlıdır.

Harmonik radyo sinyalleriyle ve kominikasyon sistemleriyle karışabilirler, önlemek için seri endüktans ve yıldız bağlanmış kapasiteli hat filitreleri kullanılabilir. Güç faktörü düzeltme kapasitansları, tercihen bir seri endüktansla birlikte, mutlaka kullanılmalıdır. Böylece rezonans yapmağa doğru herhangi bir eğilim, en küçük harmonik frekansından daha küçük bir frenkansta oluşur. Bunun için düşük frenkansta harmonik üreten sistemlerden kaçınılmalıdır. Bazı durumlarda, her tam dönüde 12 darbe veren çok fazla redresörler kullanılır.

Bir kağıt makinası sürücüsünde; iki tane kaynak trafosu kullanılarak 5. ve 7. harmoniklerde bir azaltma yapmak mümkündür. (Bak şekil 4.2.c). Fabrika yükü iki trafoya eşit olarak verilmiştir ve bir tanesi yıldız/üçgen diğeri ise üçgen/üçgen bağlanmış olup iki trafo çıkışı arasında 30° lik bir faz farkının olması sağlanmış olur. Ateşleme açılarının bütün makinalarda hemen hemen eşit olmasından dolayı sistem sanki 12 darbelik bir sistemmiş gibi çalışır. Böylece de 5. ve 7. harmonikler azaltılmış olur.

6.4. Sigortalama

Yüksek hızlı sigortaların kullanılışı 2.3. kısmında incelenmişti. Bir yarı-iletken aracın geri bloka edebilme kapasitesini kaybettiği bütün durumlarda bu aracı sistemden izole etmek için bir yüksek hızlı sigorta kullanılır. Eğer normalden daha yüksek reaktansı olan bir transformator nominalden daha yüksek değerli sigortalarla birlikte kullanılmışsa, belirli bir sigortalama seviyesinin altında, A.G. ve D.G. akım kesici şalterleri yarı-iletkenlere bir risk vermeden kullanılabilirler. Dolayısıyla bir D.G. kısa devresi bir şalter tarafından temizlenebilir.

Redresör olarak kullanılan araçların korunması dalgalı redresör (inverter) olarak kullanılanlardan daha kolaydır. Retkifikasyon durumunda çalışmada bir kısa devre komütasyon devam eder ve hata akımı bütün yarı iletkenler tarafından paylaşılır. Dalgalı redresörde bir hat ise bir negatif kolu ve bir pozitif kolu ilgilendirecek ve besleme kaynağının bir fazını kısa devre yapacaktır. Büyük araçlarda yüksek hızlı şalterler yüksek hata akımını kesebilmek için çok gereklidir, fakat, eğer akabilecek hata akımı kaynak empedansı veya ek endüktanslar tarafından limitlenebilecekse o zaman yüksek hızlı sigortalar yeterlidir.

6.5. Kontaktörlerin seçimi ve ilgili geçici rejimlerin yok edilmesi.

Çeşitli çalışma koşullarına uygun kontaktörlerin seçimi, performans datalarını veren imalatçı kataloguna bakılarak yapılır. Uluslararası elektro-teknik komisyonu (I.E.C.) yayınlarından "158-1: Kontaktörler" ve VDE 0660 anahtarlama koşulları kategorilerini basitleştirmiş ve dolayısıyla da kontaktör seçimi basit bir iş olmuştur. Bu kategoriler şöyle özetlenebilir:

(1) ACI dan AÇ 4 e kadar : Bu tategori A.G. ve üç fazlı tesisatlarla ilgilidir ve kontaktörün güç

kısımındaki yükünü tarif eder. Örneğin, en fazla kullanılan grup AC 3 dür ve sincap kafesli bir endüksiyon motoru ile ilgilidir.

(ii) DC1 dan DC 5 e kadar : Bu kategoriler D.G. tesisatlarının güç kısımlarıyla ilgilidirler. Örneğin DC 2 şönt motorların anahtarlanması ile ilgilidir.

(iii) AC 11 ve DC 11 : Bu taegoriler gerek A.G. gerekse D.G. yardımcı devreleri ile ilgilidir.

Kontaktörlerin hayatı normal olarak imalatçı tarafından belirtilmiştir. Nominal değerde 10^5 kadar anahtarlama yapılabilir, kontak noktaları değiştirilirse bu rakam 10^7 ye çıkar.

Konvertör sistemlerinde, bazen elektromekanik bir kesici bulunan, bir hat kontaktörü kullanılır. Hat şoklarının ve yıldız bağlanmış kapasitörlerin veya, kısım 2.3'de açıklandığı gibi, RC filitrelerinin ve yardımcı köprü filitrelerinin konvertörü besleyen hatlarda kullanılması tavsiye edilir. Trafolu bir beslemede hat şokları kullanılmayabilir. Böylece konvertör hem dıştan geçici rejimlere karşı hem de konvertör tarafından içten üretilen geçici rejimlere karşı korunmuş olur. Ek olarak, filtreler, kontaktörler kapalı olduğu zaman, konvertöre uygulanan gerilimdeki ani yükselişleri limitleyecek ve redresörlerin, anoddan katoda doğru gerilimlerinin çok hızlı değişmesinden dolayı doğabilecek (dv/dt) devreye girişler önlenebilecektir.

6.6. Yavaş başlatma olanaklarına olan ihtiyaç ve teklif edilen çeşitli yan olanakların araştırılması :

Yavaş başlatma kolaylığı, bazı, kontrol sistemlerinde iyi olmayan geçici rejim cevaplamasını gizlemek içinde kullanılabilir. Bu; az baskılanmış (underdamped) bir sistemde istenilen hıza ulaşıldığı zaman meydana gelecek fazla artışı (overshoot) azaltacaktır. Yükün alatekinin fazla olduğu sistemlerde yavaş bir başlatma akım limitleri altında başlatmaya tercih edilebi-

lır. Ataletleri farklı çeşitli grupların bulunduğu sistemlerde bütün grupların aynı tempoda hızlanmasını sağlamak için de yavaş başlatma gerekir. Çok alçak gerilim altında sarma makinalarında da düzgün kapmayı sağlamak amacıyla yavaş başlatma kullanılır. Bu uygulama yerlerinden bazılarında zamanlanmış hazlanma ve yavaşlama gerekebilir. Zamanlanmış yavaşlanmanın, genel olarak, tam art-generatif bir sistemi gerektirmesine rağmen, frenlenmesinin çok hassas bir şekilde yapılması gerekmeyen alaleti yüksek bazı kısımlarda dinamik frenleme ve hatta mekanik veya elektromekanik frenleme kullanılabilir.

Kademeli olarak ileri veya geri yönde dönme özelliği, ayarlama ve servis yapabilmek amacıyla makinayı belirli bir duruma getirebilmek için gerekebilir. Böyle bir kontrol makinayı, ufak değerlerle hareket ettirmekte de kullanılabilir.

Kendi kendilerini açıklayıcı durumda olan kontroller; çalışma, geri dönme, durma, yavaş durma ve tehlike anında durma kontrolleridir. Gevşeklik alma kontrolü bir makinanın hızının diğer makinalara oranla değiştirilebilmesi özelliğidir. Gerginlik kontrolü ise önceden ayarlanmış değişmeyen gruplar arası hız oranıdır. Fazla yük durumlarına karşı korunmayı sağlayan çeşitli kolaylıklar kısım : 6.8'de incelenecektir.

6.7.Genel olarak geçici rejimleri bastırma problemleri :

Eğer gerilim geçici rejim değişikliklerini bastıran tedbirler alınmamış olsaydı hiçbir sistem uzun bir süre çalışamazdı, En önemli nokta, özel bir trafo kullanarak bütün tesisatı diğer endüstriyel tesislerden izole temektir, yani yüksek güçlü tristörlerle kontrol edilmiş grupsal sürücülerde, ya 11 kV dan 400 volta ya da 3.3. kV dan 400 volta düşürücü trafolarak kaçınılmaz derecede gereksinim vardır.

Bununla birlikte normal RC ve yardımcı köprü redresör baskılamaları da kullanılmalıdır. Her tristör

veya diyod bireysel olarak baslilanmalıdır. Bu konudaki devreler kısım 2.3.'de incelenmişti.

Geçici rejim gerilim sivrilikleri (spike) kaynaklarında elimine edilmelidirler. Eğer röle ve kontaktör sargıları doğru gerilim kaynaklarıyla besleniliyorsa, uçlar arasına ya boşa döndürme diyodları ya da RC devreleri bağlanmalıdır. Gerçekte röle ihtiva eden herhangi bir D.G. mantık devresi üretilen gerilim geçici rejimlerine karşı RC devreleri kullanılarak baskılanmalıdır.

6.8. Fazlayüke karşı koruma

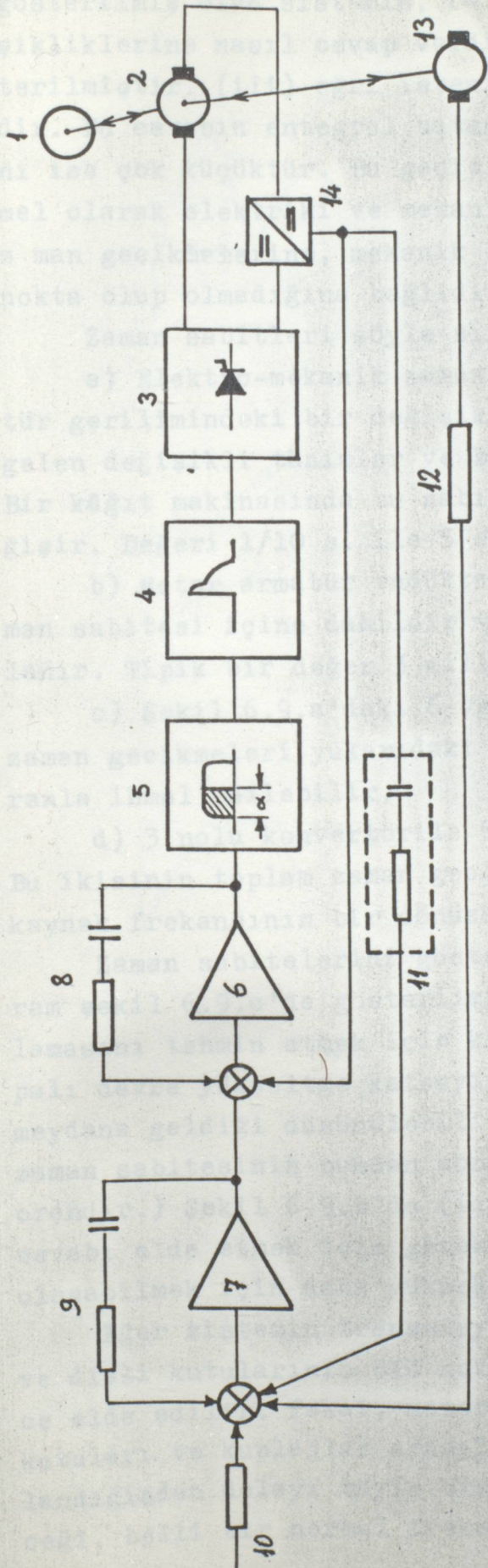
Armatür akımının limitlenmesi detaylı olarak incelenmişti. Hiçbir D.G. motor kontrol sistemi bu olmadan tehlikesiz çalışmaz. Bununla birlikte, yüksek a-taletli yükleri veya yatak sürtünme kuvvetinin fazla olduğu motorları başlatmada kısa bir zaman için bu normal limitleri yenecek devreler gerekebilir. Örneğin kağıt makinalarında kurutucu grupların dingil yatakları olabilir ve bunlar oldukça yüksek bir başlatma dönme momenti gerektirirler. Motorlar başlatıldıktan sonra tekrar normal akım limitlerine dönülür.

Alan zayıflatması ile temel hızdan daha yüksek hızlar elde edildiği durumlarda armatür üzerindeki gerilim de limitlenebilir. Fakat, eğer motor sabit akımla uyarılmışsa böyle bir limitlemeye gerekçe yoktur. Bazı durumlarda A.G. veya D.G. kontaktörleriyle birlikte termik veya elektro-manyetik sigortalar kullanılır, böylece oldukça pahalı olan yüksek hızlı sigirtaların atması önlenmiş olur.

Anormal bir yük olduğu zaman sisteme büyük bir zararın gelmesini önlemek amacıyla normal çalışma kontrolünü yenebilecek bir fazla yüke karşı koruma devresine genel olarak ihtiyaç vardır.

6.9. Dinamik kararlılık

Bir sistemin dinamik kararlılığı sistemin, referanstağı bir kademe değişikliğine ne dakar bir hassasiyetle cevap verebileceğini belirtir. Şekil 26.9.a'da



1. Yük
2. Motor
3. Tristör çevirici
4. Darbe üretici
5. Faz kaydırıcı
6. Akım yükselticisi
7. Hız "
8. Akım dengeleyici devresi
9. Hız " "
10. Ana hız referansı
11. Geçici rejim akımı geri beslemesi
12. Hız geri beslemesi
13. Hassas tako-generatör
14. D.C. Akım trafosu

Şekil 6.9a Bir kontrol sistemi ve terim listesi.

gösterilmiş olan sistemin, referansındaki kademe değişikliklerine nasıl cevap verdiği şekil 6.9.b'de gösterilmiştir. (iii) eğri istenilen cevabı göstermektedir. Bu cevabın entegral hatası çok azdır durulma zamanı ise çok küçüktür. Bu geçici rejim performansı, temel olarak elektrikli ve mekanik zaman sabitlerine, zaman gecikmelerine, mekanik katılığa ve sistemde ölü nokta olup olmadığına bağlıdır.

Zaman sabitleri şöyle sıralanabilirler :

a) Elektro-mekanik zaman sabitesi : Motor armatür gerilimindeki bir değişikliğe karşı hızda meydana gelen değişikli tanımlar ve bu şekilde tarif edilir. Bir kâğıt makinasında bu sabite grup ataleti ile değişir. Değeri 1/10 s. ile 5 s. arasında olabilir.

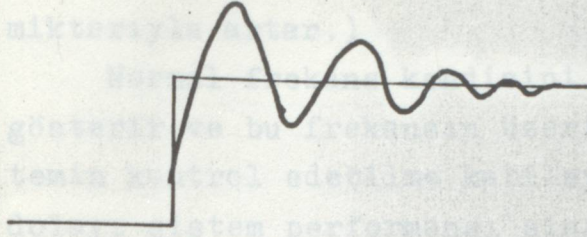
b) Motor armatür endüktansı : Elektro-mekanik zaman sabitesi içine dahildir ve L/R oranı olarak tanımlanır. Tipik bir değer 3 milisaniyedir.

c) Şekil 6.9.a'daki 6 ve 7 nolu yükselticilerin zaman gecikmeleri yukarıdaki iki zaman sabitesine oranla ihmal edilebilir.

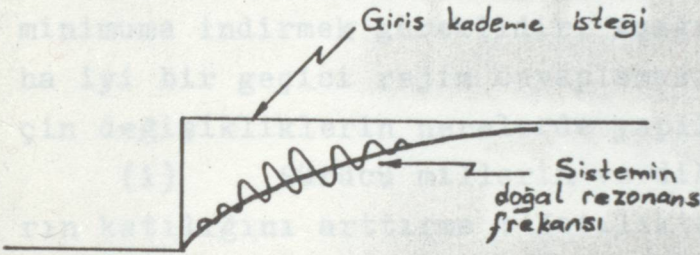
d) 3 nolu konvertör ile 5 nolu faz kaydırıcısı : Bu ikisinin toplam zaman gecikmesi 6 milisaniye yani kaynak frekansının bir dönüşünün 1/3 ü kadardır.

Zaman sabitelerini gösteren bir ilkel blok diyagram şekil 6.9.c'de gösterilmiştir. Geçici rejim cevaplamasını tahmin etmek için kritik baskılamanın, kapalı devre yükseltme katsayısı $K = 100$ olduğu zaman meydana geldiği düşünülebilir. (Bu değer en yüksek zaman sabitesinin bundan sonra gelen zaman sabitesine orandır.) Şekil 6.9.b'de (iii) eğrisi ile gösterilen cevabı elde etmek için gerekli 0.6 baskılama oranına ulaşabilmek için daha yüksek bir K kullanılmalıdır.

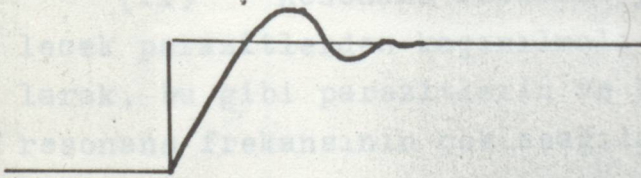
Eğer sistemin transmisyon mili katı ise ve kuplaj ve dişli kutularının ölü noktaları yoksa iyi bir netice elde edilir. Fakat, motor ataletinin miller, dişli kutuları ve kuplajlar aracılığı ile çıkış yüküne bağlandığından dolayı böyle bir sistemin, rezonans edeceği, belli bir normal frekansı vardır. Bu frekans



(i) Zayıf sönümlü



(ii) Çok kısılmış



(iii) İstenen cevap

Şekil 6.9b(b) Dinamik cevap

motor aletlerine (I_m), yük ataletine (I_L), irtibat kurucu millerin katılığına ve ölü nokta miktarına bağlıdır. (ataletin kara köküne ters orantılı, katılığın kare köküne ise doğru orantılıdır ve artan ölü nokta miktarıyla artar.)

Normal frekans kendisini mekaniki frekans olarak gösterir ve bu frekansın üzerindeki frekanslarda sistemin kontrol edebilme kabiliyeti çok az olduğundan dolayı sistem performansı sınırlanmış olur. Herhangi bir rezonansın tesirlerini, bunlar kendilerini burulma osilasyonları olarak göstereceklerinden dolayı, bir minimuma indirmek gereklidir. Aşağıda ki noktalar, daha iyi bir geçici rejim cevaplama elde edebilmek için değişikliklerin nerelerde yapılabileceğini açıklar.

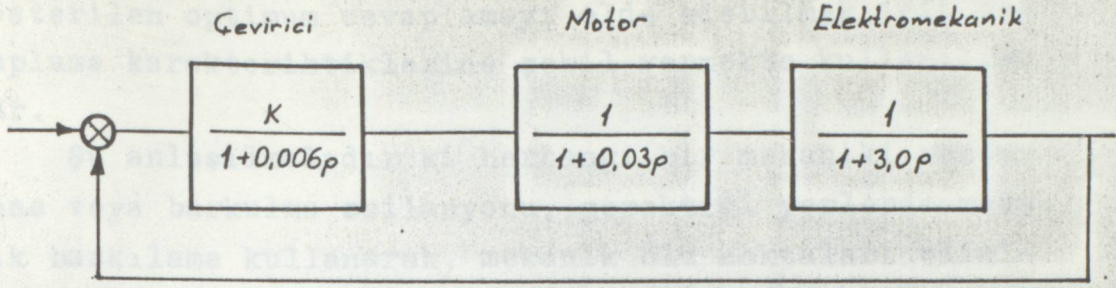
(i) Sürücü millerin ve diğer mekanik kısımların katılığını arttırma : Katılıktaki büyük bir artışın normal frekansta küçük bir artış oluşturacağı gerçeğinden dolayı bu methodla çok az bir gelişme elde edilir.

(ii) Resonans frekansı yanlarında oluşabilecek parazitlerden kaçınılmalı veya, alternatif olarak, bu gibi parazitlerin ve balans bozuklarının resonans frekansının çok aşağılarındaki frekanslarda oluşması sağlanmalıdır.

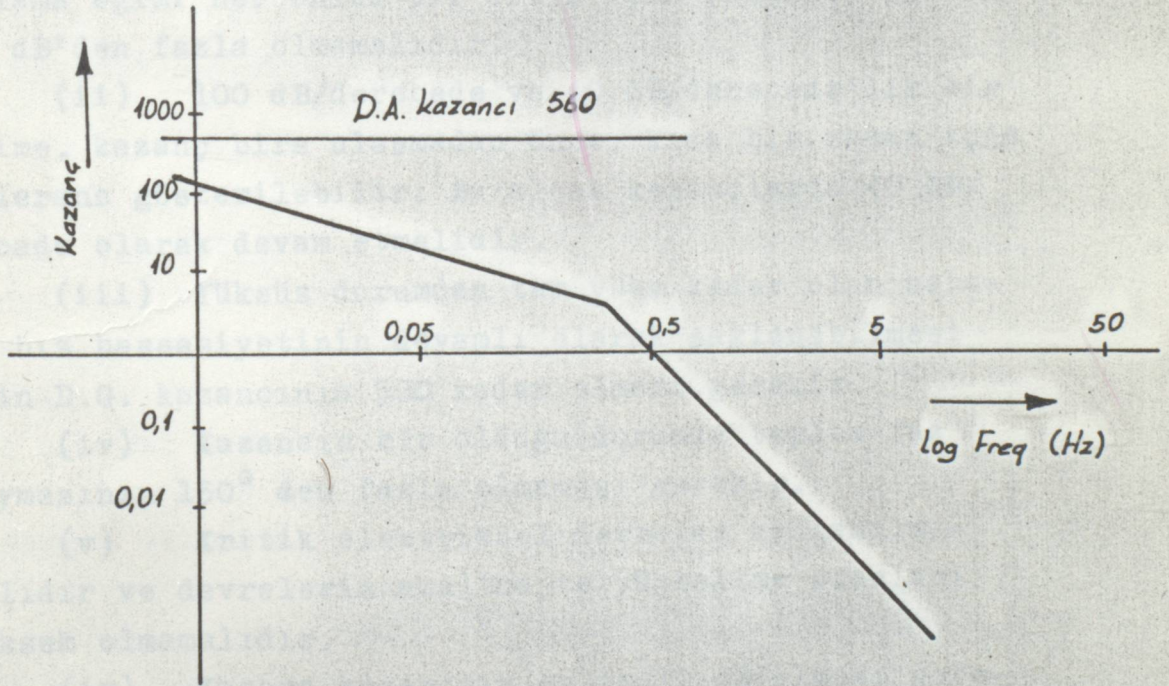
(iii) Mekanik baskılama tatbiki : Bir sürtünme freninin veya elektromekanik araçların kullanılması iyi sonuçlar verir. Frenleme motor mili veya transmisyon mili üzerinde olmalıdır. Resonans frekansındaki mekanik kazançta % 10 kadar bir düşme sağlanabilir.

K_{11} rutucu gruplarda sürme noktasından en uzakta ki silindir üzerinde bir sürtünme freninin bulundurulması faydalıdır. Böyle bir fren mekanik baskılama oluşturmakla beraber, silindirler arasındaki dişlilerdeki ölü noktaları da yok eder.

(iv) Stabilize devreleri : Bu devreler hız ve akım yükselticileri ile ilgili olup Şekil 6.9.d'de



Şekil 6.9c Sistem blok diyagramı-zaman sabitleri.



Şekil 6.9d Bir kağıt makinası grubunun cevap karakteristiği.

gösterilen optimum cevaplamaı elde edebilmek için cevaplama karakteristiklerine Şekil vermekte kullanılırlar.

Şu anlaşılmalıdır ki herhangi bir mekaniki rezonans veya burkulma osilasyonu, gerektiği yerlerde mekanik baskılama kullanarak, mekanik ölü noktaları elimine ederek ve mekanik katılığı optimumlaŐtırarak bir minimuma indirilmelidir. Bununla birlikte; bir kapalı devre kontrol sisteminde, elektronik kazanç ve elektronik arçların frekans karakteristiği sistem kararlılığını da geniş olarak etkiler. Şekil 6.9.d'de gösterilen genel frekans karakteristiğini, hız ve akım yükselticilerinin stabilize devrelerini değiştirerek Őekillendirmek bazı zamanlarda uygun görülebilir.

Optimum performans için bazı kriterler Şunlardır :

(i) Kazanç/Frekansın 10 garitması eğrinin ortalama eğimi her onluk bir artış için (decade) 10 ve 20 dB'den fazla olmamalıdır.

(ii) 100 dB/derecede ve 40 dB/derecede'lik bir eğime, kazanç bire ulaşmadan önce, kısa bir zaman için tolerans gösterilebilir. Bu alçak kazançlarda 40 dB/decade olarak devam etmelidir.

(iii) Yüksüz durumdan tam yüke kadar olan sahadada hız hassasiyetinin devamlı olarak sağlanabilmesi için D.G. kazancının 500 kadar olması gerekir.

(iv) Kazancın bir olduğu durumda toplam faz kaymasının 150° den fazla olmaması gerekir.

(v) Kritik elektriksel devreler kullanılmamalıdır ve devrelerin azaltma ve yükseltme oranları yüksek olmamalıdır.

(iv) Kazanç kenarının en az 12 dB olması gerekir. (gainmargin) Yani kazançın bir olduğu kesişme frekansından faz kaymasının 180° olduğu noktaya kadar olan kazancın en az 12 dB olması gerekir.

Eğer yukarıdaki koşullar yerine getirilirse sistemin geçici rejim cevaplamaı Şekil 6.9.b'de eğrisi ile gösterildiği gibi ideal olacaktır.

SEKA'NIN İZMİT DALAMAN VE AKSU TESİSLERİNDEKİ
FABRİKALARDA KULLANILAN MAKİNA TAHRİK SİSTEMLERİ

1. İZMİT :

İzmit'te her birisinde iki tane kağıt makinası bulunan beş fabrika vardır. Bazı fabrikalarda, kağıt makinalarına yardımcı mal sarıncıları ve süper-kalenderler bulunmasına rağmen bunlar ayrı olarak tahrik edilmişlerdir.

1.1. 1 nolu Fabrika : Bu fabrikada 1. ve 2. makinaların ikisi de transmisyonlu sistemlerle çalışır. Her iki makinanın transmisyon mili özellikleri aşağıda belirtilmiş birer motorla sürülmektedir.

Hız	140	1200	1450	dev/dak
Güç	29	250	290	Kw
Akım	625	maksimum		Amper (D.A.)
Gerilim	70	440	440	Volts (D.G.)

Bu motorların armatürleri, ikazları bir reostat kontrolü ile 40-250 volt arasında değiştirilebilen 500 A, 250 voltluk birer generatörle beslenir. Bu generatörlerin ürettiği gerilim 200 voltluk bir sabit D.G. kaynağına eklenebilir veya çıkartılabilir. Bunlardan başka, aynı mil üzerinde dönen ve 272 A, 460 V. luk nominal değeri bulunan üçüncü bir generatör daha vardır ki bunun ürettiği gerilim +200 voltluk D.G. barasına eklenebilir veya çıkartılabilir. Böylece elde edilen değişken gerilim 1. Fabrikadaki süper-kalenderi beslemekte kullanılır. Bu üç makina ve bunların D.G. uyarıcısı (230V, 15,5kw, 67A) hep birlikte bir endüksiyon motoru (500kw, 3000V, 3Ø) tarafından sürülmekte olup bütün teçhizat santraldedir.

Her iki makinanın transmisyon mili kayışlarla dişli kutularına bağlanmış olup makina grupları arasında hız ayarı koni biçiminde bir makaranın üzerindeki bir kasnağın pozisyonunu değiştirmekle sağlanır.

Bu fabrikada, mahalli olarak yerleştirilmiş özel bir motor-generatör takımı bulunan ikinci bir süper kalender daha vardır. Kağıt verme ve kağıt alma bobinlerinin hız ayarı bu makinada elle yapılır.

Bu iki kağıt makinası teşekkülün en eski makinaları olup sürücü sistemlerinin, tristörle kontrol edilmiş grupsal sürücülü sistemlerle değiştirilmesi düşünülebilir.

1.2. 2 nolu Fabrika : Bu fabrikada 4 ve 9 nolu makinalar vardır. 4. makına, mekanik bakımdan 1. ve 2. makinalara benzeyen transmisyonlu bir sistemle çalışır. Bununla birlikte buradaki sürücü motor bir A.G. Schrage motorudur. Bu makinanın satılıp, yerine 9. makına benzer bir makinanın alınacağı konusunda bazı hazırlıklar vardır. Bununla birlikte bu ~~durum~~, hiç olmazsa bir tane tristör kontrollü grupsal sürücülü bir makına ile 2. Fabrikayı modernleştirmek için ideal bir fırsattır.

Bu fabrikadaki 9.makına, armatürleri, bir endüksiyon motoruyla (160kw, 500V, 221A, 3Ø) sürülen bir generatör (150kw, 460V, 326A) tarafından paralel olarak beslenen grupsal sürücülerle tahrik edilmektedir. Bu makinanın ikazı manyetik yükselticilerle otomatik olarak ayarlanır.

Grup motorlarının ikazı ise, istenilen gerginlik derecesini elde etmek için hızları bir defa ayarlandıktan sonra otomatik olarak trimlenir.

Soğutucu silindire, üç tane prese, üç tane kurutucusilindire ve goç valsine (emici valse) ait sekiz motor şekilde kontrol edilmektedir. Kağıt makinasının hızı bir transmisyon milini (1) kontrollü bir hızda döndüren bir D.Ğ makinasına bağlıdır. Bu makinanın hızı ise ikinci bir manyetik yükseltici ile kontrol edilir. Transmisyon miline bağlı, kayışlarla sürülen koni biçimindeki makaralar bir diferansiyel dişlinin birinci girişini teşkil eder Hızı kontrol edile-

cek D.G. grup motorunun mili tarafından sürülen bir alternatörle beslenen bir senkron motor bu diferansiyel dişlinin ikinci girişini teşkil eder. Grup motorunun hız hatasını gösteren diferansiyel çıkışı, bu motorun ikaz sargısına seri bağlanmış bir reostatı hatayı düzeltecek şekilde ayarlamakta kullanılır. Yukarıda adı geçen grup motorlarının hepsi bu şekilde kontrol edilir.

Mal sarıcısının hız kontrolü ise D.G. sürücü motorunun ikazının ayarlanması ile sağlanır. Bu ayarlama sarıcı yakınındaki bir konsül üzerinde yer alan basma düğmelerle yapılır.

Bu makina, kabiliyetli operatörler tarafından çok iyi korumakta olup, araçlar, genel olarak, birinci sınıf bir durum

(1) Burada adı geçen transmisyon mili, transmisyonlu sistemlerdeki mülle karıştırılmamalıdır. Kontrol odasında bulunan bir mil olup adına kontrol transmisyon mili de denebilir.

1.3. 3 nolu Fabrika : Bu fabrikada 6. ve 7. makinaların sürücü kontrolleri aynıdır. Her iki makinada grupsal D.G. sürücülü olup ikisinin de 10 motoru ve 4 mal sarıcı bobinleri vardır. Hız kontrolü bir Wart-Leonard sistemiyle sağlanmakta olup generatör gerilimi, amplitinle kontrol edilen bir termiyonik yükseltici ile ayarlanır. Sarıcı bobinler dingil sürücülü olup kağıdın sabit bir gerilim altında sarılması, sürücü motorun armatür gerilimini kâğıt verme hızına, armatür akamını ise kâğıttadi gerilime oranlı bir şekilde ayarlamakla sağlanır. Yani bu sürücü bir sabit güç sürücüsü olarak çalışır.

Her iki makinanın da sürekli ve güvenli bir şekilde çalıştığı görülmüştür.

1.4. 4 nolu Fabrika : Teşekkülün en büyük makinalarından iki tanesi bu fabrikadadır. Sistem bir AEG sistemidir ve A.G. anahtarlama arçlarının, D.G. elek-

tronik devrelerinin ve tristör teçhizatlarının içinde korunduğu bir kontrol odası vardır.

Grup motorları şunlardır :

Goç valsı	90 kw, 223 A
1. Pres	
2. Pres	Her birisi 30 kw, 76 A
3. Prés	
1+6 Kurutucular	
Tutkallama presi	Her birisi 18,8 kw, 76 A
Soğutma silindiri	
Kalonder	65 kw, 160 A
Mal sarıcısı	18,8 kw, 78 A

Bütün makinalar 440V, 1470 dev/dak. lıktırlar.

Giriş/çıkış oranı uygun bir dişli kutusunun bulunamaması nedeni ile mal sarıcısının sürücü sistemi bir Ward-Leonard kontrol sistemiyle değiştirilmiştir. Şimdi kullanılmakta olan dişli kutusunun oranının normalin yarısı olduğundan dolayı motor, halihazırda, normal hızının sadece yarısında çalışmaktadır ve sarma işlemlerini fazla ısınmadan yeterli derecede yapabilmektedir. Tristör kontrolünün yeniden bağlanması ve akım limit kontrolünün daha yüksek akımla başa çıkabilecek şekilde yeniden ayarlanması teklif edilir. Böylece kâğıt makinasının bütün grupları tristör kontrolü motorlar tarafından sürülmüş olacaktır.

Teknisyenlerin, daha fazla kabiliyet kazandıkları ve daha fazla bakım ve çalıştırma talimatnamelerine sahip oldukları zaman, makinayı sürekli ve güvenli bir şekilde çalıştırmakta güçlük çekmemeleri gerekir.

8. makina tesekkülün en yeni makinalarından biri olup D.G. motorları ile grupsal olarak sürülür. Grup motorlarının hız ayarı armatürlerini besleyen baranın gerilimini değiştirmekle önce kaba olarak ve sonra da ikaz akımını trimleyici kapalı devrelerle daha hassas olarak yapılır. Teçhizat Brown Boveri firmasının olup bir motor-generatör takımı bütün grup motorlarının armatürlerini paralel olarak besler. Bu takımdaki

motor bir endüksiyen motoru (3000V, 445A, 620kW, 3Ø) olup 1200V, 430/600A. lık bir başlatma resistansı vardır. Generatörün nominal değeri ise 450V, 1220A dir ve ikazının kontrolü, bir Brown Boveri elektro-manyetik kontrol devresinden beslenen bir rotatif uyarıcı ile sağlanır. Böylelikle ana generatör çıkışı istenilen kâğıt makinası hızına uygun bir seviyeye ayarlanabilir.

İkinci bir Brown Boveri kontrolcüsü, bütün motorların ikaz sargılarını beslemekte kullanılan sabit bir gerilimi üreten 24kW'lık ikinci bir generatörü besler.

Üçüncü bir Brown Boveri aracı ise, bir alternatörün hız referansı olarak kullanılan çıkışını kontrol etmekte kullanılır. Bu alternatör, armatür gerilimini ana generatör çıkışından alan sabit ikazlı ufak bir D.G. motoruyla sürülmektedir. Dolayısıyla alternatörün hızı kâğıt makinasının hızına bağlıdır. Daha doğrusu, sürülen alternatör bir hız referans kaynağı olarak kullanıldığından kâğıt makinasının hızı alternatörün hızıyla tesbit edilir.

Alternatörü süren D.G. motoru aynı zamanda iki tane diski sürer. Diskler üzerinde, disklere daima temas eden tekerlekler bulunup, bu tekerleklerin pozisyonu, yani disk üzerinde dönerken çizdikleri çemberin çapı değiştirilebilir. Tekerlekler 3Ø rotatif makinalara bağlı olup, dönen disklerle birlikte bu araçlar da dönerler ve aşağıdaki makinalar için birer referans üretirler.

Goç valsi sürücüsü

1. ve 2. emici presler

Ütülleme presi

1., 2. ve 3. kurutucular

Mal sarıcısı

Kalender

Yukardaki makinaların hızı, yukarıda anlatıldığı şekilde üretilen 3Ø frekans referansından, ilgili grup motoru tarafından sürülen bir alternatörün ürettiği geri besleme frekansını çıkarmakla ayrı ayrı kont-

rol edilir. Elde edilen hata, yani fark frekansı bir Brown Boveri elektro-manyetik kontrolcüsünün çalıştırmakta kullanılır. Bu ise ilgili motor ikaz sargısına seri olarak bağlanmış bir resistansın değerini hatayı düzeltecek şekilde kademeli olarak değiştirir. Bu sistem bir kapalı devre sistemi olup gruplar arasındaki hız oranı, ilgili tekerleğin disk üzerinde sürülme çapını değiştirmekle sağlanır. Referans frekansının değerini ana generatörün çıkış gerilimini değiştirerek ayarlamakla, bütün kâğıt makinasının hızı, grup motorları arasındaki hız oranını bozmadan, değiştirilebilir.

Bu iyi dizayn edilmiş ve iyi kurulmuş bir sistem olup tristör kontrollü makinadan da sorumlu olan ehliyetli teknisyenler tarafından çok iyi bir şekilde korunmaktadır.

Bu fabrikada, ana sürücüsünün bir Ward-Leonard sistemi ile, bekleme ve kâğıt alma sürücülerinin ise elle kontrol edildiği iki tane süper-kalender de bulunmaktadır. Bu makinalar güvenli bir şekilde çalışmaktadırlar, fakat Schorch Werke AG Rhevolt sürücü sistemli makinanın devre şemaları yoktur.

1.5. 5 nolu Fabrika : Bu fabrikadaki 5. makina Ward-Leonard grup sürücülerinin üzerinde amplidin kontrolü kullanan bir Voigt makinasıdır. 10. makina ise, grupsal sürücülerin hız kontrolünü sağlamak için otomatik ikaz kontrolü kullanan Polonya imalati bir makinadır. Grup sürücü motorlarının armatürlerini besliyen seri bağlanmış iki generatörün çıkış gerilimi Tirrilli regülatörler ile kontrol edilmektedir.

5. Makinanın ana gücü aşağıdaki generatörleri süren bir endüksiyon motoru (200HP, 500V, 215A, 3Ø) tarafından üretilir.

- a) 100 kW, 400 A
- b) 56 kW, 200 A
- c) 40 kW, 160 A
- d) 10 kW, 40 A

e) Generatör uyarıcısı $7\frac{1}{2}$ kW, 30 A

Bunlardan başka, bir referans generatörünü ve bir amplidini süren ufak bir motor ve kendilerinin özel sürücü motorları bulunan üç amplidin daha bulunmaktadır.

Yukarıdaki kağıt makinası sürücülerine ek olarak, özel motor-generatör takımı ve uyarıcısı olan bir dilimleyici ve bir de Schrage motor sürücülü kesici vardır.

Kağıt makinası grup sürücülerinin motorları, grup hızının hassas bir şekilde kontrol edilmesini sağlayan tako geri beslemeli doğru akım motorlarıdır. Motorların armatür akımlarını besliyen generatörler, termiyonik lambalı yükselticileri olan amplidinler yardımıyla kontrol edilirler. Sistem GE, USA imalatıdır.

10. makina Polonya imali olup aşağıdaki kısımları süren D.G. grup sürücüleridir.

Emici Güç

Emici kağıt kapma presisi

Ütüleme presisi

Yukarı kurutucu silindir

Aşağı kurutucu silindir

Kalender

Sarıcı.

Ana sürücü motor 315kW, 3kV, 73A, 3Ø lık bir endüksiyon motorudur ve her birisi 184kW, 230V, 800A kapasiteli iki generatörü sürer. Generatörlerin armatürleri seri bağlanmış olup çıkış gerilimleri, reostalarla birlikte iki Tirrill regülatörü tarafından kontrol edilir. Bir generatör daima 230V. verir, diğeri ise, değeri ikaz sargısına seri bağlanmış motorlu bir reosta ile ayarlanabilen, değişken bir gerilim (50-230V) üretir. Böylelikle, grup sürücü motorlarının armatürlerini besliyecek, değeri 280 volttan 460 volta kadar devamlı bir şekilde değiştirilebilen bir gerilim elde edilir.

Gruplar arasındaki hız oranını ayarlamak için otomatik ikaz trimlemesi, 9. makinadaki gibi, yani koni biçiminde makaralar ve kayışlar aracılığı ile referans alternatörlerini süren yardımcı bir transmisyon mili kullanılarak yapılır. Her grup motorunun bir A.G. takometresi (veya alternatörü) olup bunlar, diferansiyel dişlinir ikinci girişini süren takip edici bir alternatöre bağlıdır. Diferansiyel çıkışı, sürücü motorun ikazını ayarlayan reostaları sürer. Makina yanındaki bir puşbutonla konik makaranın sürülme oranını değiştirerek bir kapalı devre hız kontrol sistemi elde edilmiş olur.

Bu makina üzerindeki elektrik teçhizatı bir AEG imalatıdır. 9. ve 3. makina üzerindeki diğer AEG teçhizatında olduğu gibi bu makina için de hiçbir kullanma talimatnamesinin izine rastlanamamış olup sadece devre şemaları vardır.

2. DALAMAN :

Bu tesisteki ana değişken hızlı sürücüler, büyük bir kâğıt makinasının ve daha da büyük bir karton makinasının üzerindeki tristörlü sürücülerdir. İkmal sahasında, Ward-Leonard tipi bir kontrollü kesici yeneden sarıcı sürücüsü, kâğıt verme ve almanın bir Ward-Leonard sistemiyle kontrol edildiği bir süper-kalender sürücüsü ve yine Ward-Leonard sistemi kullanan iki sarıcı sürücüsü vardır.

Sülfat selülozu makinasında grupsal sürücüler bir Ward-Leonard sistemiyle kontrol edilir.

Bütün bu sürücüler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

2.1. Kâğıt makinası :

Bu makina, A.G./D.G. tristörlü güç konvertörleri kullanan D.G. makinaları ile grupsal bir şekilde sürülme olup kâğıt çıkarma hızı 45-100m./dak.dır.

Aşağıda sürücü grupların bir listesi verilmiştir :

<u>Kâğıt makinası grubu</u>	<u>Hp</u>	<u>Kontrol tipi</u>
Sarsak elek sürücüsü	3	Gerilim kontrolü (G)

Egütör	30	Hız kontrolü (H)
Goç valsi	125	Yardımcı motor (Y)
Elek döndürme valsi	125	H
Kâğıt kapma valsi	30	Y
1.Pres aşağı vals	75	H
Aşağı sıkma valsi	125	Y
2.Pres aşağı valsi	125	H

<u>Kâğıt makinası grubu</u>	<u>HP</u>	<u>Kontrol tipi</u>
3.Pres yukarı valsi	125	H
Ütüleme presi aşağı valsi	50	H
1.Kurutucu	75	H
2.Kurutucu	125	H
3. Kurutucu	125	H
Tutkallama presi kâğıt verme valsi	5	Y
Tutkallama presi Mount-Hope valsi	5	Y
Tutkallama presi yukarı vals	30	H
Tutkallama presi aşağı vals	30	Y
Tutkallama presi kâğıt kapma valsi	5	Y
4. Kurutucu,	125	H
Kalender	125	H
Bobin Mount-Hope valsi	5	Y
Bobin	50	H
Bobin başlatıcısı	3	G

Yukarıda gösterildiği gibi bazı grupların yardımcı motorları vardır. Bunların armatürleri grubun ana sürücü motoruyla paralel bağlanmıştır.

A.G./D.G. konvertörleri 6 darbeli, tam kontrollü, 3 fazlı tristörlü köprülerdir ve her birisi kısa devreye karşı sigortalanmış olup fazla gerilimlere karşı köprüleri korumaz için özel filitlere bulunmaktadır.

Her grubun bireysel motoru çok hassas bir otomatik hız kontrolüne sahip olup yardımcı motorlarında mevcut bulunduğu durumlarda kılavuz motor adını alır. Bu hız hassasiyeti referans olarak kullanılan bir kararlı D.G. kaynağına ve motor tarafından sürülen bir tako-generatörün ürettiği geri besleme sinyaline bağlıdır. Bu iki sinyal fark alıcı bir yükselticiye uy-

gulanırlar ve bunun çıkışı ise akım kontrolü ve limitlenmesi elde edebilmek için bir akım sinyali ile karşılaştırılır. Elde edilen akım hata sinyali yükseltir ve bir faz kaydırıcı genaratöre ve sonra da trisörler için ateşleme darbeleri üreten bir darbe genaratörüne uygulanır. Böylece D.G. sürücü motorun armatürünü besliyecek değişken bir gerilim üretilmiş olur.

Kararlı rejim hız hassasiyeti aşağıdaki değişmeler altında temel hızda % 0,1 dir.

Nominal yükte \pm % 50 değişme

Kaynak gerilimi \pm % 50 değişme (380V esas)

Kaynak frekansında \pm % 2 değişme

35°lik ortam ısısında \pm % 10 artma.

Aynı hassasiyet kaynak geriliminde, 400V esas alınarak oluşabilecek \pm % 10 değişmelere karşı da garanti edilmiştir.

Gruplar arasındahız oranı hassasiyeti, herhangi bir gruptaki % 20 lik bir yük değişmesi için, nominal hızın % 0,03 üdür.

Kararlı rejim hız ve hız oranı hassasiyeti 8 saatlik bir devamlı çalışma periyodu için garanti edilmiştir.

Yardımcı motorların armatürleri, grubun kılavuz motoruyla paralel bağlanmıştır ve iyi bir dönme momenti yardımı yapabilmeleri için sıfırdan tam yüke kadar yük değişmelerinde normal olarak % 7,5 ila 15 arasında bir hız regülasyonuna sahiptirler. Bu motorlar üzerindeki yük ya bir ikaz reostası ile ya da otomatik kontrolle ayarlanır bireysel başlayabilme ve frenleyebilmenin gerektiği durumlarda özel başlatma resistansları vardır.

Kurutma gruplarındaki motorlar, tehlike durumlarında kullanılmak üzere, ikaz kutuplarını değiştirmeyle sağlanan bir art-generatör frenleme kolaylığına sahiptirler.

AEG sistemi, genel olarak iyi bir şekilde kurul-

muştur ve kontrol odası iyi havalandırılmıştır Devreler, birkaç istishai durum gözönüne alınmazsa, İzmit devrelerinin aynıdır, fakat daha fazla motor ihtiva ederler. Baskılı devre modülleri ve kullanma şekilleri her iki tesiste de aynıdır.

2.2. Karton Makinası :

Bu, yine A.G./D.G. tristörlü konvertörler kullanılan grupsal sürücülü bir AEG sistemidir. Makina hızı 30,5-305 m./dak. arasındadır.

Sürücü grupların listesi şöyledir:

<u>Makina grubu</u> :	<u>HP</u>	<u>Kontrol tipi</u> :
Sarsak elek sürücüsü	3	Gerilim kontrolü(G)
Kalıplar (5motor) Herbirisi	10	Yardımcı motor (Y)
Tanhur presi	75	Y
Kalıp sıkıcısı	40	Y
Venta-trip primer pres	75	Hız kontrolü (H)
Transfer keçesi	20	H
Flo-vae başlatma motoru	20	G
Egütör	5	H
Goç valsi	125	Y

<u>Makina grubu:</u>	<u>HP</u>	<u>Kontrol tipi:</u>
Döndürme valsi	125	H
1.Pres	50	H
2.Pres	75	H
1.Kurutucu	30	H
Ütüleme presi	30	H
2.Kurutucu	75	H
3.Kurutucu	75	H
4.Kurutucu	75	H
Basınç valsi	50	Y
Yünkaa kiritiçisi	125	H
5.Kurutucu	50	H
İçeri verme valsi	5	Y
Tutkallama presi Mount-Hope valsi	5	Y
Tutkallama presi yukarı vals	30	H

Tutkallama presi aşıağı valse	30	Y
Dışarı verme valsı	5	Y
6.Kurutucu	775	H
1.Kalender	125	H
2.Kalender	125	H
Bobin mount-Hope valsı	5	Y
Bobin	30	H
Bobin başlatıcısı	3	G

Kontrol odasının spesifikasyonu ve tipi kâğıt makinasınıninkinin aynıdır. Her iki makinanın ve İzmitteki 3. makinanın özellikle elektronik teğizat bakımından bir çok ortak noktaları vardır.

2.3. İkmal sahasındaki sürücüler : İkmal sahasında Ward-Leonard hız kontrol sistemli şu sürücüler vardır.

Dilimleyici ve yeniden sarıcı sürücüsü

İki tane mal sarıcısı sürücüsü

Süper kalender sürücüləri

2.4. Sülfat selülozu makinası grupsal sürücüləri:

Motor-Generatör takımlarının nominal değerleri ř şöyledir :

<u>Makina Grubu</u>	<u>İstenilen HP</u>
YuvarYuvarlak Elek	20
1.İslak Pres	55
2.İslak Pres	60
3. İslak Pres	65
Kurutucu, 3 motor, herbiri	5
Kesici	30

Ward-Leonard teğizatı ise şöyledir:

D.G. Generatörü 220 kW

Generatör için uyarıcı

Sürücü motor için uyarıcı

Endüksiyon motoru 400 HP

Yukarıdaki makina gruplar için 8 D.G. motoru.

3. AKSU :

Aksu'da bir kâğıt, bir de selüloz fabrikası vardır ve bu fabrikalarda kullanılan değişken hızlı sürü-

cümler aşağıda açıklanmıştır.

3.1. Kağıt makinası : Bu dakikada 570 metre hızla çalışıp günde 250 ton kadar kağıt üreten büyük bir makinedir. Ana sürücü sistemi bir transmisyon mili olup çeşitli yardımcı motorları da vardır. Transmisyon mili ortasından 1300kW, 75V, 1860A, 1000 dev/dak. lık bir D.G. motoruyla sürülmektedir. Motorun armatürü 6 darbeli, 3 fazlı, tam kontrollü, her kolunda bir FTSODA Mitsubishi tristörü bulunan bir köprü ile beslenir. A.G./D.G. konvertörünün çıkışının nominal değeri, devamlı olarak 1450kW, 775V, 1870A dır, bir dakika için 2800A kadar geçirebilir. 6.3kV'yi 780'a düşüren 2 MVA lık 3 fazlı bir transformator konvertörü beslemekte kullanılmaktadır.

Aşağıdaki makina grupları transmisyon mili ile sürülmektedir.

- a) Kağıt kapma valsi
- b) 1. Pres ve pilot generatör
- c) 3. pres
- d) 1. kurutucu
- e) 2. kurutucu
- f) 3. kurutucu
- g) Taransfer grubu aşağı valsi (Breaker stack bottom roll)
- h) 4. kurutucu
- i) Kalender ve pilot generatör
- j) Sarıcı ve takometre

Transmisyon milinin sarıcı ucunda ana sürücünün geri besleme sinyalini üreten bir tako-generatör vardır.

Yardımcı motorların kullanıldığı yerler güçleri aşağıda bir liste halinde gösterilmiştir.

- | | |
|--|-------|
| a) Elek döndürme | 75kW |
| b) 2. Elek geri döndürme | 45kW |
| c) Egütör | 25kW |
| d) Geç | 260kW |
| e) Pres kısmının yardımcı motorlarının hepsi | 1. |

Presin pilot generatörüne esirlen olup şunları ihtiva ederler.

(i) Emici kapma	37kW
(ii) Sıkıcı vals	110kW
(iii) 2. Pres	150kW
(iv) Pres kağıt vals	2,2kW
(v) Transfer grubu içeri verme	2,2kW
(vi) Transfer grubu dışarı verme	2,2kW
(vii) Kalender kağıt vals	2,2kW

f) Transfer grubu yukarı vals: Bu yardımcı motor, transfer grubu aşağı vals üzerindeki bir pilot generatör aracılığı ile sağlanan bir hız kapalı devre kontrolüne sahiptir.

Elek sürücü yardımcı motorlar sisteminin daha detaylı tartışılmasında fayda vardır. Çalışması şöyle olur: Elek döndürücü yardımcı motor mekaniki olarak transmisyon miline esirlenmiştir, ve ikaz akımı, motorun gereken dönme momentini üretmesini sağlayacak bir şekilde ayarlanır. Goç motoru ve 2. elek geri döndürme motoru bu akıma esirlenmiştir. Her üç motorun akımları transmisyon milinin goç kısmındaki dönme momentini ölçen bir araç aracılığı ile hep birlikte kontrol edilir.

Yukardaki bütün motorların ikaz sargıları 30kW, 220V tristörlü bir A.G./D.G. konvertörü ile beslenir.

3.2. Selüloz Fabrikası :

Bu tesisteki tristörlü sürücüler ve güçleri şöyledir.

a) Yuvarlak elek	22kW
b) 1.Pres	55kW
c) 2.Pres	55kW
d) Kesici	15kW

3.3. İkmal makinaları:

Ward-Leonard sistemiyle çalışan iki tane sarıcı vardır:

a) Sarıcı : Ana motor 300kW, 6,3kV, 3Ø olup, 240mW'lık bir generatörü sürer

b) Geri alma sarıcısı (Reclaim winder) : Ana motor 55KW, 3Ø'lık bir makina olup 40kW'lık bir generatörü sürer.

Bütün araçlar genel olarak iyi dizayn edilmiş olup dökümantasyonları yeterlidir ve iki veya üç teknisyenlerbirlikte çalışan bir mühendisin teçhizatın bakımında güçlük çekmemesi gerekir.

BİBLİYOGRAFYA

- Elektriğin sanayie uygulanması, Prof. Kemal Halıcı,
Güç elektroniğine giriş, Prof. Yük Müh. Remzi Gülgün,
SEKA İzmit İşletmeleri incele- SEKA Yatırımlar Dairesi
me gezi notları, Başkanlığı,
D.A. makinalarının yarı ilet- SEKA İnsangücü Eğitim Müd.
kenlerle kontrolü, kağıt yapım Mr. Simcock'un ders notları,
endüstrisindeki uygulamaları,
Endüstride elektrik motorları, Rife Johnson,
Manuel and automatic speed Irving Kosow.
control of D.C. motors.

ÖZGEÇMİŞ

1965 yılında Çorum'a bağlı Kargı Kazasında doğdum. İlkokulu K.Maltepe Feyzullah İlkokulunda, ortaokulu K.Maltepe Lisesi orta kısmında, liseyi ise Kabataş Erkek Lisesi'nde tamamladım. 1981 yılında Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümüne girdim. Buradan 1985 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünün açmış olduğu yüksek lisans sınavını kazandım. Halen Enstitünün Elektrik Bölümünde 5 nci yarıyıl öğrencisiyim.

