

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Sarma Makinelerinde Germe
ve hız Kont.

Selda Dündar

Yüksek Lisans Tezi

152
135

Elk.
20.000 TL

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SARMA MAKİNALARINDA
GERME VE HIZ KONTROLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELK. MÜH. SERAP SELDA DÜNDAR

İSTANBUL 1989

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE DOKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

Kot R 152
:...135.....
Alındığı Yer :...FEN.BİL..ENS.....
Tarih :...20.04.1992.....
Fatura :...- - - - -.....
Fiyatı :...20.000.₺.....
Ayniyat No :...1/2.....
Kayıt No :...48346.....
UDC :...621.3 378.242.....
Ek :.....

7



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ

PREFACE

BÖLÜM I.	OTOMATİK KONTROL	3
1.1.	Temel Bilgiler	3
1.2.	Kontrol Edilen Sistemlerin Elemanları ve Nitelikleri	3
1.3.	Otomatik Kontrol Sistemi Elemanlarının Ana Görevleri.....	4
1.4.	Kontrol Cihazları	5
1.5.	Kontrol Cihazı Mekanizmaları	5
1.6.	Enerjiyi Tahrik Ünitesine Aktarma Organları	6
1.7.	Tahrik Üniteleri	6
1.8.	Gecikme	6
1.9.	Otomatik Kontrol Sistemlerinin Sınıflandırılması	7
1.9.a.	Açık Çevrim Otomatik Kontrolü	7
1.9.b.	Kapalı Çevrim Otomatik Kontrolü	8
1.10.	Kapalı Çevrim Kontrol Sistemlerinin Fayda ve Mahzurları	10
BÖLÜM II.	SARMA MAKİNALARINDA GERİLME ve HIZ KONTROLÜ	11
2.1.	Gerilme Kontrol Sistemleri	12
2.1.a.	Elektronik Kontrol Sistemleri	13
2.1.b.	Analog Gerilme Kontrol Sistemi	14
2.1.c.	Analog Yapıştırırmalı Kontrol Sistemi	15
2.1.d.	Hareketli (Değişken) Gerilme Kontrollü Sistem	15

2.1.e.	LVDT'li Sistem	18
2.1.f.	On-Off Kontrol (İkili kontrol)	19
2.2.	Bir Dokuma Malzemesindeki Gerilme	19
2.2.a.	Malzemenin Tabiatı	20
2.3.	Gerilmenin Ölçülmesi	22
2.4.	Gerilme Kontrolü, Geri Beslemeli Kontrol	24
2.5.	Gerilme Kontrolünde Kullanılan Diğer Elemanlar	26
2.5.a.	Takometre (Hız Ölçen Eleman)	26
2.5.b.	Potansiyometre (Lineer Hareket Yapan).	26

BÖLÜM III.	GERİLME KONTROLÜNDE KULLANILAN D.A MOTORUNDA HIZ KONTROLÜ	28
3.1.	D.A. Motorları	28
3.2.	Ward-Leonard Sistemi ile Statik D.A Tahrik Sistemlerinin Karşılaştırılması	35
3.2.a.	Ward-Leonard Sisteminin Özellikleri ..	37
3.3.	Doğru Akım Motorlarında Kapalı Çevrim Hız Denetim Sistemi	39
3.4.	Doğrultucular	
3.4.a.	Üç Fazlı Doğrultucular	43
3.4.a.1.	Üç Faz Yarım Denetimli Köprü Doğrultucu	46
3.4.a.2.	Üç Faz Tam Denetimli Köprü Doğrultucu	50
3.4.a.3.	Tek Faz Tam Denetimli Köprü Doğrultucu	53
3.5.	Tetikleme Devreleri	54
3.5.a.	Darbe Büyüklüğü	54
3.5.b.	Tetikleme Açısının Denetimi.....	56
3.5.c.	Altı Darbeli Köprü Doğrultucular İçin Tetikleme Devresi	57
3.6.	Denetleyiciler	60
3.6.a.	P Denetleyici	60
3.6.b.	Toplama Amplifikatörü	61
3.6.c.	I Denetleyici (Integratör).....	62

3.6.d.	PI Denetleyici	64
3.6.e.	Düzeltilme Amplifikatörü	66
3.6.f.	Sınırlandırma	67

BÖLÜM IV.	SEKA İZMİT FABRİKASINDA UYGULANAN SİSTEM	69
4.1.	Seka Kağıt Fabrikası	69
4.2.	Tristörlü Sistemin İncelenmesi	69
4.3.	Hız Sezgi	71
4.4.	Akım Sezgi	71
4.5.	dV/dt ve d_i/dt Koruma Elemanları	71
4.6.	TEKNİK BİLGİ	71
4.6.1.	Anma Değerleri	71
4.6.2.	Çalışma Koşulları ve Denetim Duyarlılığı	72
4.7.	Denetim Birimi	72
4.7.1.	Mekanik Yapı	72
4.7.2.	Güç Birimi	73
4.7.2.a.	Tristörler	73
4.7.2.b.	Koruma Devreleri	73
4.7.3.	Elektronik Birim	73
4.7.3.a.	Kaynak Kartı	74
4.7.3.b.	Tetikleme Devresi	74
4.7.3.c.	Akım Denetleyici	75
4.7.3.d.	Hız Denetleyici	75
4.7.3.e.	Başlama Devresi	75
4.7.3.f.	Röle Kartı.....	76
	Örnek	85
	Literatür	89

ÖNSÖZ

Kağıt, kumaş, nylon gibi malzemeler işlenirlerken, malzeme üzerine belirli bir gerilme değeri bırakır. Bir malzemeyi çekme olarak tarif edilen gerilmenin ana gayesi malzemeye uygulanan çeşitli operasyonların, baskı işlemi, sarma, kesme işlemi gibi, belirli bir doğruluk ve kalite değerinde meydana getirilmesi içindir. Bu yüzden gerilmenin kontrolü çok iyi bir şekilde yapılmalıdır.

Bu sebepten bu tezde gerilme kontrolü sistematik bir biçimde incelenmiş ve bu incelemelerin sonucunda çeşitli kuruluşlardaki sistemler örnek olarak gösterilmiştir.

Bu tezin hazırlanmasında görüşlerine başvurduğum ve benden yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Prof. Kemal HALICI'ya teşekkürü borç bilirim.

Serap Selda DÜNDAR

PREFACE

When material like paper, cloth and nylon is being processed, a certain tension is left on it.

The main goal of tension, defined as pulling a material is to carry out several operations such as winding, cutting of material in an accurate and qualitative manner.

Therefor control of tension should be accomplished in an accurate way.

In this thesis, control of tension is examined in a systematic way and systems in several factories are given as samples.

I'd like to thank my teacher Prof. Kemal HALICI. Who has played a great role in accomplishing this thesis.

GİRİŞ

Kağıt, kumaş, iplik v.s. gibi malzemeler belirli bir form verildikten sonra nakledilirler. Belirli işlemlere tabi tutulurken, belirli işlem kademelerinden geçerken bütün dış kuvvetlere veya bunları etkileyen bozuculara rağmen sabit bir hızda ilerlemek zorundadırlar.

Tüm bu endüstri kollarındaki hedef optimal kârdır. Bu ise şu şekilde gerçekleştirilir.

- Mümkün olduğu kadar çok üretim
- En az kesinti uygulamak
- Son üründe en yüksek kalite

Normal olarak herhangi bir üretim artışı daha çok kesintiye neden olur ve bu da sırası ile artışı düşürür. Ve dahası az kazanç sağlanır. Bu yüzden hedef en yüksek kazanca ulaşmak için ana faktörlerin dengelenmesi olmalıdır.

Malzemelerin sevk edilmesi, kağıt, kumaş gibi tahrik merdaneleri ile olur ki bunlara genel olarak "pinch roller" adı verilir. Motor hızlansın, yavaşlasın veya malzemeyi devamlı sevk etsin diye bu merdaneler hızı, momenti ve güç seviyesi ayarlanabilen motorlara bağlanırlar. Bazen işlem geniş olduğundan çok sayıda pinch roller'ler konabilir. Bu sebepten herbir merdane ayrı ayrı motorlarla tahrik edildikleri için iyi bir senkronizasyon gereklidir.

Bu işlemler için kullanılan motorlar A.A veya D.A motorları olabilir. Son yıllarda A.A motorlar kullanarak gerilme kontrolü yapılmaktadır, fakat bu sistem henüz istenilen biçimde yerleşmiş değildir. D.A motorlarına göre, hız kontrolü daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu yüzden günümüzde endüstri alanında daha çok D.A motoruyla karşılaşmaktayız.

D.A motorlarının da kullanımında ilk yıllara göre önemli evrimler olmuştur.

1890' lı yıllarda ilk Ward-Leonard sisteminin kullanıma girmesi D.A tahrik sistemlerinin evriminde önemli bir nokta oldu.

1950' li yıllarla birlikte yarı iletken teknolojisinde önemli gelişmeler görüldü ve yüksek kapasiteli silisyum diyatlar ve SCR'ler imal edilerek endüstriyel uygulamalarda kullanılmaya başlandı. Bunlar önce lamba tipi doğrultucuların yerini aldı, daha sonraları ise tahrik motorlarını doğrudan beslemekte kullanılarak modern katı hal d.a tahrik sistemlerinin temeli atılmış oldu.

Malzeme nakledilirken, gergin bir şekilde kalsın diye, malzemeye ağırlıklı merdaneler etki ettirilir. Hızlanma ve yavaşlamanın ekstrem şartları hariç ağırlıklı merdane ağırlığı ile orantılı olarak malzemeye bir gerilme uygulanır. Malzeme makinada çeşitli operasyonlardan geçerken hareketli merdanelerde (Dancer Rolls) malzemeyi gergin bir pozisyonda tutması için kullanılırlar. Hareketli merdane nin amacı malzemeyi titreştirmekten, işlem sırasında sıçramadan ve gergin halde iken koparmaktan ve malzemeyi gevşek bir şekilde bulunmaktan önler.

Hem ağırlıklı, hem de hareketli merdaneler gerilmeyi otomatik olarak ayarlayabilirler.

1) OTOMATİK KONTROL

1.1) Temel Bilgiler

Otomatik kontrol sistemleri, konutlarda basit sıcaklık kontrolünden sanayide karmaşık işlem kontrollerine kadar geniş bir alana uygulanmaktadır. Bir değişkenin kontrol edilmesi öngörülen her yerde otomatik kontrol söz konusudur. Bu değişken gerilim, akım veya bir gaz, bir katı, bir sıvının sıcaklık, basınç nem akış hızı veya akış miktarı olabilir. Bu değişkenlerin kontrolünde en önemli husus, kontrol eden ve edilen cihazların çalışma düzenidir.

1.2) Kontrol Edilen Sistemlerin Elemanları ve Nitelikleri

Otomatik kontrolün uygulanabilmesi için, içinde kontrol edilebilen bir değişken bulunan bir sistemin mevcut olması gereklidir. Bu değişkenin kontrolü, genellikle ikinci bir düzenleyici değişkene kumanda eden bir otomatik kontrol sistemi ile sağlanır.

"Kontrol edilen sistem" içinde kontrol edilen değişken bulunan bütün elemanından meydana gelir, fakat otomatik kontrol cihazlarını kapsamaz.

Kontrol edilen değişken ölçülen veya kontrol edilen miktar veya şartlardır ve kontrol edilen ortam içinde bulunur. Örneğin su sıcaklığı kontrol ediliyorsa kontrol edilen değişken sıcaklık, kontrol edilen ortam su dur.

Düzenleyici değişken, kontrol edilen değişkende istenen düzeltmeyi sağlamak üzere otomatik kontrol sistemi ile ayarlanan miktar veya şartlardır. Düzenleyici değişken, kontrol ortamının bir niteliğidir. Örnek olarak bir odanın ısıtılmasında kullanılan buharlı bir ısıtıcı gözönüne ala-

lım. Burada kontrol edilen değişken oda sıcaklığı, kontrol edilen ortam oda, dūzenleyici değişken buhar miktarı ve kontrol ortamı da buhardır.

1.3) Otomatik Kontrol Sistemi Elemanlarının Ana Gōrevleri

Tam otomatik bir kontrol donanımında, kontrol cihazları tarafından yerine getirilmesi gereken 6 ana gōrev vardır.

a) Kontrol edilen bir veya birkaç değişken veya şartlardaki değişimleri ōlçmek (Kontrol cihazının izleme ve ōlçme elemanları yapar.)

b) Bu değişimleri, nihai kontrol elemanı tarafından kullanılabilecek şekilde kuvvet veya enerjiye dōnūřtürmek (Kontrol cihazı mekanizması yapar.)

c) Enerji veya kuvvetleri, dōnūřüm noktasından dūzeltici hareket noktasına aktarmak (Kontrol devresinin irtibat malzemesi, elektrik için kablo, pnōmatik için boru ve mekanik için baęlantı çubuklarıdır.)

d) Enerji veya kuvveti kullanarak nihai kontrol elemanının konumunu deęiřtirmek veya kontrol edilen řartlarda dūzeltici deęiřimi gerçekleřtirmek. (Motor veya vana gibi kontrol edilen cihazın tahrik ūnitesi bunu gerçekleřtirir.)

e) Dūzeltici değişiminin tamamlanmasını izleme (Kontrol cihazının izleme ve ōlçme elemanları yapar.)

f) Dūzeltme ōtesi ařmaları ōnleme için, dūzeltici deęiřim çaęrısının sona ermesi (Kontrol cihazı mekanizması, irtibat malzemesi, tahrik ūnitesi ve kontrol edilen cihaz bunu gerçekleřtirir.)

Yukarıdaki gōrevlerin yerine getirilebilmesi için gerekli sayıda uygun cihazların birbirleri ile bağlantıla-

rının yapılması zorunludur. Çok defa, çözüm bekleyen kontrol sorunu için en uygun enerji türü, seçilen cihaz türünü tayin eder. Otomatik kontrolde en çok kullanılan enerji türü elektrik enerjisi ve basınçlı havadır.

1.4) Kontrol Cihazları

Kontrol Cihazı

a) Kontrol edilen değişkendeki değişimleri izleyen ve ölçen,

b) İzlenen ve ölçülen değişken aldığı uyarımı kontrol devresinde kullanılabilecek ölçülü bir enerji türüne dönüştüren bir aygıttır.

Ölçülü enerji kontrol donanımını harekete geçirerek bir değişimi düzeltir veya kontrol edilen değişkenin değişiminin istenen noktada durmasını sağlar.

İzleme ve ölçme görevleri kontrol cihazının izleyici elemanı tarafından yapılır. İzleyici elemanın malzeme ve yapısı, izleyici eleman kontrol edilen şartlardaki değişimlerden etkilenecek şekilde olmalıdır. Elektriksel ve pnömatik kontrol cihazları genellikle aynı tür izleyici eleman kullanırlar. Son derece hassas olan elektronik kontrol cihazları ise, elektriksel ve pnömatik kontrol cihazlarının uyarımlarını değerlendiremeyeceği izleyici elemanları kullanabilmektedirler.

1.5) Kontrol Cihazı Mekanizmaları

Otomatik kontrolde ikinci adım, kontrol edilen değişkende ölçülen değişimi kontrol sisteminde kullanılabilecek bir enerji türüne dönüştürebilmektir. İzleyici elemanda, kontrol edilen değişkenin ölçülen değeri bir uyarıma dönüştürülmüştür ve bu uyarım kontrol mekanizmasını hareket ettirir.

Elektriksel bir kontrol cihazında izleyici elemanın gönderdiği uyarım, bir elektrik devresini açmak veya kapamak veya mevcut bir devrede bir direnç değişimi sağlamak için kullanılır. Pnömatik kontrol cihazlarında bu mekanizma genellikle açıp kapatan bir vana sistemi veya basınçlı havayı kontrollü olarak dışarı sızdırmak suretiyle nihai kontrol elemanına giden hava basıncını ayarlayan bir kanttır.

Kontrol cihazı mekanizması aslında bir yükselticidir. Bu husus, ölçme ve izleme görevlerinin elektronik enerji vasıtasıyla yapıldığı ve elektronik bir yükselticide kuvvetlendirildiği elektronik kontrol cihazlarında daha da belirliidir.

1.6) Enerjiyi Tahrik Ünitesine Aktarma Organları

Enerjiyi kontrol cihazından tahrik ünitesine iletmek için elektriksel ve elektronik kontrolde elektrik kabloları, pnömatik kontrolde bakır veya plastik borular kullanılır.

1.7) Tahrik Üniteleri

Bir tahrik ünitesi, elektrik veya pnömatik enerjinin bir dönel, doğrusal veya açıp kapama hareketine dönüştürüldüğü bir motor, röle veya selonoittir.

Bir tahrik ünitesi çeşitli nihai kontrol elemanlarını hareket ettirmek suretiyle kontrol edilen değişkende istenilen değişimi gerçekleştirir.

1.8) Gecikme

Otomatik kontrol sistemlerinden bahsederken sık sık gecikme deyimi kullanılır. Gecikme, sistemin bir bölümünde değişen şartların sistemin bir diğer bölümü tarafından izlenmesindeki gecikmedir. Toplam gecikme, kontrol eden sis-

tem ile kontrol edilen sistemdeki gecikmeler toplamıdır.

Kontrol sistemindeki gecikme

a) Kontrol cihazındaki

b) Nihai kontrol elemanındaki gecikmeler toplamıdır.

Kontrol edilen sistemdeki gecikme

a) Nihai kontrol elemanının konum değiştirmesine nazaran düzeltici değişkenin değişimindeki,

b) Kontrol ortamından kontrol edilen ortama enerji aktarma hızı değişimindeki,

c) Kontrol ortamından kontrol edilen değişkene enerji aktarılmasındaki değişimin, kontrol edilen değişkeni etkilemesindeki gecikmeler toplamıdır.

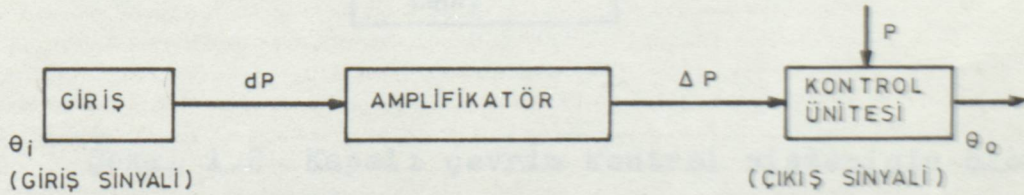
1.9) Otomatik Kontrol Sistemlerinin Sınıflandırılması

1.9.a) Açık Çevrim Otomatik Kontrolü

1.9.b) Kapalı Çevrim Otomatik Kontrolü

1.9.a) Açık Çevrim Otomatik Kontrolü

Giriş sinyali düşük bir değer olup amplifikatörlerden geçirilir. Böylece kontrol ünitesindeki enerji akışı kontrol edilir. Giriş ile çıkış arasında direkt bir bağlantı, yani geri besleme mevcut değildir. Vida, disk veya reostayı çevirmekle giriş sinyali uygulanır. İstenen çıkış sinyali bu diskle önceden kalibre edilmek suretiyle istenilen çıkış elde edilir.



Şekil 1.1 Açık çevrim kontrol sisteminin blok diyagramı

Trafik lambalarını açık çevrim kontrol sistemine örnek gösterebiliriz. Kontrol operasyonu trafiğin hacmine bağlı değildir. Peryodik olarak eşit sürelerde yanıp söner. Ama trafiğin hacmi tayin edilip, buna göre lambalar yanıp söndürülürse kapalı çevrim kontrol sistemine geçilmiş olur. Dolayısıyla ek ünitelere ihtiyaç vardır.

1.9.b) Kapalı Çevrim Otomatik Kontrolü

Çıkış ölçülür ve bu ölçüye tekabül eden sinyal ile geri besleme yapılır. Sonra giriş-çıkış sinyallerinin farkı teşkil edilmiş olur. Bu fark sinyali sistemi otomatik olarak kontrol için kullanılır. Girişte bir mukayese elemanına ihtiyaç vardır.

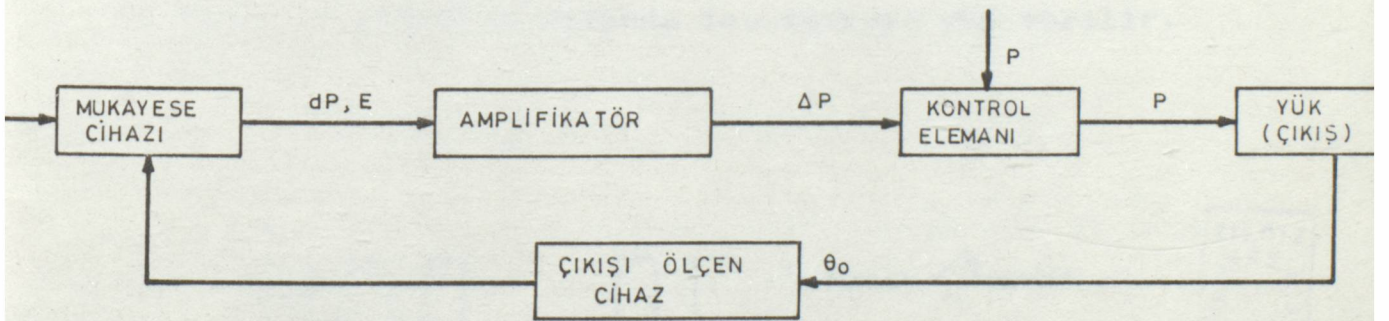
Hata sinyali = Giriş sinyali - Çıkış sinyali

$$E = \theta_i - \theta_o \quad (E = \text{hata sinyali})$$

$$E = \theta_i - f(\theta_o)$$

$f(\theta_o)$ = Çıkışın fonksiyonudur

E = Hareket sinyali olur.



Şekil 1.2 Kapalı çevrim kontrol sisteminin blok diyagramı

Kapalı çevrim kontrol sisteminde blokların sayısı ihtiyaca göre azalıp, çoğaltılabilir. Önceden de bahsedil-

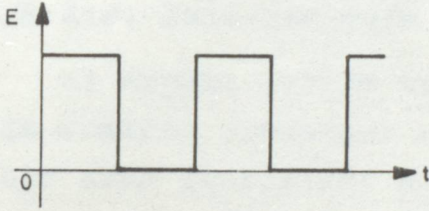
diđi gibi bu kontrol sistemleri elektrik, mekanik, optik, hidrolik, pnömatik.....vs. olabilir.

Kullanılan Hata veya Hareket sinyalinin tipine göre

- a) Açık-kapalı (on-off) kontrol sistemleri
- b) Kademeli kontrol sistemleri
- c) Sürekli kontrol sistemleri

- a) Açık-kapalı kontrol sistemleri

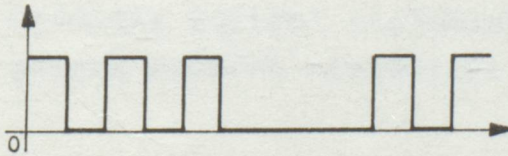
Bu sistemlerde hata veya hareket sinyalleri devreyi açar veya kapar.



Oda sukuneti veya buzdolabının termostatik kontrolüne buna bir örnektir. Termostat hata dedektörüdür.

- b) Kademeli kontrol sistemleri

Açık-kapalı kontrol sisteminin biraz değişik şeklidir. Güç devreye kademeli olarak verilir. Sıcaklık derecesi istenilen değerin altında ise devreye güç verilir.



$z_{\text{İSTENİLEN}} < z_{\text{MEVCUT}}$



- c) Sürekli kontrol sistemleri

Çıkışı ölçmekle kalmayıp, devamlı giriş sinyali verirler. Sistemin girişini ve çıkışını mukayese ederek, el-

de edilen hata sinyali ile çıkışı devamlı kontrol eder. Çıkışı sabit tutmak için kullanılan regülatörler, çoğu zaman devamlı kontrol sistemleridir.

1.10) Kapalı Çevrim Kontrol Sistemlerinin Fayda ve Mahzurları

Faydaları

a) Kapalı çevrim kontrol sisteminde çıkıştaki hata K defa küçülür.

b) Kapalı çevrim kontrol sisteminde cevap verme süresi K defa daha küçüktür. Açık çevrim kontrol sisteminde cevap verme süresi t ise, kapalı çevrim kontrol sisteminde t/K dır. Yani çok defa duyarlıdır.

c) Kapalı çevrim kontrol sisteminde ayar alanı açık çevrim kontrol sistemine nazaran K defa daha büyüktür. Geniş bir alan içerisinde sıhhatli ayar imkanı vardır.

Zararları

a) Sistemin toplam kazancı, açık çevrim sistemine nazaran $(1+h.K)$ defa daha küçüktür.

b) Osilasyon yapmaya son derece müsaittir. Ancak osilasyonu önleme imkanı vardır.

c) Kapalı çevrim kontrol sistemi pahalıdır.

Otomatik kontrol sistemlerinin büyük bir bölümünde kapalı çevrim kontrol sistemleri kullanılır.

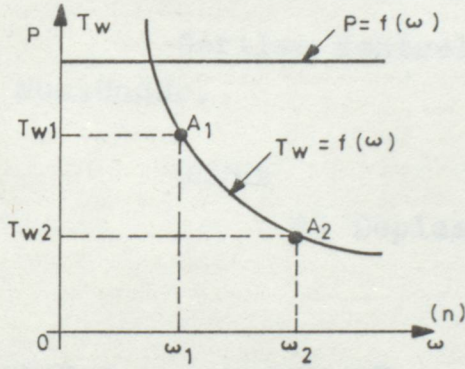
II. BÖLÜM

SARMA MAKİNALARINDA GERİLME ve HIZ KONTROLU

Kumaşlar, dokumalar, iplikler kağıtlar v.s. belirli bir form verildikten sonra, nakledilirler. Belirli işlemlere tabi tutulurlarken, belirli işlem kademelerinden geçerken bütün dış kuvvetlere veya bunları etkileyen bozuculara rağmen sabit bir hızla ilerlemek zorundadırlar.

Bu gruba giren makinalarda yük momenti açısal hız veya devir sayısı ile ters orantılı, yani hiperbolik olarak değişir. Orantı sabitesi K ile gösterilirse yük momenti açısal hız arasında

$$T_w = \frac{K}{w} \quad \text{bağıntısı vardır.}$$



Şekil 2.1' de bu işletme karakteristiği gösterilmiştir. Açısal hız veya devir sayısı ile ters orantılı olarak değişen bu yük momenti karakteristiğine soyma-moment karakteristiği denir.

Şekil 2.1 Soyma-Moment
Karakteristiği

Bu karakteristik üzerinde A1 ve A2 gibi iki farklı çalışma noktasına ait koordinatlar arasında

$$\frac{T_{w1}}{T_{w2}} = \frac{w_2}{w_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

bağıntısı vardır, yani

yük momentleri açısal hızlarla ters orantılıdır. Kağıt veya kumaş sarma makinalarında sıkı ve üniform bir top elde etmek için kağıt veya kumaş makara üzerine sabit bir germe kuvveti ile sarılırlar.

Soyma-moment karakteristiğinde yük momenti açısal hıza bağlı olarak değişirken güç ise değişmeyip sabit kalır.

$$P = w.T = w. \frac{v.w}{w} = v.w = K \text{ dir.}$$

Bu makinalarda yarıçap değişirken çevresel hızı sabit tutabilmek için devir sayısı ayarı gereklidir. Devir sayısı ayarı ise germe kontroluna göre yapılır. Bunun için de gerilme kontrolunun nasıl yapıldığını incelemek gereklidir.

2.1. Gerilme Kontrol Sistemleri

Gerilme kontrol sistemlerini iki sınıfa ayırmak mümkündür.

ÖLÇME

a) Deplasman duyarlı elemanlar

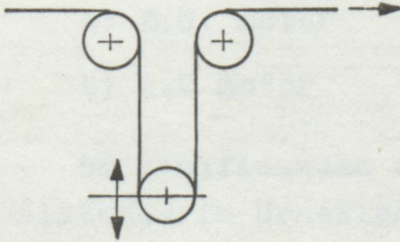
Deplasman ölçen elemanlar

a1) Potansiyometre

a2) LVDT (Lineer Variable Diferansial Transducer)

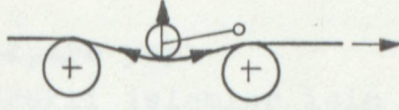
a3) Autotransformer

a4) Direk olan mekanik yöntemler (lövyeler)



b) Kuvvet duyarlı elemanlar

Kuvveti ölçen elemanlar



b1) Loadcell

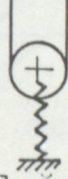
b2) Straingage

Gerginliği değiştirme yöntemleri

a) Frenler

- a1) Mekanik frenler
- a2) Mağnetik frenler
- a3) Hidrolik frenler
- a4) Diferansiel frenler

b) Dancer + Yay tertibatı



c) Dancer ağırlığı

Bu yöntemlerle gerginlik değeri değiştirilerek gerilme kontrolü, hız kontrolü problemine dönüşür.

Hız kontrolünde kullanılan güç elemanları

- a) D.C. motor
- b) A.C motor

Bu sınıflamadan sonra gerilme kontrolünde kullanılan sistemlerin örneklenmesine göz atalım.

2.1.a) Elektronik Kontrol Sistemleri

Elektriksel frenler kullanarak açık çevrim ve kapalı çevrimlerle optimum ve hassas gerilme kontrol sistemle-

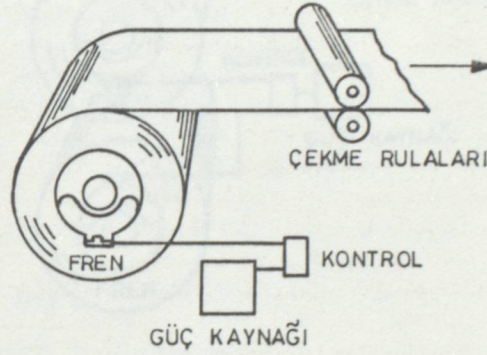
ri yapılabilir.

Bu sistemlerin özellikleri

- Yekpare yapı
- Sürekli işlemler için sabit akım
- PID devre - "orantı-integral, diferansiyel"

Kapalı çevrimli sistemlerdeki parametrelerin kolaylıkla ayarlanabilmesi

2.1.b) Analog Gerilme Kontrol Sistemi



Uzaktan analog girişli kontrol, açık çevrimli bir sistemdir ve özel olarak dizayn edilmiş veya herhangi bir transdüktör (çevirici) bağlanarak bir kapalı çevrim yapılabilir. Sistemde ayrıca el ile gerilme kontrolü yapılabilir. Sistem şunlardan oluşur

1. Gerilme freni
2. Analog gerilme kontrolü
3. Kontrol güç kaynağı
4. Uygun sensör girişi

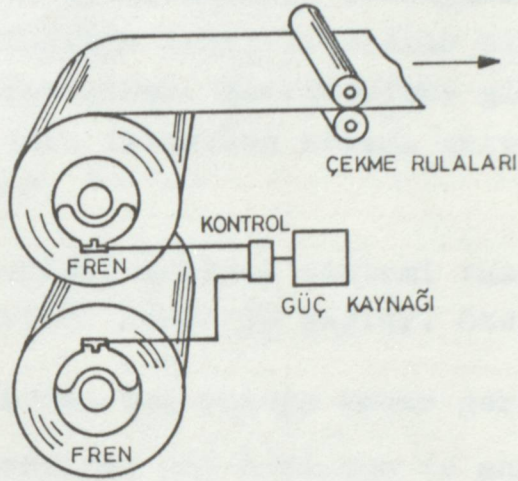
Kontrol ünitesi frene gönderilen bir çıkış akımı üretir. Kontrolden üretilen akım değişerek, gerilme kontrolü için fren momentini azaltır veya arttırır. Takogeneratör

veya diğ er lojik girişlerle bağlandığında kapalı bir kontrol ünitesi oluşur.

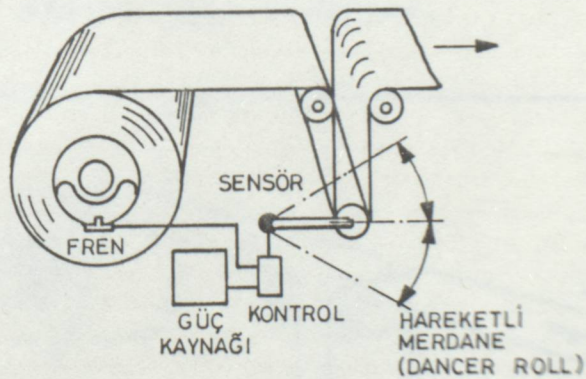
2.1.c) Analog Yapıştırmalı Kontrol Sistemi

Analog yapıştırmalı kontrol, el ile veya analog giriş kontrolü ile iki freni birden kontrol eder.

Analog kontrol ani frenlemeleri kolaylıkla yapabilir.



2.1.d) Hareketli (Değişken) Gerilme Kontrollü Sistem



Bu kapalı çevrimli gerilme kontrol sistemi otomatik olarak boşalan malzemelerde gerilmeyi kontrol eder.

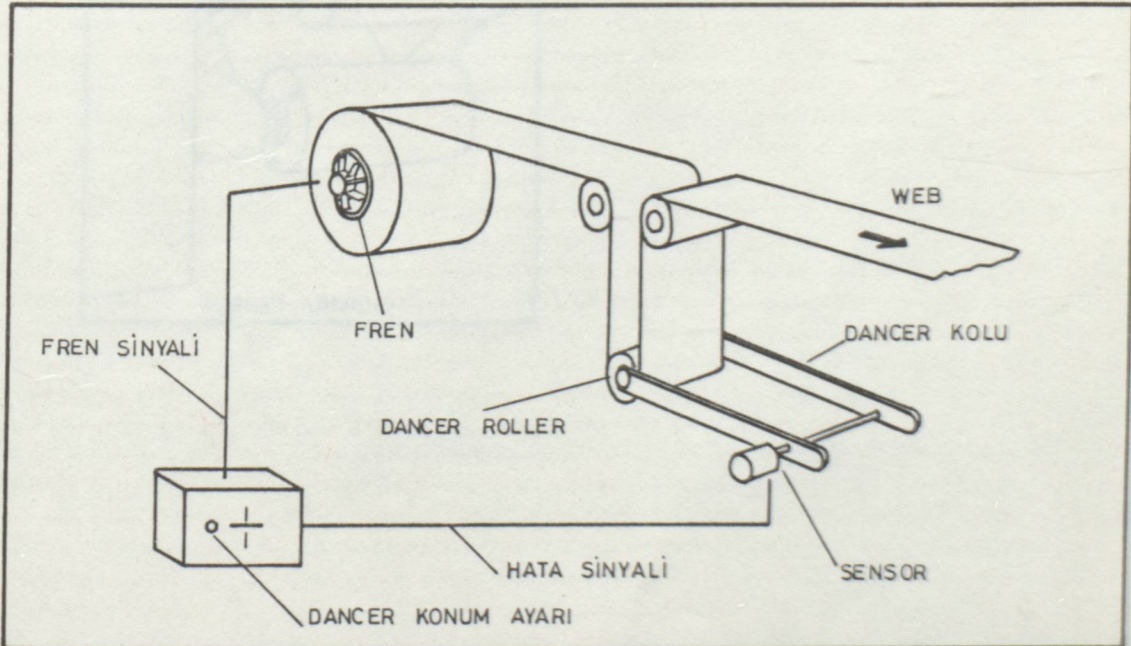
Bu malzemeler kumaş, kağıt, folie, tel gibi malzemelerdir. Sistem beş kısımdan oluşur.

1. Gerilme freni
2. Değişken gerilme kontrolü
3. Kontrol güç kaynağı
4. Mafsallı sensör
5. Hareketli merdane düzeni

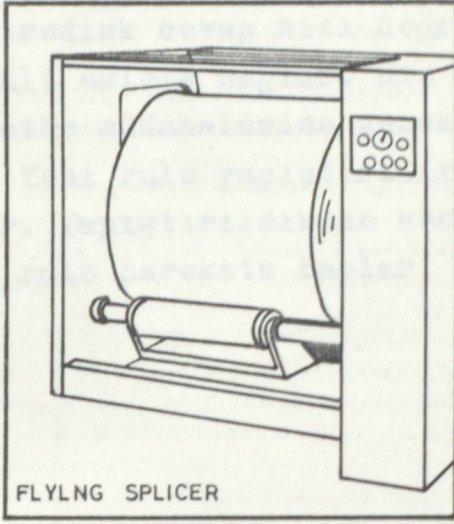
Hareketli merdanenin ağırlığı malzemedeki gerilmeyi tayin eder. Hareketli merdanenin pozisyonu değiştiği zaman, sensörden bu pozisyonla orantılı olarak bir hata sinyali elektrodisk frenine gider. Elektrodiske giden artmış akım, hareketli merdanenin istenilen konuma gelene kadar fren momentini arttırır.

Kapalı çevrimli kontrol sistemi tamamiyle otomatiktir ve hassas gerilme kontrolü sağlar. Özellikleri;

- Dolu rulodan boş ruloya kadar gerilme kontrolü
- Sabit gerilme, ani hızlanma ve ani durmalarda bile sabit gerilme
- Malzeme sarfını azaltır
- İnce filmler, ağır muşambalar, gazete kağıtları ve ağır teller için idealdir.



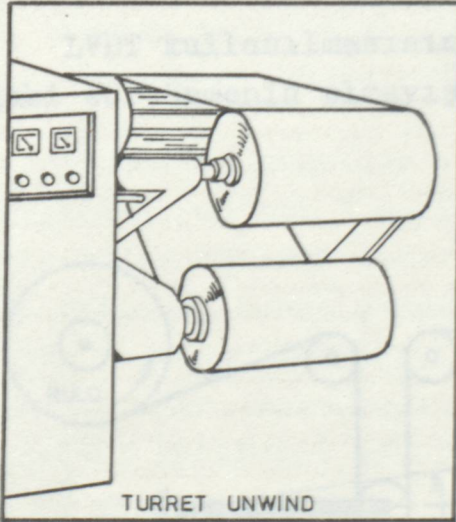
Şimdi bu sistemlerin kullanıldığı uygulamaları görelim.



Flying Splicer (Devamlı Ekle-yici). Bu sistemde işlenen rulo geçerken, kullanılmayan rulo sabit tutulur. Hareket değişimini sezme ve ayar, ekleme sırasında doğru ve hassas gerilme değerine getirme süresi çok anıdır (Genelde %2 veya %3'lük bir

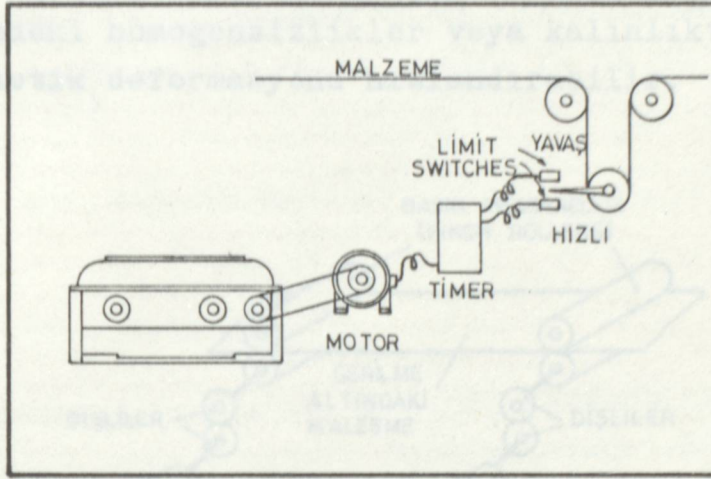
değişmeden daha az bir yanılma payı vardır). Yeni rulo yapıştırma sırasında durmaz aksine giderek hızlanan ivmeli bir hareket yapar.

Turret Unwind = Bir rulodan diğer rulo sarma işlemini yapar.



2.1.f) On-Off Kontrol (ikili kontrol)

On-off kontrol bu sistemler içinde en basitlerinden-
dir. Temeli şöyledir. Hareketli malzeme yer değiştirdiği
zaman, timer switch hatayı düzeltecek şekilde kontrolü bes-
ler. Timer (zamanlayıcı) hareketi durdurana kadar, kontrol
işlemi devam eder. Kısa bir süre sonra timer tekrar kontrol
sistemini besler, böylece adım adım kontrol olur.



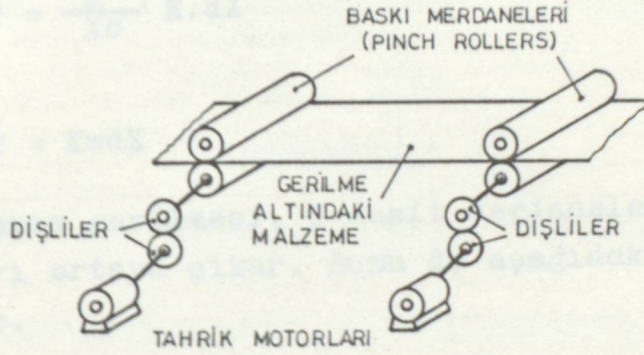
2.2) Bir Dokuma Malzemesindeki Gerilme

Dokuma malzemeler, bir çok işlem kademelerinden ge-
çerler. (kurutma, kesme, boyama, sarma v.s.)

Kumaşlar, kağıtlar v.s. gibi malzemeler onları pozi-
tif olarak saran sabit merdaneler tarafından sevk edilirler.
Değişik motor türleri sabit merdanelere dişliler vasıtasıyla
bağlanırlar. Sabit merdaneler işlem sırasında malzemeyi
ortalama hızda götürürler. Ayrıca malzeme kopmasın veya
birikmesin diye, malzemeye belirli bir gerilme uygularlar.
Malzemedeki gerilmeyi sabit tutabilmek için zamanla malze-
menin ne genleşmesi ne de büzülmesi gerekir. Kumaşa bozucu
etkiler uygulanırken, malzemenin kesit özellikleri değişme-
dikçe, kurutma, kimyasal işlem veya mekanik deformasyon gi-
bi, iki komşu sabit merdaneler eş olarak "pozisyon senkro-
nizasyonunda" dönmeleri gerekir ve eğer her zaman bu senkro-
nizasyon oluyorsa gerilme değişmez.

2.2.a) Malzemenin Tabiatı

Kumaşlar veya kağıtlar çekilmedikleri sürece, ideal bir elastik malzeme gibi kabul edilebilirler. Tahrik merdaneleri arasındaki kumaşın merdanelere nazaran çok küçük kütleleri vardır. Tahrik merdaneleri arasındaki malzemeye hiç çekme uygulanmadığı takdirde, Hooke Kanunu tatbik edilir ve uygulanan kuvvetle orantılı olarak kumaş uzar. Şüphesiz ki bu ideal şartta bir takım değişiklikler vardır. Malzemedeki homogensizlikler veya kalınlıktaki değişiklikler elastik deformasyonu hızlandırabilir.



Şekil 2.2 Gerilme altındaki malzeme

Şekilde iki çift sabit makara düzeni ve onları tahrik eden iki motor görülmektedir. Aradaki kumaş kütsesiz fakat esnektir.

Kumaştaki gerilme T kontrol edilen bir değişkendir. Motor hızları n_1 ve n_2 değişirken sabit merdanelerin pozisyon senkronizasyonu değişir. Bu kumaşı deforme ettirir.

Gerilme ve genleřme Hooke Kanunu'na göre belli olur.

Lineer gerilme ve genleşme ilişkisi bir malzeme için aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenir.

$$\frac{F}{A} = E \cdot \frac{\Delta X}{X_0} \quad \text{Burada } X_0 = \text{Kumaşın serbest uzunluğu}$$

$$\Delta X = \text{Deformasyon}$$

$$F = \text{Deformasyon kuvveti}$$

$$A = \text{Kesit alanı}$$

$$E = \text{Elastiklik modülü}$$

Genleşmede sonsuz küçük $\Delta X'$ lik bir artma için, kumaştaki gerilme ΔT kadar artar. Bu da şu bağıntıdan belirlenir.

$$dT = \frac{A}{X_0} E \cdot dX$$

$$dT = KwdX$$

Kumaş gerilmesi, T sabit merdanelerin pozisyonlarından dolayı ortaya çıkar. Bunu da aşağıdaki ilişkiden öğrenebiliriz.

$$\begin{aligned} dT &= Kw (dX_1 - dX_2) \\ &= Kw (r_1 d\theta_1 - r_2 d\theta_2) \end{aligned}$$

Burada r_1 ve r_2 merdanelerin yarıçaplarıdır. θ_1 ve θ_2 açıları sırasıyla n_1 ve n_2 hızlarının integralidir.

$$\frac{dT}{dt} = Kw (r_1 n_1 - r_2 n_2)$$

Plastik malzeme zorlandığı zaman ve $r_1=r_2=r$ ise gerilme değişikliğinde ikinci bir yaklaşıklık getirir. Burada tüm atalet etkileri gözönüne alınmıştır.

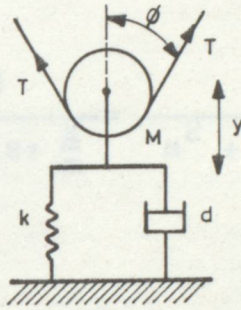
$$\frac{dT}{dt} = rKw (n_1 - n_2) + rKw \left(\frac{dn_1}{dt} - \frac{dn_2}{dt} \right)$$

Burada $Z_w = \frac{b}{K_w}$ $b = \text{Viskoz sürtünme katsayısı}$

Bu denklemde $\frac{dT(t)}{dt}$, T, n1 ve n2 'nin diferansiyelini içeren bir nonlinear fonksiyondur.

2.3) Gerilmenin Ölçülmesi

Gerilme genellikle yay bağlanmış bir hareketli merdane (dancer roller) vasıtasıyla ölçülür.



Şekil 2.3 Gerilme ölçmede hareketli merdane

Merdanenin statik yer değiştirmesi y, kumaştaki gerilme değişikliği ile orantılıdır. Bu yüzden hareketli adı (dancer) uygundur. Bu gösterir ki gerilme ölçümü stabil değildir. Merdane y doğrultusunda devamlı titreşim hareketi yapar. Bunu önlemek için sönüm katsayısı d olan bir sönüm elemanı konur.

Merdanelerin atalet momenti kumaşın hızlanması ve yavaşlaması sırasında gerilme parçalarına etki etmediği ve $K_w = k$ olduğu için y hareketinin gerilme ile ilişkisi

$$\frac{y(s)}{T(s)} = \frac{K}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \quad \text{dır.}$$

Denklemini çıkarırsak,

$$m\ddot{y} + ky + d\dot{y} = 2T\cos\phi$$

Her iki tarafın Laplace dönüşümünü alırsak,

$$(mS^2 + dS + k) Y(S) = 2 \cos\phi T(S)$$

$$(S^2 + \frac{d}{m} S + \frac{k}{m}) Y(S) = \frac{2}{m} \cos\phi T(S)$$

$$\frac{Y(S)}{T(S)} = \frac{\frac{2}{m} \cos\phi}{S^2 + \frac{d}{m} S + \frac{k}{m}} = \frac{K}{S^2 + 2\zeta W_n S + W_n^2}$$

$$K = \frac{2}{m} \cos\phi$$

$$W_n = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$m = \frac{W}{9}$$

$$2\zeta W_n = \frac{d}{m}$$

$$4\zeta^2 \frac{k}{m} = \frac{d^2}{m^2}$$

$$\zeta^2 = \frac{d^2}{4km}$$

$$\zeta = \frac{d}{2\sqrt{km}} \quad \text{dir.}$$

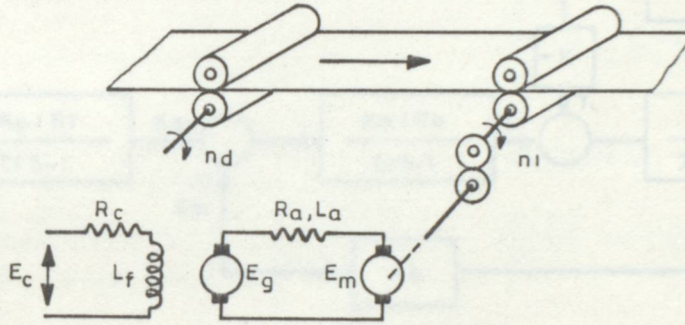
Kumaşın gevşekliği azalır veya artarken, gerilme T böyle aşağı, yukarı doğru hareket eden merdane vasıtasıyla ölçülemez.

İyi bir gerilme ölçme aleti için temel istek, minimum kütle ve çok sert bir yaydır. Bu istekler doğal frekansı yüksek mertebede tutar.

Ayrıca sönüm oranı da yaklaşık olarak $\zeta = 1.0$ yapılır. Bant genişliği elde etmek için gerilmedeki birim değişme statik deformasyonda bir yaklaşıklık kabul edilir.

2.4) Gerilme Kontrolü, Geri Beslemeli Kontrol

Şimdi geri beslemeli kontrol problemini ve gerilmenin regülasyonunu gözönüne alalım. Şekil 2.4' te gösterilen Ward-Leonard sisteminde tahrik merdaneleri n_1 hızı ile dönsün.



Şekil 2.4 Gerilme regülasyonu için hareketli merdanelerin motor-generatör tahriki

Merdaneler elastik kumaş malzemesini sevk ederler. Birinci çift hareketli merdane n_d hızıyla dönüyor olsun. Generatör alan akımı değiştirilerek motorun hızı değiştirilir.

Bu sistemin dinamik davranışını belli eden denklemler

$$\frac{dT}{dt} = rK_w (n_1 - n_d) + rK_w \zeta_m \left(\frac{dn_1}{dt} - \frac{dn_2}{dt} \right)$$

$$T_L = K \cdot T$$

$$J \frac{dn_1}{dt} + f n_1 = T_c - T_L$$

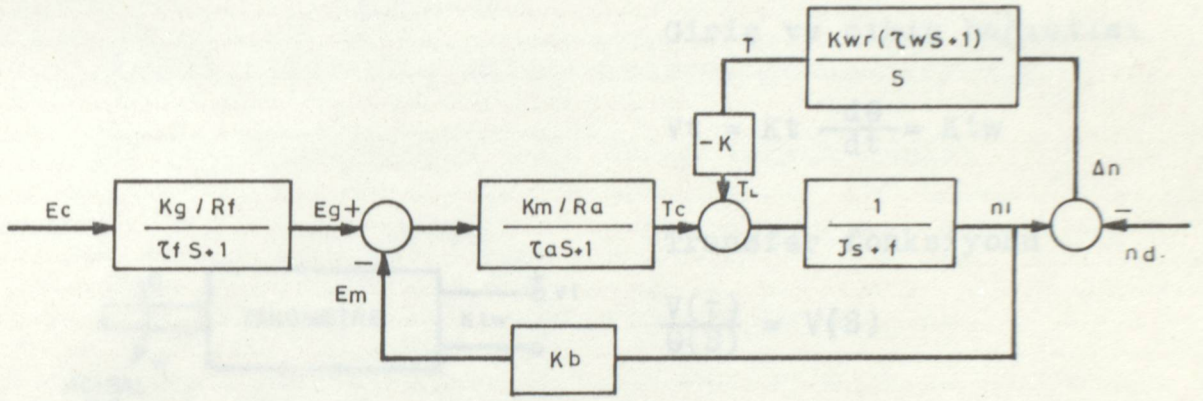
$$T_c = K_m I_a$$

$$R_a \left(Z_a \frac{dI_a}{dt} + I_a \right) = E_g - E_m$$

$$E_g = K_g \cdot I_f$$

$$E_m = K_b \cdot n_l$$

Blok Diyagramı



nd hızı sistemde bir bozucu rolünü oynamaktadır. Tahrik hızı nd ile Ward-Leonard sistemi ile tahrik edilen sabit merdanelerin hızı nl arasındaki fark Δn dir. Δn hızındaki değişiklik transfer fonksiyonu $K_{wr} \left(\frac{T_{ws} + 1}{s} \right)$ ile ki, bu kumaşın dinamiğini ifade eder, kumaştaki T gerilmesini yaratır.

T gerilmesi Ward-Leonard sisteminde bir ters etkidir. Merdane geometrisine ve bandın genişliğine bağlı olan uygun K değeri ile çarpıldığında, TL yük momentini verir.

Yük momenti TL, Tc momenti ile toplanır ve toplam moment $\sum T$ mekanik elemanları tahrik eder. Mekanik elemanlar, toplam atalet J ve viskos sürtünmesi f' yi ihtiva eden bir zaman sabiti ile ifade edilir. Mekanik eleman toplam momentlerin etkisi altında hızı değiştirir.

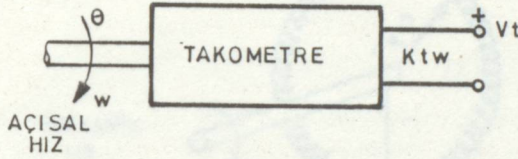
İkinci çevrim sistemi mekanik kısımlarla elektriksel kısımlar ihtiva eder. V1 sinyali, motorun ters e.m.f. sabiti Kb ile çarpıldığı zaman, generatör gerilimi Eg' ye karşılık gelen ters e.m.f. Em'i üretir. Fark gerilimi ΔE motor ve generatörün endüvilerine gelir ve Tc momentini üretir.

2.5) Gerilme Kontrolünde Kullanılan Diğer Elemanlar

2.5.a) Takometre (Hız Ölçen Eleman)

Giriş ve çıkış bağıntısı

$$V_t = K_t \frac{d\theta}{dt} = K_t w$$



Transfer fonksiyonu

$$\frac{V(t)}{\theta(s)} = V(s)$$

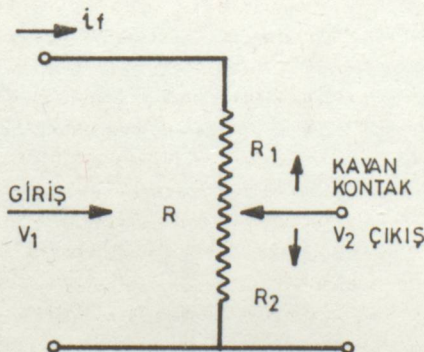
$$\frac{V_t(s)}{K_t} = \theta(s) \cdot s$$

Transfer fonksiyonu

$$\frac{V(t)}{\theta(s)} = K_t s \quad \text{dir.}$$

Takometre, dönme hareketi yapan elemanların açısal hızını gerilim olarak ölçer. Basit ve daimi mıknatıslı bir doğru akım generatörü, ya da alternatif akım generatörüdür.

2.5.b) Potansiyometre (Lineer Hareket Yapan)

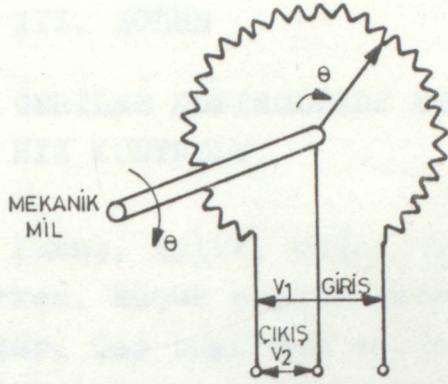


Transfer fonksiyonu

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

2.5.c) Döner Potansiyometre

Gerilme kontrolünde bu eleman daha çok kullanılır.



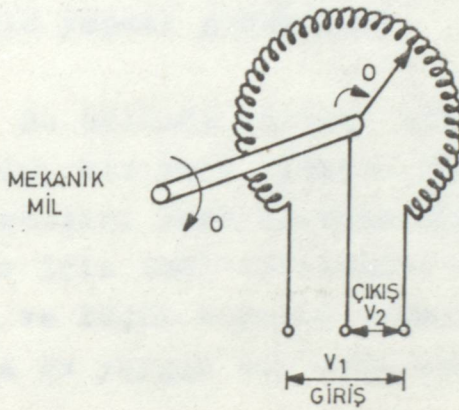
Transfer fonksiyonu

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{\theta}{\theta_{\max}}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = k_p \theta$$

2.5.d) Alternatif Akımla Çalışan Potansiyometre

Bu potansiyometreye çoğu zaman varyak denir.



Giriş ve çıkış bağıntısı

$$\frac{V_2}{V_1} = k_p \cdot \theta$$

III. BÖLÜM

GERİLME KONTROLÜNDE KULLANILAN D.A MOTORUNDA HIZ KONTROLÜ

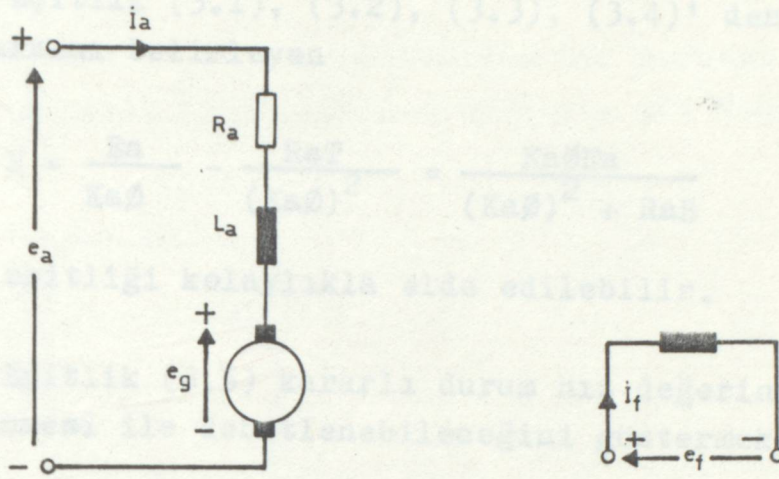
Kumaş, iplik, kağıt sarma makinalarında bir rulo sarılırken, küçük çaptan giderek çap büyüyecek şekilde çap artar. Çap büyürken malzemedeki gerilme büyüyecektir. Bu yüzden malzeme yırtılabilir veya herhangi bir sebepten dolayı bollaşır. Malzemenin rulosu sürekli olarak sarılırken, aniden işlem durursa rulonun ataletinden dolayı durmaz ve malzemeyi koparır. Bu yüzden sarılma rulosunda hız kontrolü yapmak gereklidir.

Bu bölümde serbest uyarmalı d.a motorlarının hız kontrolü, bir yarı iletken olan tristörlerle yapılışı incelenecektir. Yarı iletken elemanlarının büyük gerilim ve akımlar için imal edilebilme olanağının doğması, güvenilir olması ve küçük boyutlu olması, bunların doğru akım motorlarında da yaygın bir uygulama alanı bulmasına yol açmıştır.

Doğru akım motorlarının kapalı çevrimli kontrol sistemiyle hız kontrolüne geçmeden önce bu motoru kısa bir şekilde incelemek yerinde olacaktır.

3.1) D.A. Motorları

Bir doğru akım motorunun özelliklerini belirleyen eşitlikler Şekil 3.1' de verilen eşdeğer devreden kolaylıkla elde edilebilirler.



Endüvi devresi

Alan sargısı

Şekil 3.1 Bir doğru akım motorunun eşdeğer devresi

Kararlı hal durumunda motorun çalışma özelliklerini belirleyen eşitlikler şöyledir.

$$E_a = I_a R_a + E_g \quad (3.1)$$

$$E_g = K_a \phi N \quad (3.2)$$

$$\phi = K \cdot I_f \quad (3.3)$$

$$T = K T \phi I_a = B N + T_w \quad (3.4)$$

Bu denklemlerde ,

E_a = Endüvi gerilimi

ϕ = Alan akışı

I_a = Endüvi akımı

N = Endüvi hızı

R_a = Endüvi direnci

T = Üretilen moment

E_g = Zıt elektromotor kuvvet

K, K_a, K_T = Motorun fiziksel özelliklerine bağlı birer sabit

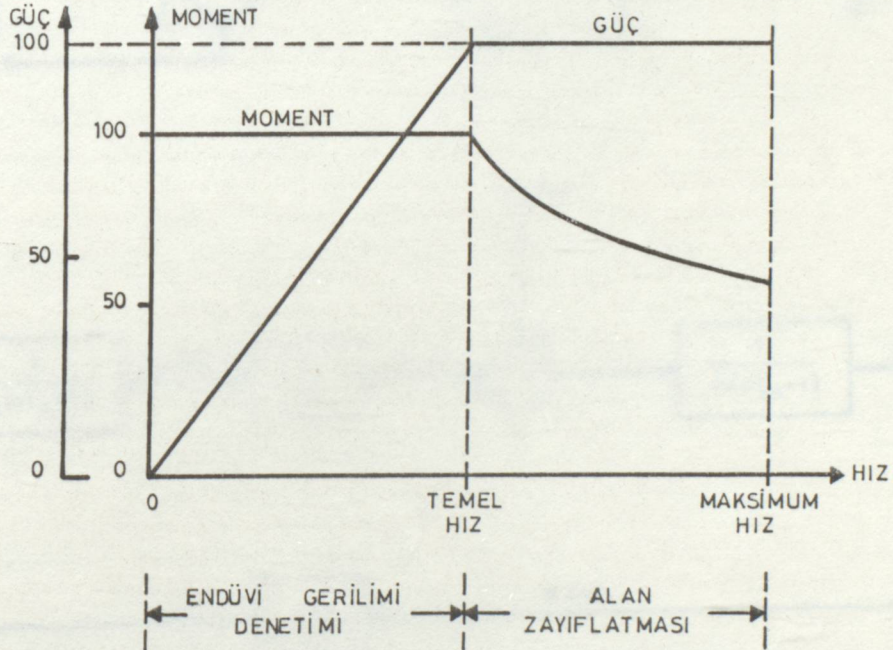
Eşitlik (3.1), (3.2), (3.3), (3.4)' den ortalama motor hızını belirleyen

$$N = \frac{Ea}{Ka\phi} - \frac{RaT}{(Ka\phi)^2} = \frac{Ka\phi Ea}{(Ka\phi)^2 + RaB} \quad (3.5)$$

eşitliği kolaylıkla elde edilebilir.

Eşitlik (3.5) kararlı durum hız değerinin Ea 'nın denetlenmesi ile denetlenebileceğini göstermektedir.

Ea arttıkça hız da artar. Buna karşın uyarma akımının değiştirilmesi hız üzerinde ters orantılı bir etki yapar.

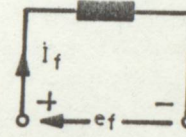
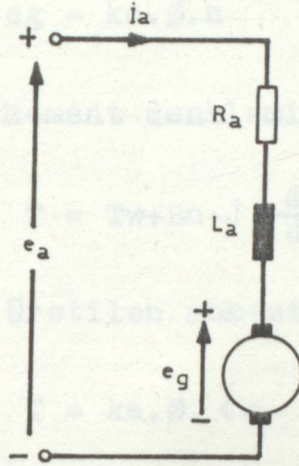


Şekil 3.2 Serbest uyarımlı bir d.a motorunda sabit moment ve sabit güç üretme durumları

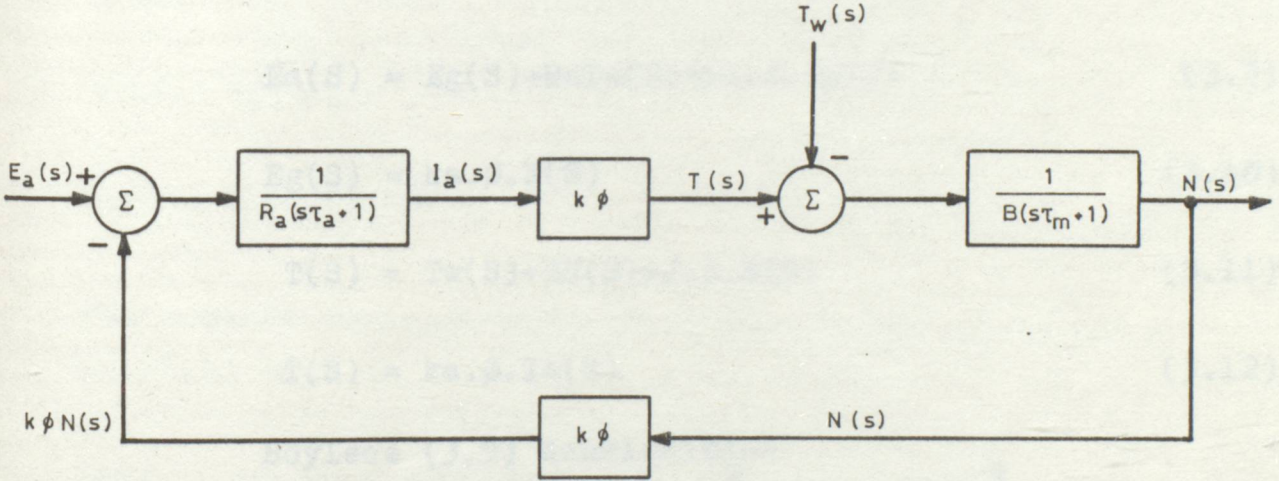
Endüvi akımının sabit kaldığını varsayarsak endüvi geriliminin değişimi, hızı değiştirecek fakat $T = KT\phi I_a$ eşitliğince moment sabit kalacaktır. Eğer endüvi gerilimi sabit tutulursa ve alan akımı değiştirilirse T azalacak fakat N aynı oranda artacağından üretilen güç değişmeyecektir. Genellikle temel hıza kadar endüvi gerilimi denetlenir, temel hızdan sonra alan zayıflatması yapılır.

3.1.a) Motor Transfer Fonksiyonu

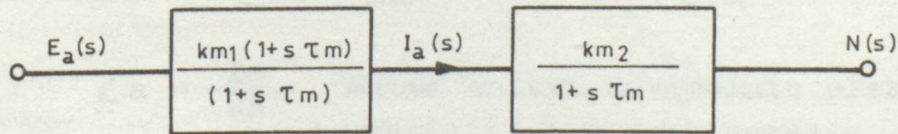
Şekil 3.3.a' da gösterilen bir serbest uyarımlı endüvi gerilim kontrollü d.a motorunu göz önüne alalım.



a)



b)



c)

Şekil 3.3 Motor transfer fonksiyonu

a) Serbest uyarımlı D.A motor

b) Fonksiyonel blok diyagramı

c) Basitleştirilmiş blok diyagramı

Çevrimin gerilim denklemi

$$e_a = e_g + R_a I_a + L_a \frac{dI_a}{dt} \quad (3.5)$$

Endüklenen gerilim

$$e_g = k_a \phi \cdot n \quad (3.6)$$

Moment denklemi

$$T = T_w + Bn + J \frac{dn}{dt} \quad (3.7)$$

Üretilen moment

$$T = k_a \phi \cdot \dot{\alpha} \quad (3.8)$$

(3.5) ile (3.8) arasındaki denklemler Laplace denkleminde şöyle yazılabilir.

$$E_a(s) = E_g(s) + R_a I_a(s) + L_a \cdot s \cdot I_a(s) \quad (3.9)$$

$$E_g(s) = k_a \phi \cdot N(s) \quad (3.10)$$

$$T(s) = T_w(s) + B N(s) + J \cdot s \cdot N(s) \quad (3.11)$$

$$T(s) = k_a \phi \cdot I_a(s) \quad (3.12)$$

Böylece (3.9) denkleminde

$$I_a(s) = \frac{E_a(s) - E_g(s)}{R_a + sL_a} = \frac{[E_a(s) - E_g(s)] \cdot 1/L_a}{1 + Z_a s} \quad (3.13)$$

$$Z_a = \frac{L_a}{R_a} \quad \text{Motor endüvi devresinin elektrik zaman sabiti (3.11) denkleminde}$$

$$N(s) = \frac{T(s) - T_w(s)}{B + Js} = \frac{T(s) - T_w(s)}{B(1 + Z_a s)} \quad (3.14)$$

$$Z_m = \frac{I}{B} \quad \text{Motorun mekanik zaman sabiti}$$

Bu bağlantılar, Şekil 3.3.b' deki blok diyagramda gösterilmiştir. Geri besleme çevriminin etkisi bir geri besleme e.m.k. şeklindedir. Bu ters e.m.k. serbest uyarımlı d.a motorun ortalama hız regülasyonunu sağlar.

Şekil 3.3.b' den, uygulanan gerilim ve yük momentini cinsinden hızın değişimini veren bir denklem çıkartılabilir.

$$N(S) = \frac{G1(S)}{1+G1(S).H1(S)} \cdot Ea(S) + \frac{G2(S)}{1+G2(S).H2(S)} \cdot TW(S) \quad (3.15)$$

$$G1(S) = \frac{1/Ra}{1+s Z_a} (ka\emptyset) \cdot \frac{1/B}{1+s Z_m} \quad (3.15.a)$$

$$H1(S) = ka\emptyset \quad (3.15.b)$$

$$G2(S) = \frac{-(1/B)}{1+s Z_m} \quad (3.15.c)$$

$$H2(S) = \frac{-(ka\emptyset^2)/Ra}{1+s Z_a} \quad (3.15.d)$$

Yük momentini terimini ihmal edersek, (3.15), (3.15.a) ve (3.15.b) 'den

$$\frac{N(S)}{Ea(S)} = \frac{ka\emptyset}{(ka\emptyset)^2 + RaB(1+s Z_a)(1+s Z_m)} \quad (3.16)$$

Eğer $Z_a \ll Z_m$ ise (genellikle böyledir), ihmal edilebilir ve denklem,

$$\frac{N(S)}{Ea(S)} = \frac{ka\emptyset}{(ka\emptyset)^2 + RaB + SRaB Z_m} = \frac{km}{1+s Z_{ml}} \quad (3.17)$$

Burada

$$\tau_{ml} = \frac{RaB}{(ka\phi)^2 + RaB}$$

$$km = \frac{ka\phi}{(ka\phi)^2 + RaB}$$

$$\tau_{ml} < \tau_m$$

Şekil 3.3.b' den,

$$\frac{N(S)}{I_a(S)} = \frac{ka\phi/B}{1+S\tau_m} = \frac{km_2}{1+S\tau_m} \quad (3.18)$$

Dolayısıyla (3.17) ve (3.18) denklemlerinden

$$\begin{aligned} \frac{I_a}{E_a} &= \frac{N(S)}{E_a(S)} \cdot \frac{I_a(S)}{N(S)} = \frac{kmB \cdot (1+S\tau_m)}{ka\phi(1+S\tau_{ml})} \\ &= \frac{km_1 (1+S\tau_m)}{1+S\tau_{ml}} \end{aligned}$$

Motor, gerilim kontrolü bakımından analiz etmek için, Şekil 3.3.c' deki gibi iki blok ile temsil edilebilir. Kullanılacak sabitler km_1 , km_2 ve km dir.

$$km_1 = \frac{B}{(ka\phi)^2 + RaB} = \frac{km}{ka\phi/B}$$

$$km_2 = \frac{ka\phi}{B}$$

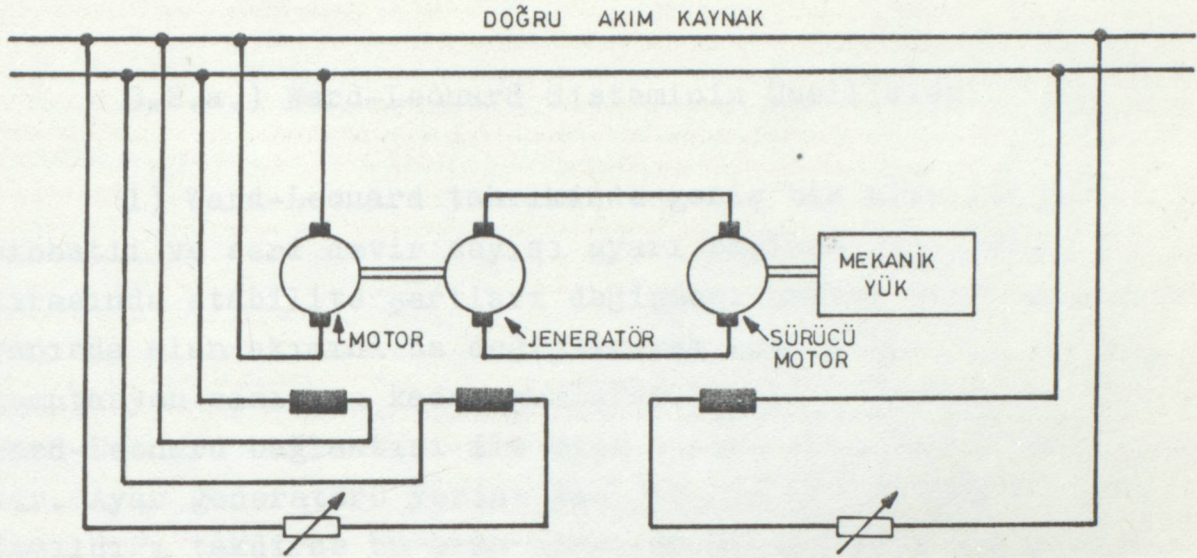
$$km = km_1 \cdot km_2$$

3.2) Ward Leonard Sistemi ile Statik D.A Tahrik Sistemlerinin Karşılaştırılması

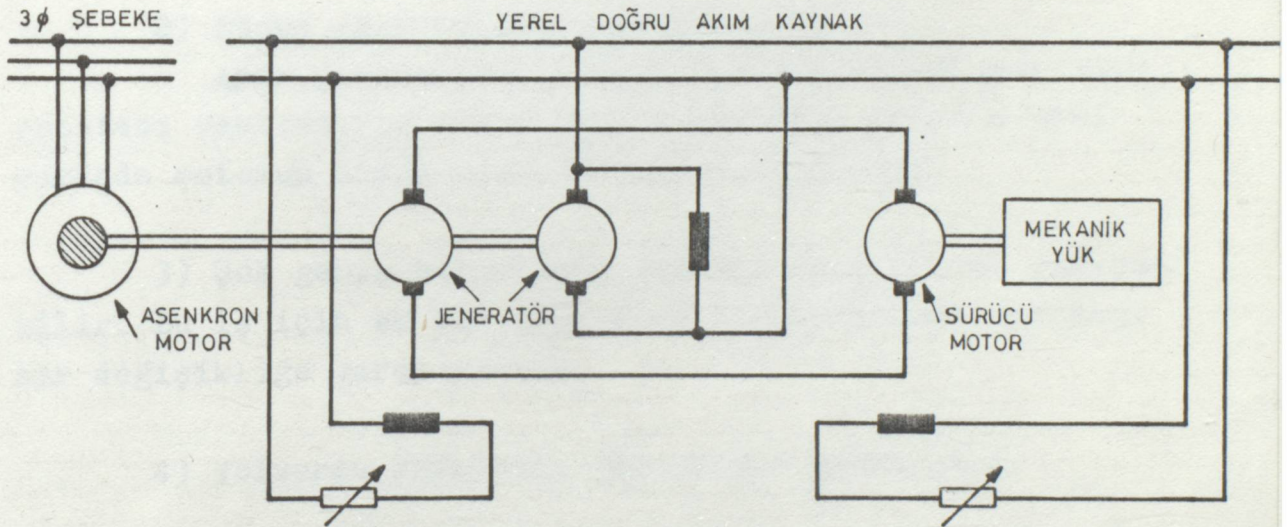
Geçen yüzyılda elektrik üretimi ve dağıtımı doğru akım olarak yapılırdı. Değişken hız gerektiren durumlarda doğru akım motoru kullanılır ve hız ayarı uyarma akımının değiştirilmesi ile gerçekleştirilirdi. Hız ayar alanı dolayısıyla çok dar olup fırça ve komutatör ömrü çok kısa olurdu.

1890 yılında, ilk Ward-Leonard sisteminin kullanıma girmesi doğru akım tahrik sistemlerinin evriminde önemli bir nokta oldu. Endüstride kullanılan güç şebekesi doğru akım olduğundan, ilk Ward-Leonard düzenleri bütünüyle doğru akım makinaları üzerine kurulmuştu. Jeneratörün uyarma akımının değiştirilmesi, üretilen gerilimin değişmesini ve tahrik motorunun hızının ayarlanmasını Şekil 2.2.a da gösterildiği üzere sağlıyordu.

Alternatif akım gücün üretimi ve dağıtımındaki gelişmelerle birlikte fabrikalarda d.a baralar yavaş yavaş ortadan kalktı ve Ward Leonard sisteminde ana motor olarak basit ve sağlam yapılı asenkron motorlar kullanılmaya başlandı. (Şekil 3.4b).



a.



b.

Şekil 3.4.a. Temel Ward-Leonard sistemi

b. Asenkron motorlu Ward-Leonard sistemi

3.2.a.) Ward-Leonard Sisteminin Özellikleri

1) Ward-Leonard tahrikinde geniş bir alan içinde sıhhatli ve seri devir sayısı ayarı sağlanmıştır. Ayar sırasında stabilite şartları değişmez. Endüvi geriliminin yanında alan akımını da değiştirerek ayar alanı iki yönde komutasyon sınırına kadar genişletilebilir. Normal bir Ward-Leonard bağlantısı ile elde edilen ayar oranı 40/1 dir. Ayar generatörü yerine özel yapıda bir generatör kullanıldığı takdirde bu oran 100/1 hatta 120/1' e kadar çıkar. Bu bağlantıda devir sayısının bu kadar geniş bir alan içinde ayarlanabilmesinin başlıca nedeni ayar cihazının alan devresinde bulunması ve alan akımına göre boyutlandırılmış olmasıdır.

2) Dönüş yönü kolayca değiştirilebilir.

Ayar generatörünün alan devresinde bulunan alan reostası vasıtasıyla devir sayısı ayarının yanında aynı zamanda motorun dönüş yönü de değiştirilebilir.

3) Çok geniş bir alanda faydalı fren olarak çalışabilir. Bu iş için ek bir cihaza ve bağlantısında herhangi bir değişikliğe gerek yoktur.

4) Yolverme kayıpları son derece azalmıştır.

5) Son derece duyarlı bir tahrik ve ayar sistemidir. Sonuç kısa zamanda alınır.

Bu üstünlüklerine karşılık ilk yatırım maliyeti yüksektir, verim düşük olup % 75-80 dolayındadır ve büyük bir yerleştirme alanı ve periyodik bakım ve yağlama gerektirir.

1950' li yıllarda yarı iletken teknolojisinde önemli gelişmeler görüldü ve yüksek kapasiteli silisyum diyotlar ve SCR'ler imal edilerek endüstriyel uygulamalarda kullanılmaya başlandı. Bunlar önce lamba tipi doğrultucuların yerini

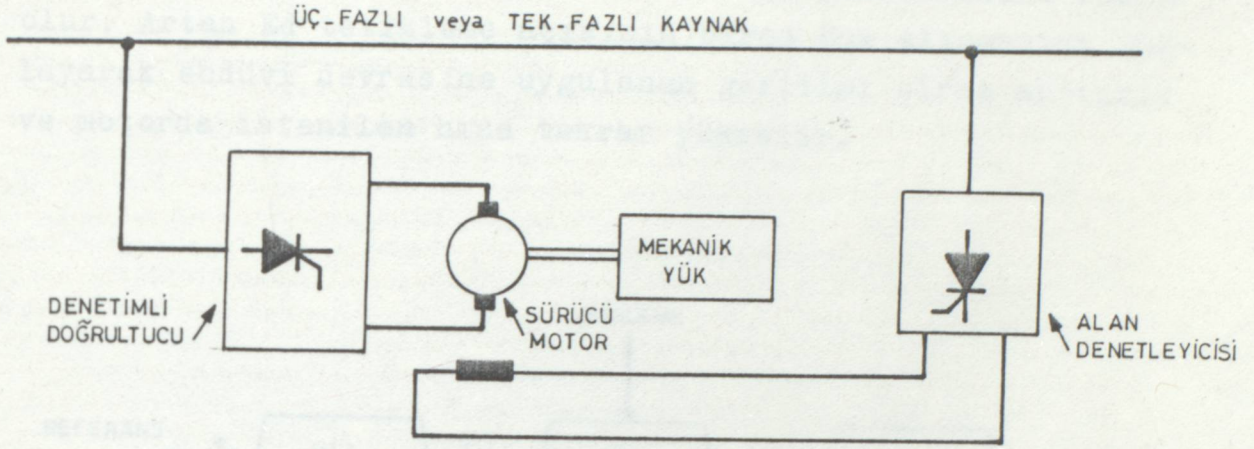
aldı, daha sonraları ise tahrik motorlarını doğrudan beslemekte kullanılarak statik tahrik sistemlerinin temeli atılmış oldu.

1960'lı yıllarda SCR'ler hemen hemen her uygulama alanına girdi ve 60 yıllık bir geçmişe sahip Ward-Leonard sisteminin tarihe karışmasına neden oldu. Günümüzde statik tahrik sistemleri güçleri kesir beygir gücünden 10.000 beygir gücüne kadar değişen motorları denetlemekte kullanılabilmektedir.

Statik tahrik sistemlerinde dinamik başarımlar daha iyidir, çalışma verimi % 95 dolayındadır, daha az bir bakım gerektirir ve alan olarak daha küçük bir yere yerleştirilebilirler.

Buna karşın, endüvi akımındaki dalgalanmalar bir sorun yaratabilir, fazla yüke dayanma yeteneği Ward-Leonard düzenine göre daha azdır, SCR'lerin tetiklenmesi a.a kaynağında, diğer cihazların çalışmalarını etkileyebilecek bozulmalar yaratabilir, güç faktörü daha düşüktür ve Ward Leonard sisteminde otomatik olarak gerçekleşen rejenerasyon için özel önlemler alınması gerekir.

Fakat statik tahrik sistemlerinin bu dezavantajları Ward-Leonard sisteminin yeğlenebileceği anlamına gelmemelidir.



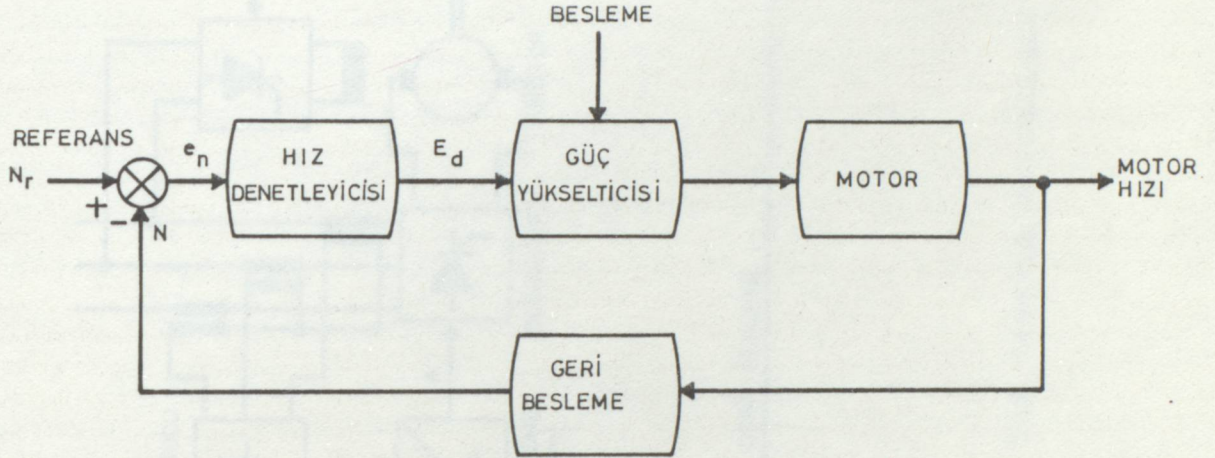
Şekil 3.5 Statik tahrik sistemi

3.3) Doğru Akım Motorlarında Kapalı Çevrim Hız Denetim Sistemi

Doğru akım motorları tekstil endüstrisinde yaygın olarak kullanılan motorlardır. Açık çevrim denetim, diğer bir deyişle endüvi geriliminin belirli bir hız için ayarlanması (örneğin tristörlü sürücülerde tetikleme açısını ayarlayarak) bir çok durumda yeterli olmayabilir. Çeşitli nedenlerden dolayı oluşacak gerilme değişikliklerinde hızda bir ölçüde değişecek ve tetikleme açısının yeni bir değere getirilmesini gerektirecektir. Bir kapalı çevrim denetim sisteminde bu otomatik olarak gerçekleştirilir. Kullanılabilecek en basit kapalı çevrim denetim sistemin blok şeması şekil 3.6' da verilmiştir.

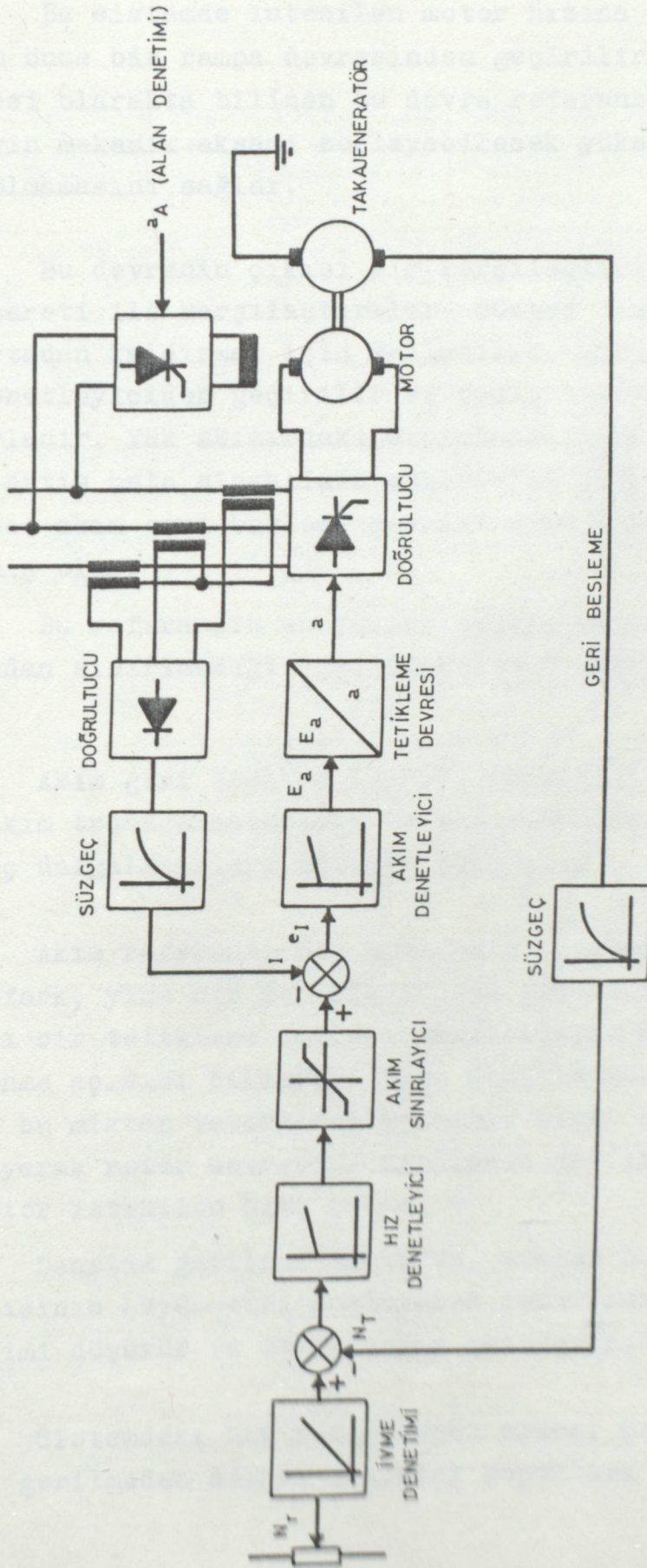
Eğer sarma işlemi esnasında artan makara çapına karşılık olarak motor hızı azalacak olursa hata işareti

en artar, bu da denetim gerilimi E_d 'nin yükselmesine neden olur. Artan E_d tetikleme açısının biraz öne alınmasını sağlayarak endüvi devresine uygulanan gerilimi biraz arttırır ve motorda istenilen hıza tekrar yükselir.



Şekil 3.6 Temel kapalı çevrim denetim sisteminin blok şeması.

Şekil 3.6' daki basit hız kontrol sisteminde motor hızındaki herhangi bir değişiklik, motor akımında çok büyük artışlara neden olabilmektedir. Bundan dolayı akımın sınırlandırılması gerekmektedir. Otomatik akım sınırlaması 2. bir geribesleme devresi kullanılarak yapılabilir.



Şekil 3.7 D.A motorları için hız denetim devresinin blok şeması

Bu sistemde istenilen motor hızına orantılı bir gerilim önce bir rampa devresinden geçirilir. Yavaş başlatma devresi olarakta bilinen bu devre referanstaki ani değişmelerin mekanik aksamı zorlayabilecek yüksek bir ivmeye neden olmamasını sağlar.

Bu devrenin çıkışı bir karşılaştırmacıda, geri besleme işareti ile karşılaştırılır. Süzgeç olağan dalgalanmaları ortadan kaldırmak için kullanılır. Karşılaştırmacı çıkışı denetleyiciden geçirilir ve çıkış düzeyi bir devre ile sınırlanır. Yük akımındaki sınırlandırılan değerin üstündeki artış hata sinyalinin azalmasına neden olacaktır. Böylece akım geri besleme çevrimi için bir referans elde edilmiş olur.

Bu referansın en yüksek değeri akım sınırlayıcı tarafından sınırlandırıldığı için doğrultucu akımı da sınırlanmış olur.

Akım geri besleme işareti genellikle üç fazlı kaynaktan akım transformatörleri ve bir doğrultucu ile elde edilir. Süzgeç dalgalanmaları ortadan kaldırır.

Akım referansı ile akım geri besleme işareti arasındaki fark, yine bir denetleyiciden geçirilir. Denetleyici çıkışı bir tetikleme devresi aracılığıyla doğrultucunun tetiklenme açısını belirler. Eğer denetim gerilimi artmışsa, artan bu miktar tetiklenme açısının biraz öne alınmasını sağlayarak rotor devresine uygulanan gerilimi biraz arttırır ve motor istenilen hıza çıkar.

Denetim gerilimi azalırsa, azalan bu miktar tetiklenme açısının büyümesini sağlayarak rotor devresine uygulanan gerilimi düşürür ve dolayısıyla motorun hızı da azalmış olur.

Sistemdeki hız kontrolünün amacı, bazı hallerdeki aşırı gerilmeden dolayı oluşacak kopmalara engel olmak(veya

kabul edilebilir bir seviyeye indirmek) yaklaşık sabit bir gerilme sağlamaktadır.

Öte yandan yetersiz gerilme ile (makinanın optimum kapasitesinin altında) çalıştırmadan da kaçınılmaktır.

Şimdi de bu çevrimdeki her bir birimi kısaca inceleyelim.

3.4) Doğrultucular

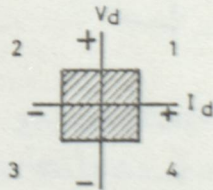
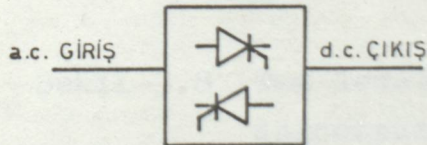
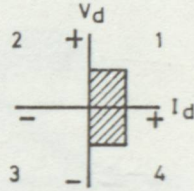
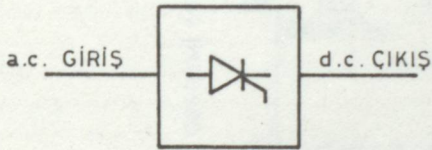
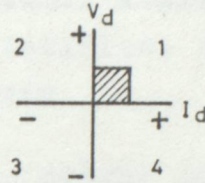
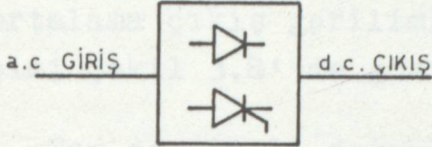
Alternatif akımı doğru akıma çeviren devrelere doğrultucu adı verilir. Elde edilen doğru akım güç kaynağındaki gibi değişmez olmayıp, ortalama bir değer üzerine bindirilmiş alternatif akım bileşenler (harmonikler) içerir.

Doğrultucular yarım dalga ve tam dalga olmak üzere, iki genel gruba ayrılırlar. Birinci grup orta uçlu, ikinci grup köprü doğrultucular olarakta bilinirler.

Yarım dalga doğrultucularda alternatif akım kaynağından çekilen akım tek, diğerinde ise çift yönlüdür. Bir tam dalga doğrultucu iki yarım dalga doğrultucunun seri bağlanmış şekli olarakta düşünülebilir. Birinci doğrultucu yükü besler, ikinci doğrultucu ise yük akımını a.a kaynağına geri verir ve böylelikle a.a. kaynağında nötr terminali gereksiz olur.

Denetleme şekline göre sınıflandırmada ise doğrultucular denetimsiz, yarım denetimli ve tam denetimli olmak üzere üçe ayrılırlar. Denetimsiz doğrultucular yalnız diyotlardan oluşur ve çıkış gerilimleri değiştirilemez. Tam denetimli devrelerde ise bütün elemanlar tristör ve transistör gibi denetlenebilen elemanlardır. Bu devrelerde, tristörün iletme geçme anını değiştirerek d.a çıkış gerilimi değiştirilebilir ve hatta negatif değerler aldırılabilir.

Negatif çıkış gerilimi altında çalışmaya, doğrultucunun evirme modunda çalışması denir ve bu sırada güç akışı, akım yönü değişmeyeceğine göre yükten kaynağa doğru olur. Bu tip bir doğrultucuya iki bölgeli çevirici adı da verilir.



Doğrultucularda çalışma bölgeleri

Tam denetimli doğrultucular 1. ve 4. bölgede çalışabilirler.

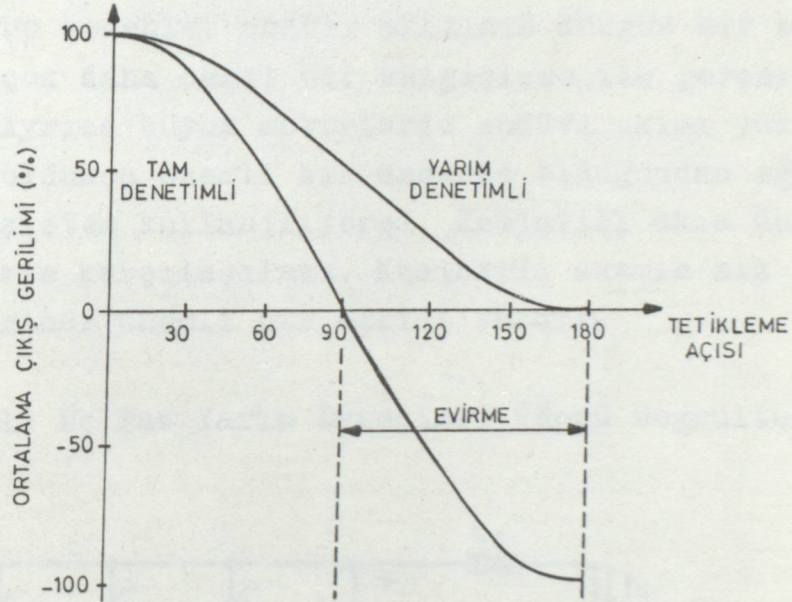
Yarım denetimli doğrultucuda tristör yanında diyot-

larda bulunur. Diyotlar nedeni ile çıkış gerilimi negatif yapılamaz fakat ayarlanabilir (I. bölgede çalışma).

Tam denetimli ve yarım denetimli köprü doğrultucuların Karşılaştırılması

Tam denetimli ve yarım denetimli köprü doğrultucuların ortalama çıkış gerilimlerinin tetikleme açısına göre değişimi Şekil 3.8' de gösterilmiştir.

Tam denetimli doğrultucular, evirme modunda çalışabilmeleri dolayısıyla rejeneratif frenleme olanağı sağlarlar.



Şekil 3.8 Tam denetimli ve yarım denetimli köprü doğrultucuların ortalama çıkış gerilimlerinin tetikleme açısına göre değişimi.

Eğer doğrultucunun bu özelliğinden yararlanılmayacaksa, sürücü sistemde bir yarım denetimli doğrultucu kullanmak daha yerinde olacaktır. Çünkü bu tür doğrultucular da,

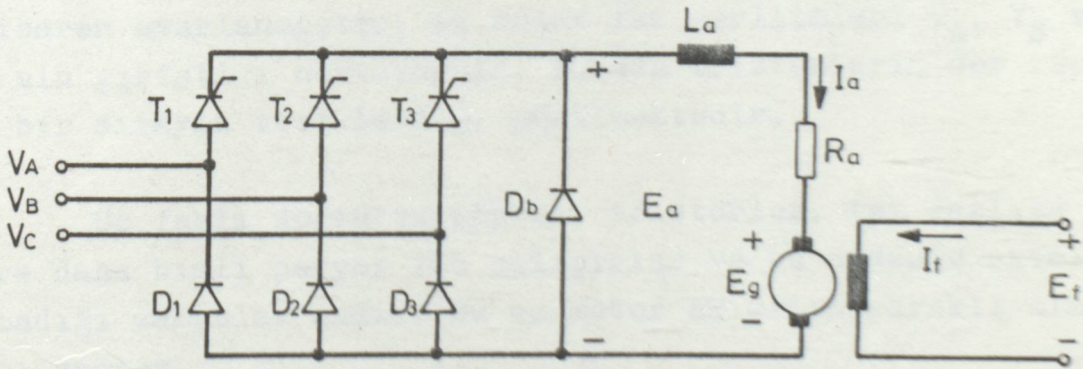
- 1) Maliyet daha düşüktür.
- 2) Kaynak güç faktörü göreceli olarak daha iyidir.

- 3) Serbest döngü diyodunun düzgünleştirme özelliği dolayısıyla maksimum akım daha düşük bir düzeyde kalır.
- 4) Akımın etkin değeri daha küçüktür, dolayısıyla motorda daha az bir ısınmaya neden olur.

3.4.a) Üç Fazlı Doğrultucular

Endüstriyel uygulamalarda, özellikle yüksek güç gerektiren durumlarda genellikle üç fazlı doğrultucular kullanılırlar. Bu tür doğrultucularda endüvi gerilimindeki dalgalanmaların frekansı, tek fazlı sürücülere göre daha yüksektir ve bu nedenle, endüvi akımının düzgün bir biçime sokulması çok daha basit bir süzgeçleme ile gerçekleştirilebilir. Ayrıca büyük motorlarda endüvi akımı yüksüz durumda bile oldukça önemli bir değerde olduğundan eğer üç fazlı bir sistem kullanılıyorsa, kesintili akım durumuyla genellikle karşılaşılmaz. Kesintili akımın hız regülasyonu üzerinde önemli bir etkisi vardır.

3.4.a.1) Üç Faz Yarım Denetimli Köprü Doğrultucu



Şekil 3.a Üç fazlı yarım denetimli d.a motor güç devresi.

Endüviye uygulanan gerilim 1,2 ve 3 nolu tristörlerin tetikleme açıları ile kontrol edilir. Diyotlar ise

akıma dönüş yolu sağlar ve negatif uç olarak görev görürler. Motora uygulanan ani gerilim E_a ile armatür gerilimi E_g arasındaki fark, ilk olarak endüvi devresi endüktansı ve ikinci olarak da direnç tarafından absorbe edilir. Devrenin çalışmasını ve zamanlamaları açıklayan dalga şekilleri şekil 3.9b.de görülmektedir.

Sıfır ateşleme açısı için motor gerilimi doğrultucu çıkışında her periyotta yaklaşık 6 tepe görecektir. Tetikleme açısı 30° 'ye ayarlandığında, geri dönüş diyotlarının değil tristörlerin ateşlemeleri geciktikinden, yalnız beslemenin pozitif darbeleri etkilenir.

Tetikleme açısı 60° 'ye çıktığında, akım bir diyottan her defasında 120° 'ye iletim zamanında geçer.

Güç devresini ve dalga şekillerini gözönüne alırsak çalışma sırası şöyle izlenebilir. D_1 , D_2 ve D_3 diyotları sırasıyla t_4 ile t_6 , t_6 ile t_8 ve t_8 ile t_9 arasında iletimdedir. T_1 , T_2 , T_3 tristörleri de, t_1 ile t_3 , t_3 ile t_5 ve t_5 ile t_7 arasındadır. Bundan dolayı bu tristörlerin tetikleme açıları sırasıyla, t_1 , t_3 ve t_5 anlarından itibaren ayarlanmıştır. Bu anlar faz gerilimleri V_A , V_B ve V_C nin girdiği noktalardır. Burada tristörlerin her 120° de bir sırayla tetiklendiği görülmektedir.

Üç fazlı doğrultucularda, tristörler, tek fazlıya göre daha hızlı periyot ile çalışırlar ve bu nedenle akımın akmadığı zamanlar azdır. Bu da motor akımının sürekli olmasını sağlar.

$(\pi/6 + \alpha) < \omega t < \omega t_4$ aralığında T_1 ve D_3 iletimindedir. Bu periyot anında motor uçlarındaki gerilim $E_a = V_A + V_C = V_{AC}$ dir. ωt_4 'de E_a sıfırdır ve bu andan itibaren negatif olmak ister. Başta çalışma diyodu D_6 , ωt_4 anında iletime geçer ve motor akımı, diğer tristör T_2 , $\frac{\pi}{6} + \alpha + \frac{2\pi}{3}$

devreden çıkana kadar bu diyottan akmaya devam eder.

Boşta çalışma diyodunun olmaması halinde, enerji T_1 ve D_1 den alınacaktı ve endüktansda depolanmış enerjinin bir kısmı tekrar kaynağa dönecek ve kalan kısmı da endüviye verilecekti. Böylece, büyük tetikleme açılarında, motor akımı, sürekli ya da süreksiz olabilecekti.

Eğer akım talebi düşük, hız ise düşük değilse motor akımı büyük tetikleme açılarında süreksiz olabilir.

Ortalama gerilim ifadesi

$$E_a(\alpha) = I_a R_a + E_g = I_a R_a + k_a \cdot \phi_f \cdot n$$

$$n = \frac{E_a(\alpha) - R_a I_a}{k_a \cdot \phi_f}$$

Besleme faz gerilimleri

$$V_a = \sqrt{2} \cdot V \cdot \sin wt$$

$$V_B = \sqrt{2} \cdot V \cdot \sin \left(wt - \frac{2\pi}{3} \right)$$

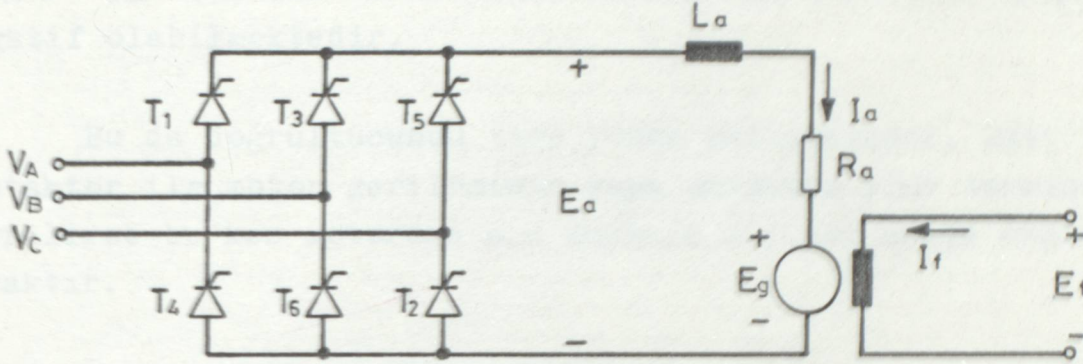
$$V_C = \sqrt{2} \cdot V \cdot \sin \left(wt + \frac{2\pi}{3} \right)$$

Motor akımı sürekli ise

$$E_a = \frac{3}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6} + \alpha}^{\frac{\pi}{6} + \frac{2\pi}{3}} (V_a - V_c) d(wt)$$

$$E_a = \frac{3\sqrt{6}V}{2\pi} (1 + \cos \alpha)$$

3.4.a.2) Üç Faz Tam Denetimli Köprü Devresi



Şekil 3.10.a 3 fazlı tam denetimli köprü devresi

Şekilde gösterilen üç fazlı tam denetimli köprü devresinde diyot kullanılmaksızın, altı tane tristör kullanılır. Tristörler her 60° ' de bir tetiklenir ve dalga tepeleri her periyot için her zaman 6 tanedir. Tristörler hızlı tetiklendiğinden, motor akımı daha düzgün olmakta ve doğruya yakın bir değişim göstermektedir. Dolayısıyla daha az filtreleme işlemine gerek vardır.

Şekil 3.10.b de sistemin çeşitli tetikleme açıları için dalga şekilleri görülmektedir.

$\omega t = \pi/6 + \alpha$ 'da T_1 tetiklenir, bundan önce T_6 tetiklenmiştir. Dolayısıyla $\pi/6 + \alpha < \omega t < \frac{\pi}{6} + \alpha + \frac{\pi}{3}$ aralığında T_1 ve T_6 tristörleri iletimde ve motorun uçları A ve B fazlarına bağlıdır. $E_a = V_{AB}$ dir.

$\omega t = \frac{\pi}{6} + \alpha + \frac{\pi}{3}$ de T_2 tristörü tetiklenir ve bu anda T_6 tristörü doğal şebeke komutasyonu ile söner. Akım T_6 dan T_2 ye transfer edilmiştir. Dolayısıyla, motorun uçları T_1 tristöründen A fazına T_2 tristörü üzerinden de C fazına bağlanır, $E_a = V_{AC}$ dir. Bu işlem her 60° de bir tristörün tetiklenmesiyle tekrarlanır.

Motorun uçlarındaki gerilim Şekil 3.10.b de görüldüğü gibi $\alpha = 90^\circ$ ile 120° arasındaki durumlarda ($\alpha = 120^\circ$ gibi) negatif olabilmektedir.

Bu da doğrultucunun ters yönde çalışmasıdır. Eğer bir kontaktör ile motor geriliminin veya akımının yönü tersine çevrilirse bu kez motordan a.a kaynağa bir güç akışı sağlanacaktır.

Ortalama motor gerilimi

$$E_a(\alpha) = \frac{3\sqrt{6} V}{\pi} \cos\alpha \text{ dir.}$$

Ortalama hız

$$n = \frac{E_a(\alpha) - R_a I_a}{k_a \cdot \phi_f}$$

Moment

$$T = k_a \cdot \phi_f \cdot I_a$$

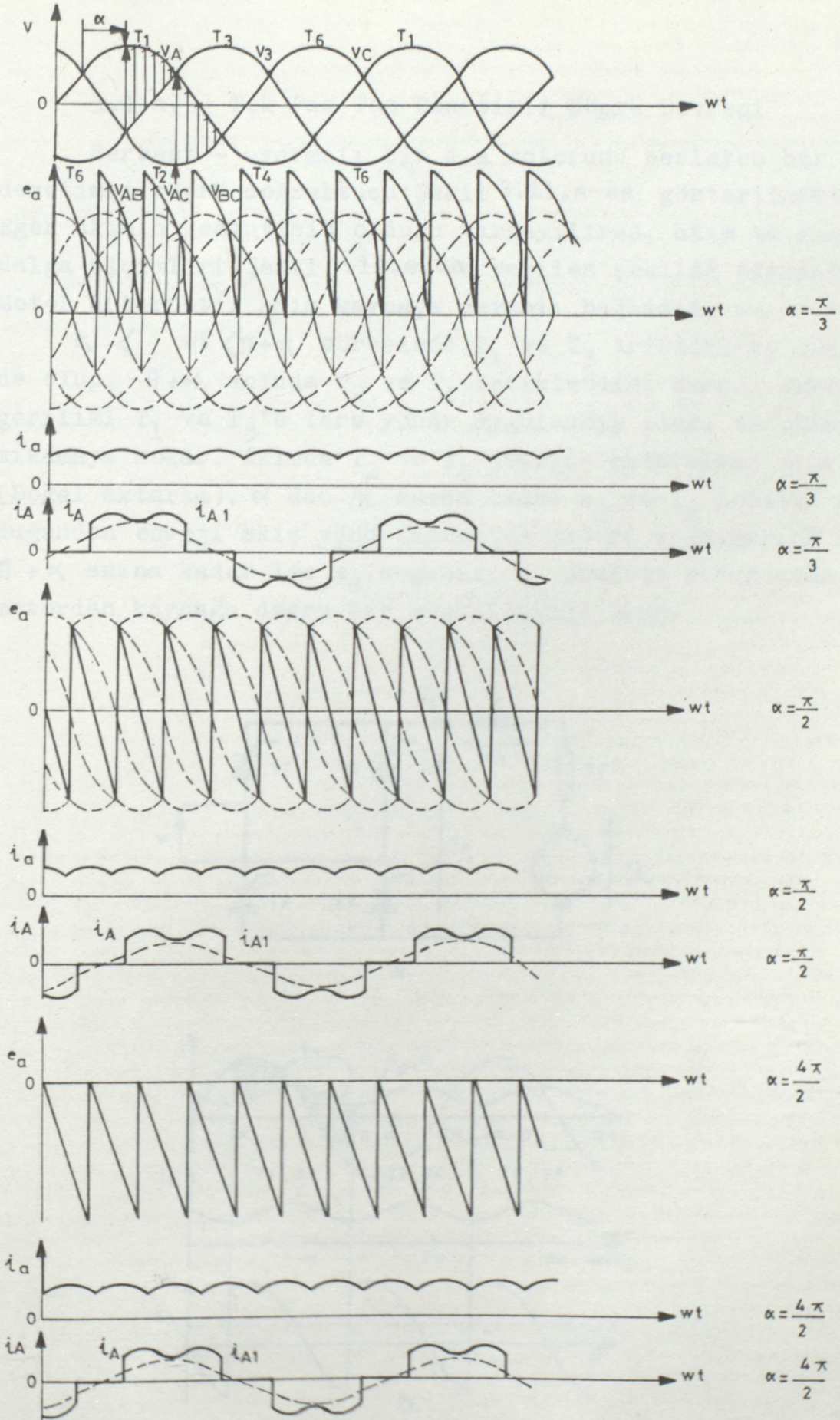
Dolayısıyla

$$n = \frac{E_a(\alpha)}{k_a \phi_f} - \frac{R_a}{(k_a \phi_f)^2} \cdot T \text{ dir.} \quad (3.4.a)$$

(3.4.a) denklemindeki ilk terim ideal yüksük durumdaki hızı gösterir ve $E_a(\alpha)$ ya bağlıdır. Eğer motor akımının sürekli aktığı kabul edilirse, motor uçlarındaki gerilim E_a , yalnızca tetikleme açısı α ya bağlıdır.

(3.4.a) eşitliğindeki ikinci terim, motor momentininin artmasıyla hızda meydana gelen azalmayı gösterir.

Büyük motorlarda, yüksüz durumda motor akımı küçük değildir ve eğer bir üç fazlı köprü kullanılırsa, motor akımının yüksüz durumlarda bile sürekli akması mümkün olur. Dolayısıyla üç fazlı tahrikler, daha iyi hız regülasyonu ve performans sağlarlar.

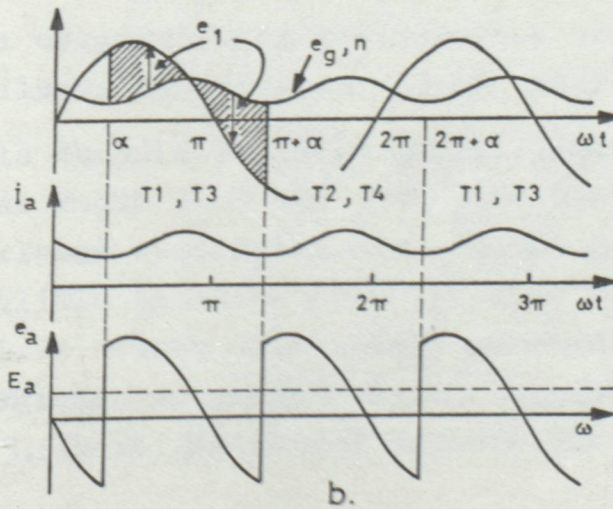
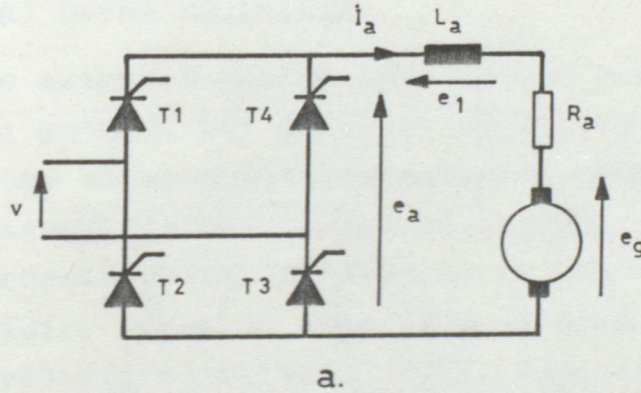


Şekil 3.10.b Üç fazlı tam dalga doğrultucu için farklı tetik-
leme açılarında dalga şekilleri.

3.4.a.3) Tek Faz Tam Denetimli Köprü Devresi

Serbest - uyarmalı bir d.a motorunu besleyen bir tam denetimli köprü doğrultucu Şekil 3.11.a da gösterilmiştir. Eğer akımın kesintisiz olduğu varsayılırsa, akım ve gerilim dalga biçimleri Şekil 3.11.a da verilen şekilde olacaktır. Motor alternatif akım kaynağa devamlı bağlıdır.

$\alpha < \omega t < \pi + \alpha$ süresinde T_1 ve T_3 tristörleri iletimde olup, $\pi + \alpha$ anında T_2 ve T_4 tetiklendiği zaman, kaynak gerilimi T_1 ve T_3 'e ters yönde uygulanmış olur, ve onları tıkamaya sokar. Akımda T_2 ve T_4 üzerine aktarılmış olur. (Doğal aktarım). α dan π anına kadar e_a ve i_a pozitif olduğundan enerji akış yönü kaynaktan motora doğrudur. π den $\pi + \alpha$ anına kadar ise e_a negatif, i_a pozitif olduğundan, motordan kaynağa doğru bir enerji akışı olur.



Şekil 3.11 Tam denetimli köprü doğrultucu ile beslenen serbest uyarmalı d.a motor.

a) Devre yapısı

b) Akım ve gerilim dalga biçimleri

3.5) Tetikleme Devreleri

Tristörlü kontrol devrelerinde tetikleme devrelerinin önemi çok büyüktür. Ancak tristörlerin istenilen anlarda tetiklenmesini, istenmiyen bir anda, bir yanlış çalışma sonucu tetiklenmemesini sağlayacak şekilde tasarlanmış iyi bir tetikleme devresi, tristörün ve tristörlü sistemin tüm yeteneklerinin ortaya çıkarabilmesine olanak sağlar.

Kullanılacak tetikleme darbesi ve darbe düzeni tristörün başarımlı özellikleri üzerinde önemli etkiler yapar. Örneğin, tristörün bütün çalışma aralığı içinde ilettime geçip geçemeyeceği, devre akımları ve uygulanan gerilimleri taşıyıp taşıyamıyacağı büyük oranda tetikleme darbelerinin özelliklerine bağlıdır.

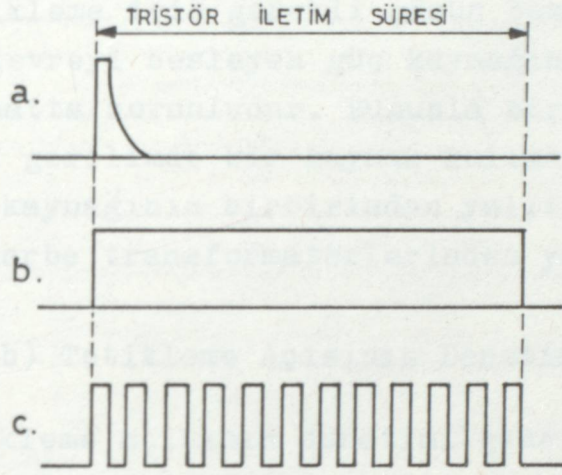
Tetikleme darbelerinin oluşturulmasında önemli noktalar.

3.5.a) Darbe Büyüklüğü

Darbe akımının kullanılan tipteki bütün tristörleri tetiklemeye yeterli bir düzeyde olmasından başka, tristörün ilettime geçme sürecinin tamamlanmasına yetecek kadar bir süre uygulanması gerekir. Minimum gerekli süre, tristörün tipine, darbenin yükselme süresine ve güç devresine bağlı olarak değişir. Yükselme hızı $2V/\mu$ sn olan 10μ saniyelik bir darbe yeterli olabileceği gibi, bazı devrelerde gerekli darbe süresi 100μ sn kadar olabilir.

Bazı uygulamalarda tetiklenecek tristörün ne zaman tetiklenebilecek bir durumda olacağı belli olmayabilir.

Böyle durumlarda darbe genişliğini, belirsizlik ortadan kalkacak kadar uzun bir süre veya tristörün iletimde kalması beklenen süre kadar uzun tutmak gerekir. Fakat yüksek bir genlikle birlikte uzun bir süre kapı devresinin güç gereksinimi ve ortama aktarılması gerekecek enerji miktarını artıracığından en yaygın olarak kullanılan tetikleme yöntemi Şekil 3.12c'de gösterilen biçimde bir darbe dizisi kullanmaktır.

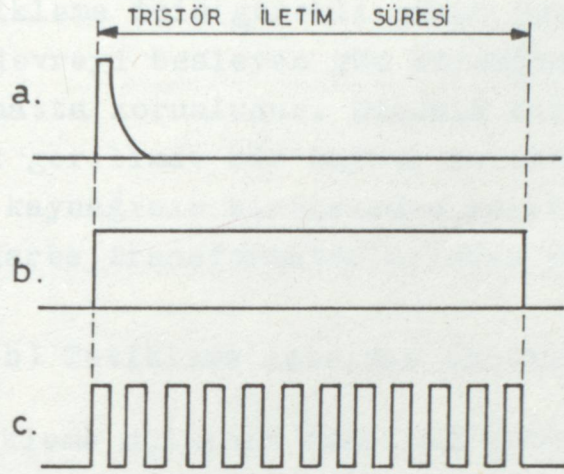


Şekil 3.12 Tetikleme yöntemleri

- a) Tek darbe
- b) Blok darbe
- c) Darbe dizisi

Darbe akımının büyüklüğü, tristörün d_i/d_t ' ye dayanma yeteneği açısından da önemli olup, darbe akımı büyüdükçe d_i/d_t değeri de büyür. Pratikte genel olarak gerekli minimum akımın dört misli bir akım kullanılır. Böylece tristörün ilettime geçiş süresi kısılalacağından anahtarlama kayıpları da azalmış olur.

Bir tristöre, ters yönde kutuplanmış durumda iken bir kapı akımı uygulanacak olursa, sızma akımı önemli ölçüde artar. Bu da tristörün yanması ile sonuçlanabilecek ters güç kaybına neden olur. Dolayısıyla tristöre ters yönde bir gerilim uygulanmışken bir kapı darbesi uygulamamaya özen gösterilmelidir.



Şekil 3.12 Tetikleme yöntemleri

- a) Tek darbe
- b) Blok darbe
- c) Darbe dizisi

Darbe akımının büyüklüğü, tristörün d_i/d_t ' ye dayanma yeteneği açısından da önemli olup, darbe akımı büyüdükçe d_i/d_t değeri de büyür. Pratikte genel olarak gerekli minimum akımın dört misli bir akım kullanılır. Böylece tristörün ilettime geçiş süresi kısılalacağından anahtarlama kayıpları da azalmış olur.

Bir tristöre, ters yönde kutuplanmış durumda iken bir kapı akımı uygulanacak olursa, sızma akımı önemli ölçüde artar. Bu da tristörün yanması ile sonuçlanabilecek ters güç kaybına neden olur. Dolayısıyla tristöre ters yönde bir gerilim uygulanmışken bir kapı darbesi uygulamamaya özen gösterilmelidir.

Kapı İzolasyonu

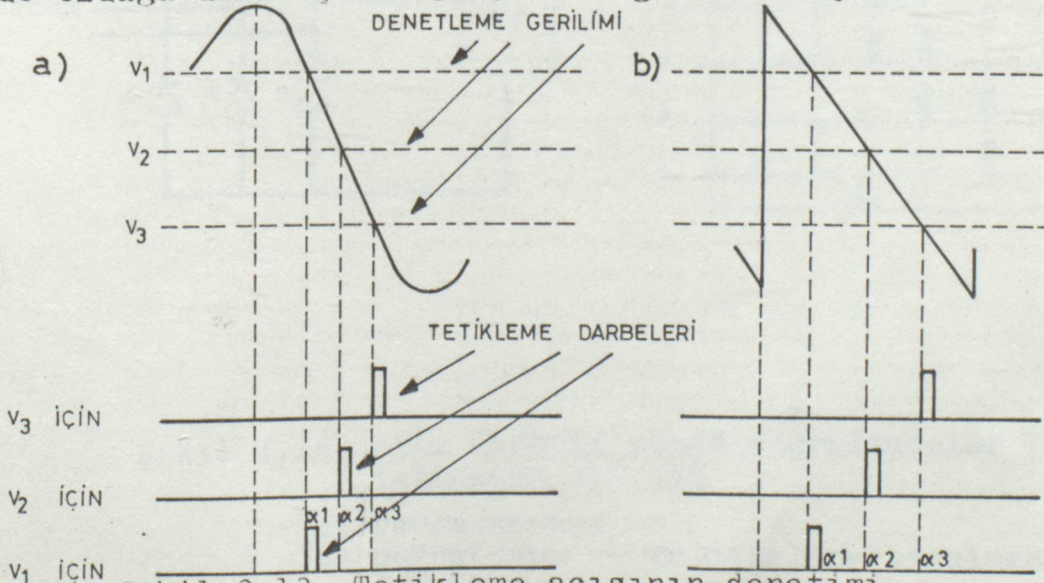
Tetikleme için gerekli gücün bazı uygulamalarda, tristörlü devreyi besleyen güç kaynağından elde edilmesi mümkün ve hatta zorunludur. Bununla birlikte genel olarak ayrı, düşük gerilimde bir kaynak kullanılır. Dolayısıyla da iki güç kaynağının birbirinden yalıtılması gerekir ve bu amaçla darbe transformatörlerinden yararlanılır.

3.5.b) Tetikleme Açısının Denetimi

Tetikleme açısının denetimi genellikle periyodik bir işarette bir d.a işaretinin karşılaştırılması ile yapılır.

Doğrultucularda tetikleme açısı ile ortalama çıkış gerilimi arasındaki ilişki $\cos \alpha$ veya $(1 + \cos \alpha)$ terimlerine bağlı olduğundan eğer referans işareti olarak Şekil 3.13.a da gösterilen biçimde bir işaret kullanılacak olursa, denetleme gerilimi ile doğrultucu çıkışı arasında doğrusal bir ilişki sağlanmış olur. Denetleme gerilimi ile referans işaretinin kesişme noktalarında tetikleme darbeleri üretilir. Denetleme geriliminin artması tetikleme açısının küçülmesine ve dolayısıyla doğrultucu ortalama çıkış geriliminin yükselmesine neden olur.

Referans işaretinin dalga biçiminin bir rampa şeklinde olduğu durum Şekil 3.13.b de gösterilmiştir.



Şekil 3.13 Tetikleme açısının denetimi

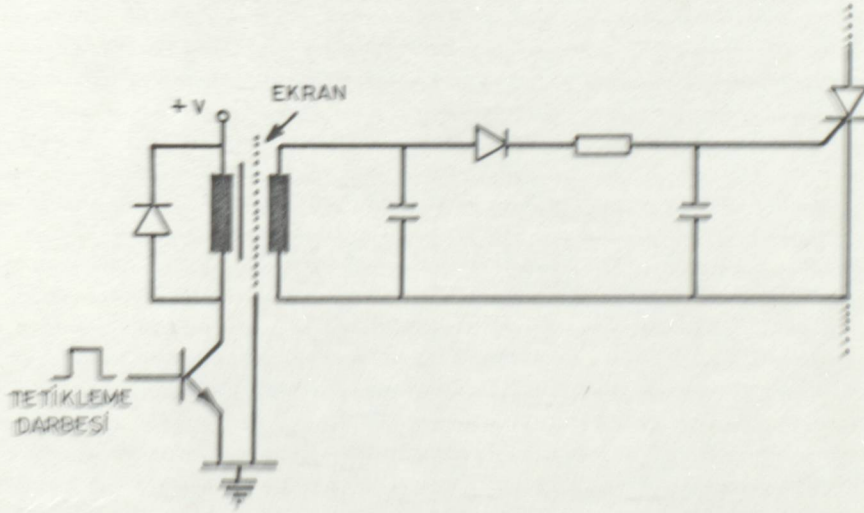
a) Sinüs referans işareti

b) Rampa referans işareti.

Süzgeç olarak gösterilen kısımda üç fazlı kaynağa bulunabilecek ve tetikleme devresinin çalışmasını etkileyecek gürültü ve bozulmalar süzülür. Gösterilen transformatör şebeke ile tetikleme devresi arasında, bir izolasyon sağladığı gibi gerilimi de tetikleme devresi için uygun bir düzeye düşürür. Altı fazlı bir ikincil sargı gösterilmiş olmakla birlikte üç fazlı ikincil sargı da kullanılabilir.

Denetim kısmında A devresi, denetim işaretinin durumuna göre, tetikleme darbesini uygun bir anda üretir.

B devresi ise bu darbeyi uygun bir forma (genellikle 100-200 μ s an süreli) sokar. Doğrultucunun istenilen şekilde çalışmasını sağlayabilmek için aynı anda iki tristörün iletimde olması gerekir. Gösterilen diyot düzeni üretilen bir darbenin iki tristöre uygulanmasını sağlar. Böylece bir tristör bir çevrimde iki tetikleme darbesi alır. En son kat olarak bir darbe yükselticisi ve bir darbe transformatörü içeren Şekil 3.15 deki gibi bir devre kullanılır.



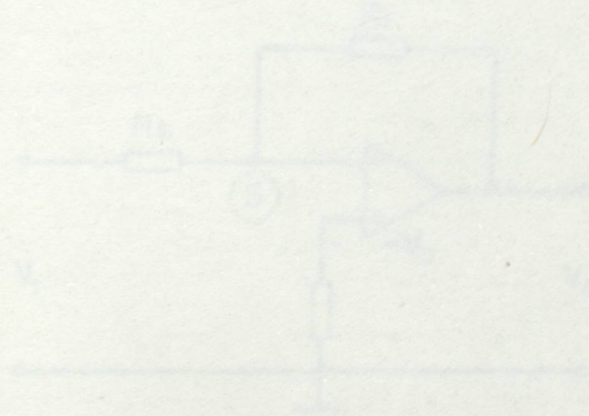
Şekil 3.15

İletimde bulunan bir tristörün tıkmaya geçebilmesi için belirli bir süre tanınması gereğinden dolayı tetikleme eğisinin denetim aralığı genellikle 5° - 150° arasında tutu-

lur. Bunu sağlayabilmek için denetim işaretine alt ve üst sınırlar konulur.

Şekil 3.14.b de doğrultucu devresi ve tetikleme darbeleri gösterilmiştir. Her bir tristöre uygulanan aralarında 60° olan bir darbe çifti yerine, 60° lik bir blok darbe veya darbe dizisi de kullanılabilir.

Şekil 3.14.b) Doğrultucu devresi

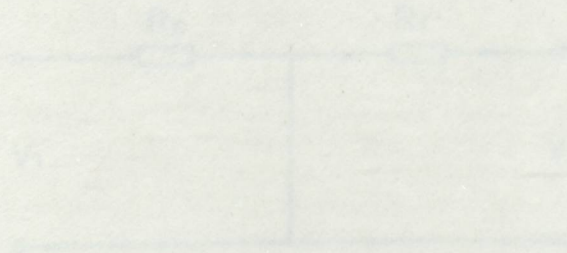


Şekil 3.14.b) Doğrultucu devresi ve tetikleme darbeleri

Bu durumda V_d ve V_{d0} ifadeleri

$$V_d = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} V_m \cos \alpha$$

$$V_{d0} = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} V_m$$



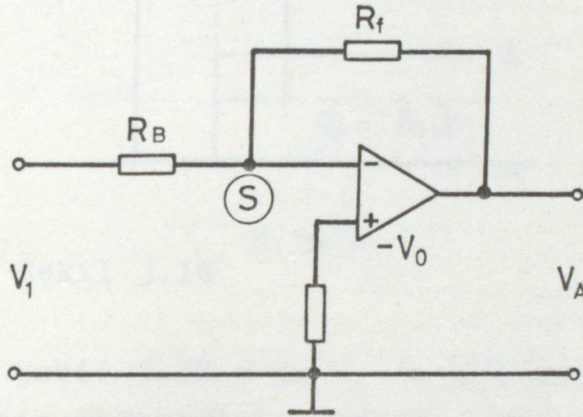
Şekil 3.14.b) Doğrultucu devresi ve tetikleme darbeleri

3.6) Denetleyiciler

Hız ve akım denetleyicilerin temel elemanları operasyonel amplifikatörlerdir (OPAMP).

Bu denetleyicilerde kullanılan amplifikatörler genel olarak P amplifikatör, I amplifikatör ve PI amplifikatördür.

3.6.a) P denetleyici



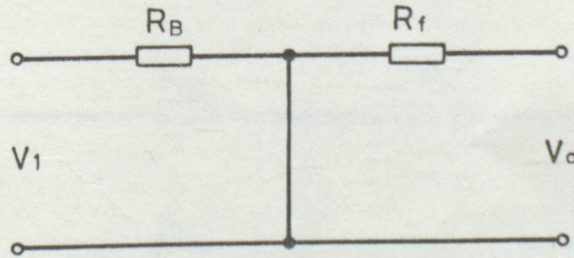
Şekil 3.16

$V_e \sim 0$ dır. $\dot{I}_B = i_f$ dir ve Şekil 3.16 da bizi Şekil 3.17 ye götürür.

Bu durumda V_1 ve V_A değerleri

$$V_1 = R_B \cdot i_B = R_B \cdot i$$

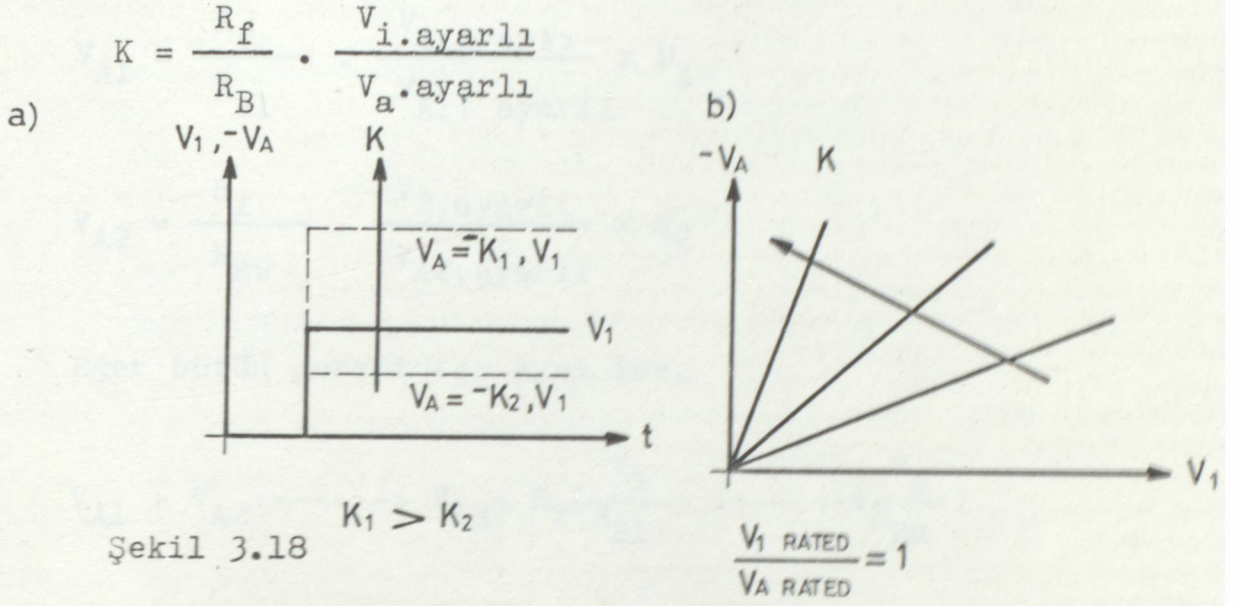
$$V_A = R_f \cdot i_f = R_f \cdot i$$



Şekil 3.17

Yukarıdaki eşitliklerden $\frac{V_A}{V_1} = \frac{R_f}{R_B} = K$ dır

Çıkış voltajı belli bir değerde sabit tutulur. V_A 'nın değeri R_f/R_B oranı ile belirlenmiştir. $R_f/R_B=K$ katsayısı yüklü amplifikatörün oransal kazancını göstermektedir.

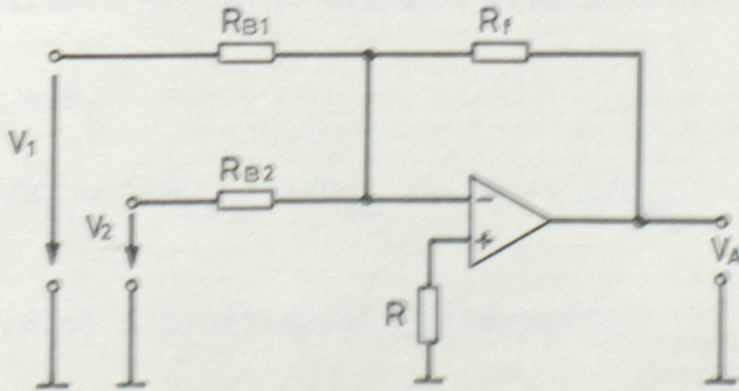


Şekil 3.18.a da V_1 ve K daki değişikliğin V_A 'da paralel bir değişikliğe, Şekil 3.18.b de ise açısal bir değişikliğe yol açtığı görünmektedir.

Mükemmel bir çalışma için, opamp'ın (+) ucunun R_B 'ye eşit bir direnç vasıtasıyla topraklanması gerekmektedir.

3.6.b) Toplama Amplifikatörü

Hız ve akım denetleyici ile istenen ve gerçek değer kıyaslanır. Yani çıkartılır. Bu çıkarma işlemi bir opamp ile basit bir şekilde gerçekleştirilebilir.



Eğer sadece bir giriş uygulanmışsa, P amplifikatörde olduğu gibi aşağıdaki uygulamalar her bir durum için şöyledir.

$$V_{A1} = \frac{R_f}{R_{B1}} \cdot \frac{V_{i, \text{ayarlı}}}{V_{A1, \text{ayarlı}}} \times U_1$$

$$V_{A2} = \frac{R_f}{R_{B2}} \cdot \frac{V_{2, \text{ayarlı}}}{V_{A2, \text{ayarlı}}} \times U_2$$

Eğer bütün gerilimler aynı ise,

$$V_{A1} + V_{A2} + \dots + V_{AN} = R_f \left(\frac{V_1}{R_{B1}} + \dots + \frac{V_a}{R_{Bn}} \right)$$

$$V_A = K_1 \cdot V_1 + K_2 \cdot V_2 + \dots + K_n V_N$$

$$U_A = K(V_1 + V_2 + \dots + V_N)$$

Eğer bütün giriş gerilimleri aynı ise

$$V_A = V_1 \cdot (K_1 + K_2 + \dots + K_N) \text{ dir.}$$

P amplifikatörde olduğu gibi (+) giriş direnci, (-) giriş direnci ile aynı değerde olmalıdır.

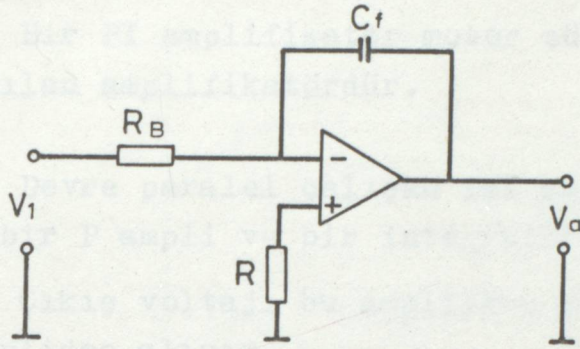
$$R = R_B$$

$$1/R_B = 1/R_{B1} + 1/R_{B2} + \dots + 1/R_{BN}$$

3.6.c) I Denetleyici (Integratör)

Bağlantı şekli Şekil 3.19' da gösterilmiştir. Burada

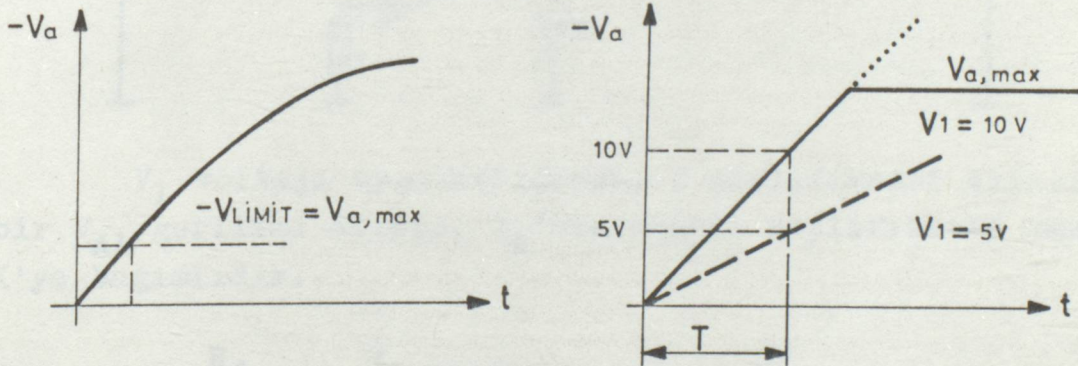
geri besleme bir kapasite tarafından gerçekleştirilir.



Şekil 3.19 I Denetleyici

V_i voltajı uygulandığında, bir şarj akımı akar. V_a voltajı bir P denetleyici gibi geçiş yapamaz. Fakat şarj akımının sonucu olarak limit değerine ulaşincaya kadar yavaşça yükselir.

V_a 'nın bu yükselmesi bir üstel fonksiyon şeklindedir. Opampın yüksüz amplifikasyon kazancı o kadar büyüktür ki, üstel fonksiyonun sadece alt kısmı kullanılır. Bunun da şekile göre doğru olduğu kabul edilir.



V_a 'nın V_1 'e ulaştığı zamanki değeri integratörün zaman sabiti olarak belirlenir. Bu da V_a 'nın eğimini belirtir.

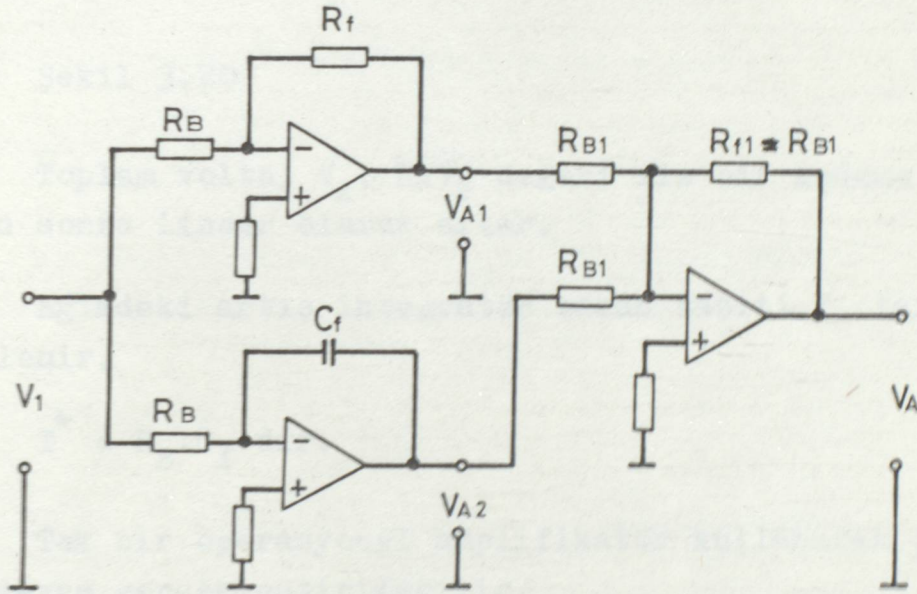
$$T = R_B \cdot C_f \cdot \frac{V_1}{V_a} \text{ dır.}$$

3.6.d) PI Denetleyici

Bir PI amplifikatör motor sürücü sistemlerinde en çok kullanılan amplifikatördür.

Devre paralel çalışan iki amplifikatörden oluşur ki, bu da bir P ampli ve bir integratördür.

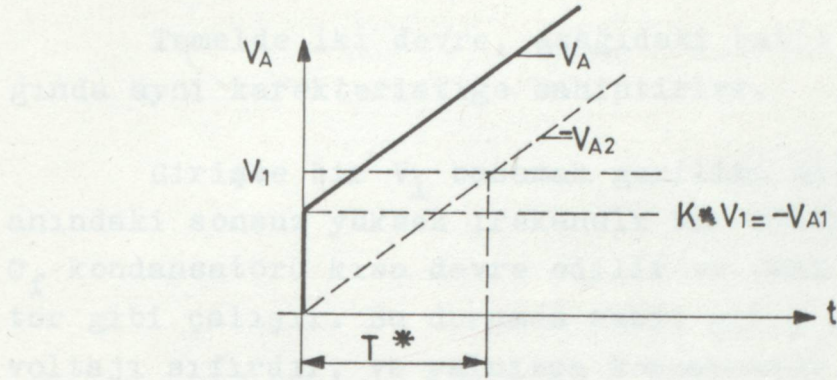
Çıkış voltajı bu amplilere seri bağlanmış toplayıcı bir ampliden alınır.



V_1 voltajı uygulandığında, P amplifikatör çıkışından bir V_{A1} gerilimi alınır. V_A 'nın değeri amplifikatör kazancı K 'ya bağlıdır.

$$K = \frac{R_f}{R_B} \cdot \frac{V_{1, \text{ayarlı}}}{V_{A, \text{ayarlı}}}$$

Integratör çıkış voltajı V_{A2} lineer olarak artar.



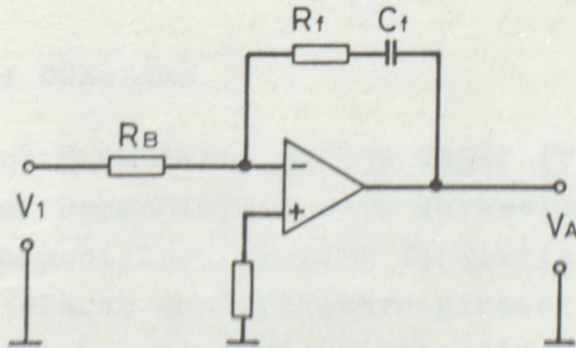
Şekil 3.20

Toplam voltaj V_A , $K.V_1$ değeri ile bir kademe yükseldikten sonra lineer olarak artar.

Eğimdeki artış integratör zaman sabiti T tarafından belirlenir.

$$T^* = R_B \cdot C_f \text{ dir.}$$

Tek bir operasyonel amplifikatör kullanarak Şekil 3.20 deki devre gerçekleştirilebilir.



Şekil 3.21 PI denetleyici

Bu bir OpAm'lı devre işaret değişmesi dışında 3 opAmp devreye aynı işlevi görür. Bu devredeki giriş ve çıkış voltajları, toplayıcı amplifikatörün P ve I amplifikatöre

seri bağlandığındaki gibi aynı polariteye sahiptir.

Temelde iki devre, aşağıdaki basit kabu|ler yapıldığında aynı karakteristiğe sahiptirler.

Girişte bir V_1 basamak gerilimi olduğunda, bu kapama anındaki sonsuz yüksek frekanslı bir miktara tekabül eder. C_f kondansatörü kısa devre edilir ve OPAM bir P amplifikatör gibi çalışır. Bu durumda sabit giriş gerilimi V_1 ve onun voltajı sıfırdır, ve yalnızca kondansatör etkilidir.

$$V_a = K \cdot V_1 \text{ dir.}$$

Artış ise T^* tarafından belirlenir.

$$T^* = R_B \cdot C_f \cdot (V_{1,ay.} / V_{A,ay.})$$

PI denetleyici için diğer bir zaman sabiti T , genellikle kontrol devrelerinin kalkülasyonunda kullanılır.

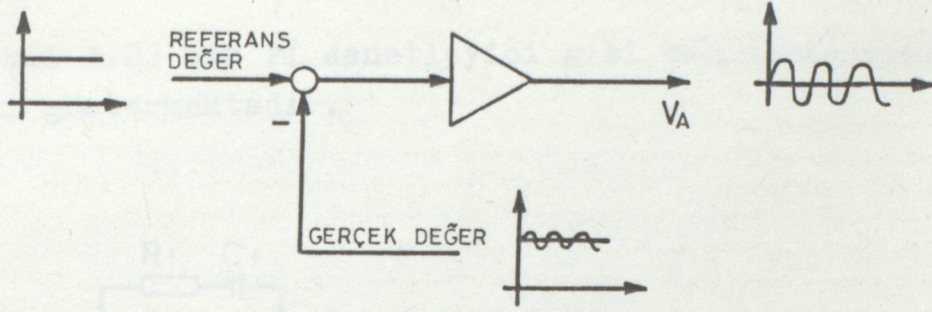
$$T = T_f \cdot C_f$$

T ve T^* arasında aşağıdaki bağlantı mevcuttur.

$$T^* = T/K = R_f \cdot C_f / (R_f/R_B) \text{ dir.}$$

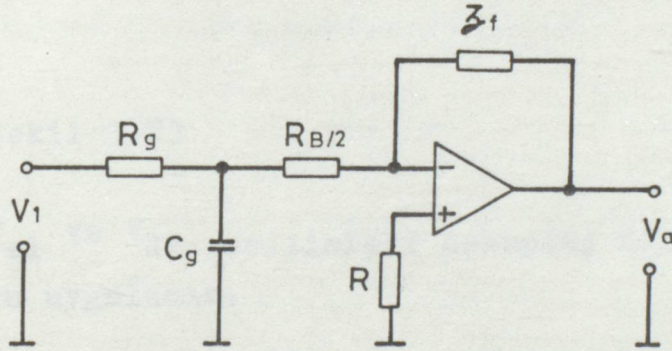
3.6.e) Düzeltme

Bir çok durumlarda gerçek değer (rotor akımı) veya referans değer harmoniklere veya kuvvetli osilasyona maruz kalabilir. Harmonikler, gerilim farklarının devamlı değişken girişimi olarak amplifikatöre girecektir ve bunlar opamp'dan geçerek amplifiye edilecektir.



Düzeltici elemanlar bunları önlemek için kullanılırlar ve harmoniklerin etkileri filtrelendir.

$$T = \frac{1}{2} R_g C_f = R_B/4.C_g \text{ dir.}$$



Şekil' 3.22

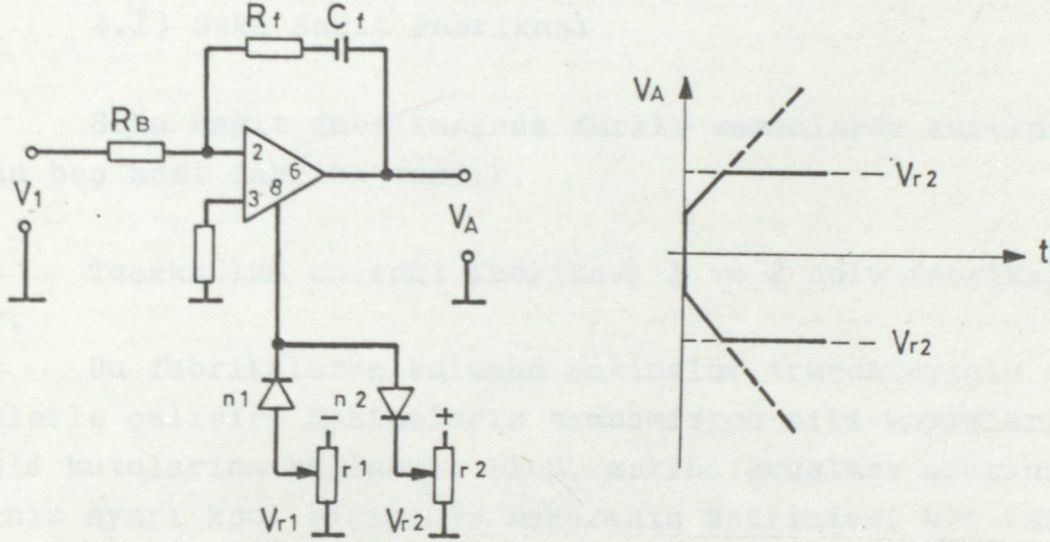
3.6.f) Sınırlandırma

Bir çok durumlarda, belirli bir değer için denetleyici çıkış voltajını sınırlandırmak gereklidir.

Böylece bir hız denetleyici, mesela, akım referansı veren çıkış, motor nominal akımına göre veya bunun katlarına göre sınırlandırılır.

Bu yolla akım limiti ayarlanabilir.

Şekil 3.23 bir PI denetleyici gibi bağlanmış sınırlama devresini göstermektedir.



Şekil 3.23

V_{e1} ve V_{R2} gerilimleri dekuplaj diyotları n_1 ve n_2 üzerinden uygulanır.

Eğer çıkış gerilimi $+ V_A + V_{R2}$ gerilimini aşarsa n_2 diyodu iletime geçer.

Negatif polarite için aynı işlem n_1 ve V_{R1} arasında gerçekleşir.

BÖLÜM 4

SEKA İZMİT FABRİKASINDA UYGULANAN SİSTEM

4.1) Seka Kağıt Fabrikası

Seka kağıt fabrikasında farklı zamanlarda kurulmuş olan beş adet fabrika vardır.

Teşekkülün en eski fabrikası 1 ve 2 nolu fabrikalardır.

Bu fabrikalarda bulunan makineler transmisyonlu sistemlerle çalışır. Makinelerin transmisyon mili kayışlarla dişli kutularına bağlanmış olup, makina grupları arasındaki hız ayarı koni biçiminde makaranın üzerindeki bir kasnağın pozisyonunu değiştirmekle sağlanır.

3 nolu fabrikada hız kontrolü bir Ward-Leonard sistemiyle sağlanmakta olup, generatör gerilimi, amplidinle kontrol edilen bir yükseltici tarafından ayarlanır.

4 nolu fabrikada hız kontrolü ASELSAN firması tarafından geliştirilmiş olan tristörlü sistemle yapılmaktadır. Sistemin içeriği aşağıda incelenmiştir.

4.2) Tristörlü Sistemin İncelenmesi

Bu sistem doğru akım motorlarında hızın endüvi gerilimi ile denetlenmesi ilkesinden yararlanılarak tasarımı ve gerçekleştirilen doğru akım motor denetleyici 3 fazlı tam denetimli bir köprüden oluşan güç devresine sahiptir. Kapalı çevrim denetim anlayışı içinde tasarımı ve gerçekleştirilen sistem akım ve hızdan aldığı bilgilerle istenen hız denetimini gerçekleştirir.

Makinanın alan sargısı dışarıdan uyarımlı olup, denetimsiz tek fazlı bir köprü ile beslenmektedir. Uygulamanın gerektirdiği durumlarda alan denetimi de yapmak mümkündür.

Elektronik denetim birimi modüler bir yapıya sahiptir. Bu özelliği ile uygulamanın gerektirdiği yeni devrelerin eklenmesi kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir.

Doğru akım motoru hız denetim devresi Şekil 4 ' de gösterilmiştir.

3 fazlı köprü devresi için gerilim düşümleri şöyledir ;

Kaynak 380 volt, 50 Hz

- | | |
|---|--------------------------------|
| - İdeal yüksüz çıkış gerilimi (Vdo) | 513 Volt |
| $V_{do} = 2 \cdot u \cdot \frac{m}{\pi} \sin \frac{\pi}{m} \quad (m=b)$ | |
| - Tristör, sigorta ve hatlardaki toplam gerilim düşümü | 6 Volt |
| - Kaynak gerilimindeki değişmeler
Gerilim düşümleri | $\pm \% 7,5 = 39 \text{ Volt}$ |
| 1. Bölgede çalışma | 55 Volt |
| 4. Bölgede çalışma | 96 Volt |
| Elde edilebilecek gerilimler | |
| 1. Bölgede çalışma | 458 Volt |
| 4. Bölgede çalışma | 417 Volt |
| - Seçilebilecek motor gerilimleri | |
| 1. Bölgede çalışma | 440 Volt |
| 4. Bölgede çalışma | 400 Volt |

4.3) Hız Sezgi

Denetlenen motorun hızına ait bilgi aynı şafta bağlanmış bir tako generatörün çıkışından alınmaktadır.

Tako generatör seçimi istenen hız hassasiyetine ve denetim aralığına bağlıdır.

4.4) Akım Sezgi

İstenen hız ile gerçek hız arasındaki farka göre motor akımı ikincil bir kapalı çevrim sistemi ile denetlenir. Akım denetleyici için gerekli olan gerçek akım bilgisi, faz akımlarından akım trafoları ile elde edilir.

Üç akım trafosunun ikincil sargıları (Y) bağlanarak akım denetleyici kartı üzerindeki üç fazlı diyot köprüsünün girişine bağlanır.

Köprü çıkışına bağlanan bir direnç ile istenen akım sinyali elde edilir.

4.5) dV/dt ve di/dt Koruma Elemanları

Tristörlerin hızlı gerilim değişmelerine (dV/dt) karşı korunarak yanlış ateşleme olasılığını düşürmek, hızlı akım değişmelerine karşı korunarak yanmalarını önlemek için her tristörün anod ile katodu arasına seri bir RC devresi bağlanmış, tristörlerden önce 3 faz gerilim hattına seri olarak üç adet endüktans (L) konulmuştur.

R, C ve L elemanlarının değerleri, çalışma gücüne ve çalışma koşullarına göre seçilmektedir.

4.6) TEKNİK BİLGİ

4.6.1) Anma Değerleri

Bu denetim birimleri için giriş gerilimi 3 faz 380 V

$\pm$ % 7,5 olarak belirlenmiştir.

Seçilecek motor gerilimleri çalışma bölgesine göre 440 veya 400 V olacaktır.

Bu birim için etiket değerleri şöyledir.

Çıkış	Gerilim : 440 V
Akım	: 90 A
Güç	: 40 kW

4.6.2) Çalışma Koşulları ve Denetim Duyarlılığı

Doğal soğutmalı birimler için ortam sıcaklığı en çok 40°C ve 24 saatin ortalama sıcaklığı en çok 30°C olmalıdır.

Ortam sıcaklığı 0°C den az olmamalıdır.

Deniz seviyesinden 1000 m yüksekliğe kadar anılan çıkış gücünü sağlar.

Denetim biriminin anma hızındaki duyarlılığı % 1,1 olarak belirlenmiştir.

4.7) Denetim Birimi

4.7.1.) Mekanik Yapı

570 x 530 x 350 mm ölçülerinde olan denetim birimi duvara monte edilecek şekilde kutulanmıştır. Tristör soğutucuları 5 mm aralıklarla iki fiber banda tutturulmuş olup, bu yapının kutuya tutturulabilmesi için kutu yan duvarlarının iç tarafına T profiller kaynatılmıştır. Üst fiber bantın ön kısmına darbe trafoları, arka kısmına snubber devreleri monte edilmiştir.

Kutunun üst kapağı civatalarla tutturulmuş olup

gerekirse çıkarılabilir. Kapakta soğutma işlerini kolaylaştırmak için üç sıra panjur açılmıştır.

Kutunun mekanik ayrıntıları Şekil 4.1' de görülmektedir.

4.7.2) Güç Birimi

6 adet soğutucuya monte edilmiş tristör, tristörlerin dV/dt korumaları için RC devreleri ile darbe trafoları ve bağlantı baralarından oluşmaktadır. Tristörlerin soğutuculara iyi temas etmeleri sağlanmış ve soğutucular Anod olarak kullanılmışlardır.

4.7.a) Tristörler

Kullanılan tristörler 81 RK 120 olup anma değerleri aşağıdaki gibidir.

$$I = 125 \text{ A}$$

$$V = 1200 \text{ V}$$

$$I_{AV} = 81 \text{ A}$$

4.7.b) Koruma (Snubber) Devreleri

Tristörlerin anod ve katodları arasına bağlanan seri RC devrelerinin eleman değerleri di/dt endüktansları ile birlikte çalışma koşulları göz önünde tutularak bu uygulama için aşağıdaki şekilde seçilmiştir.

$$R = 47$$

$$C = 1 \text{ F}$$

$$L = 437 \text{ F}$$

4.7.3) Elektronik Birim

Denetim biriminin bir parçasını oluşturan Elektronik

birim kutusu standart 160x100 mm baskılı devre kartlarının dik olarak yerleştirilebildiği modüler bir yapıya sahiptir.

Kutunun tüm parçaları aliminyum olup alodin kaplanmış-
tır. Kart kapakları da aliminyum olarak seçilmiştir. Kutu-
nun arka tarafı da bağlantıların dışından yine aliminyum
bir kapak ile kapatılmıştır. Böylece tüm elektronik dev-
reler bir faraday kafesi içine alınmış olup girişim
(enterferans) en alt düzeye indirilmiştir.

Elektronik birim kutusunda bulunan standart kartlar
sırası ile aşağıda tanıtılmaktadır. (Şekil 4.2)

4.7.3.a) Kaynak Kartı

Tüm elektronik devrelerin besleme gerilimini temin
eden bu kart 380 V girişli üç adet transformatörden beslen-
mektedir.

Kart üzerinde regüle edilmiş ± 15 V veren ve kısa
devreye karşı korumalı kaynaklar ile +24 V' luk regüle
edilmemiş bir kaynak vardır. Kaynakların çalıştığıının
belirlenebilmesi için kart kapağı üzerine +24 V, - 15 V,
+ 15 V çıkışları için sırası ile yeşil, sarı ve kırmızı
ledler konulmuştur.

Kaynak kartının devre şeması Şekil 4.3' de gösteril-
miştir.

4.7.3.b) Tetikleme Devresi

Tetiklemenin $\alpha = 0$ ve $\alpha = 180^\circ$ değerleri arasında
değiştirilebilmesi için referans gerilimleri bir faz
kaydırma devresi ile 60° kaydırılır.

UAA-145 entegre devreleri ve 24 V kaynak yardımıyla
oluşturulan tetikleme darbeleri, darbe trafoları üzerinden

tristörlerin kapı girişlerine verilir.

Tetikleme kartının beslemesi için gerekli ± 15 V ve + 24 luk gerilimler güç kartından gelmektedir.

4.7.3.c) Akım Denetleyici

Akım denetleyici kartı, LM301 işlemsel yükseltici, akım sınırlayıcı ve gerçek akımdan alınan a.a işaretleri doğrultmak için kullanılan 3 fazlı bir köprüden oluşur. Şekil 4.4 de devresi verilen akım denetleyicide LM301 işlemsel yükseltici 4 girişli bir PI denetleyici olarak kullanılmıştır.

Denetleyici çıkışı (+) ve (-) yönde sınırlandırılmıştır. Ayrıca gerektiğinde denetleyiciyi çevrimden çıkarmak için bir JFET kullanılmıştır.

4.7.3.d) Hız Denetleyici

Hız denetleyiciyi oluşturan kart, genelde LM301 işlemsel yükseltici, çıkış gerilim sınırlayıcı, takogeneratör gerilimine dayanarak gerilimi boyutlarına ayarlayacak gerilim bölücü ve değişken dirençten oluşur.

Şekil 4.5 de gösterilen hız denetleyici devresinde LM301 işlemsel yükseltici bir PI denetleyici olarak kullanılmıştır.

4.7.3.e) Başlama Devresi

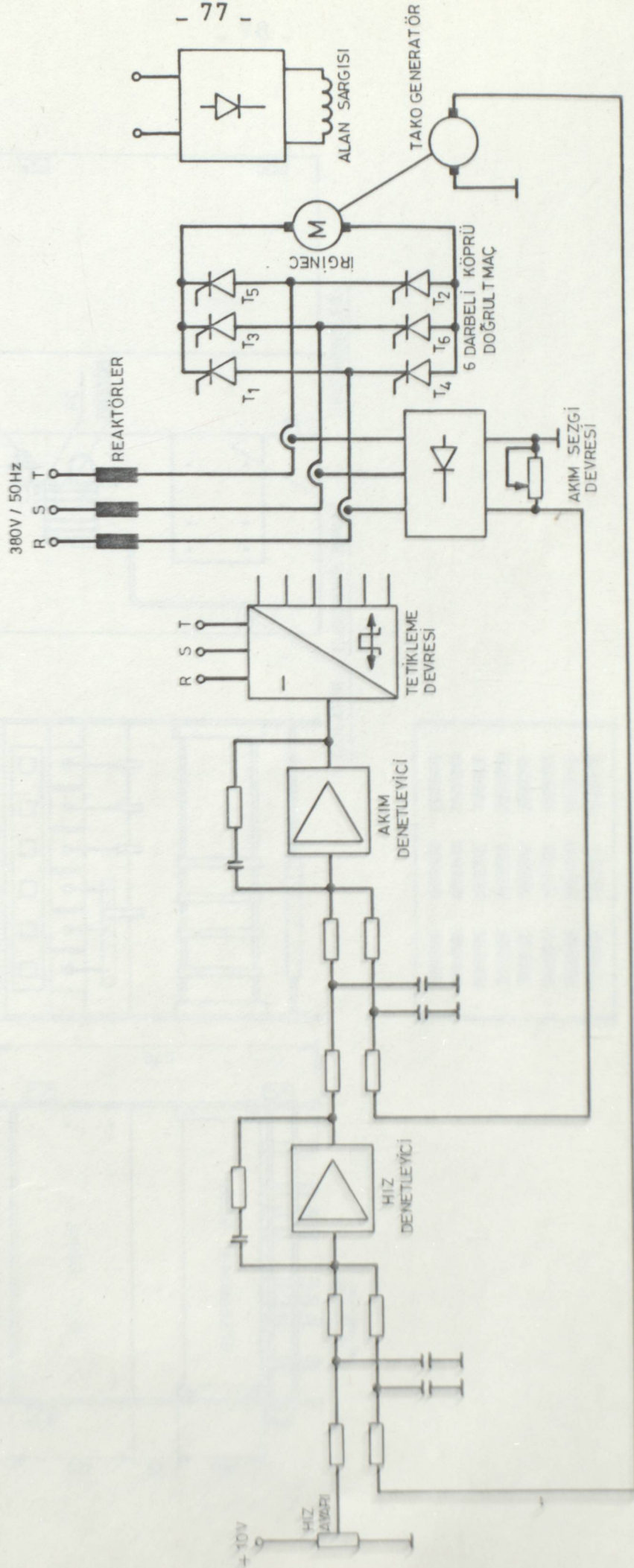
Başlama devresi dayanak işaretinin basamaklar halinde değişmesi durumunda motorun düzgün hızlanıp yavaşlamasını sağlamak üzere tasarlanmıştır. Bu işlevi gerçekleştirmek üzere 3 adet LM301 işlemsel yükseltici kullanılmıştır.

Ayrıca uygulamanın gerektirdiği durumlarda, motorun başta istenen hızda çalışır halde tutulmasını sağlayacak bir devrede konulmuştur. (Şekil 4.6)

4.7.3.f) Röle Kartı

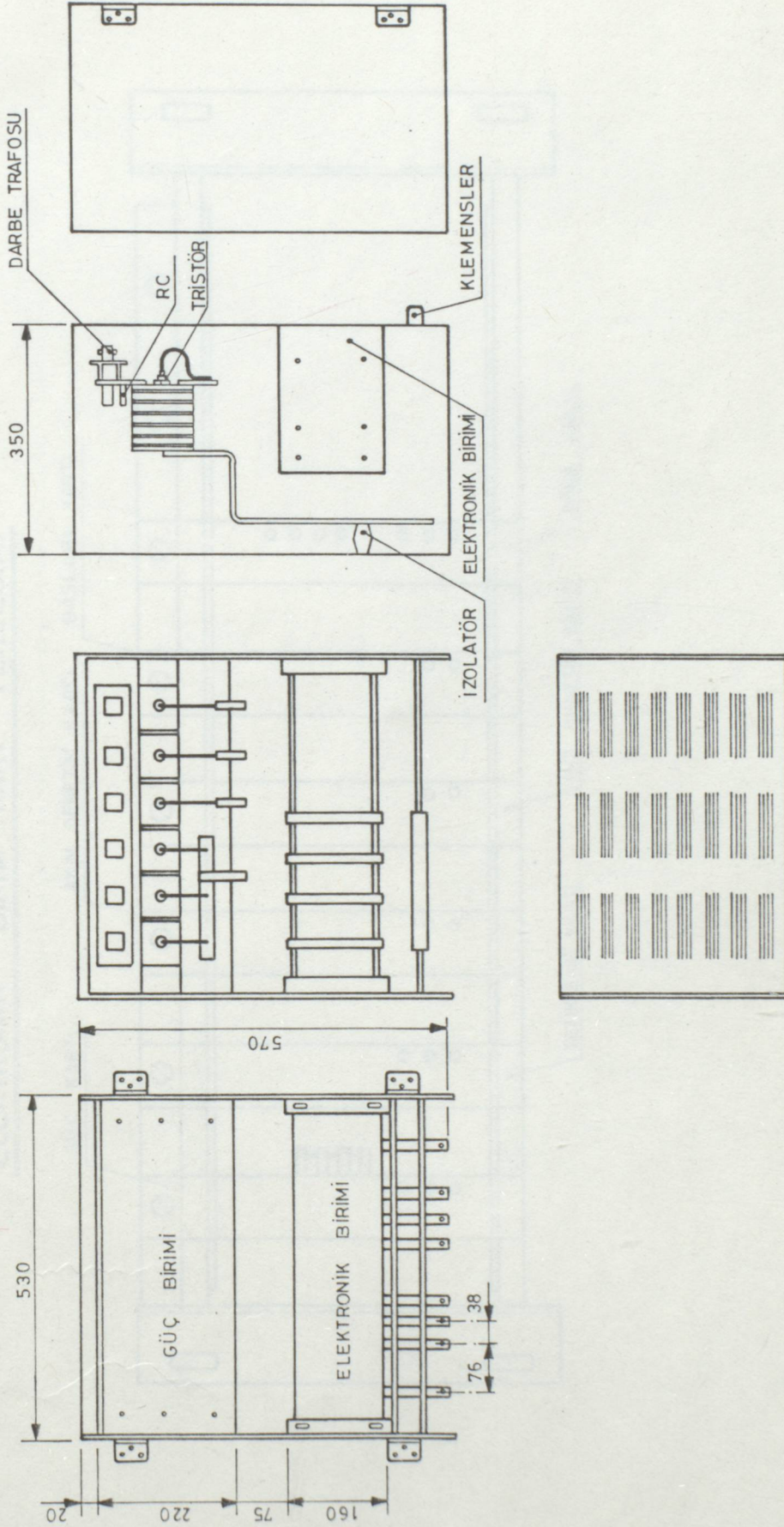
Devrenin koruma mantığı içinde denetleyicilerin çevrim dışına çıkarılabilmesi ve sistemin başlama ve durma mantığının gerçekleştirilmesi için tasarımlanmış olup, röle kartında, bir zamanlayıcı devre ve 5 adet minyatür röle bulunmaktadır.

Zamanlayıcı olarak 555 entegre devresi kullanılmıştır. (Şekil 4.7).



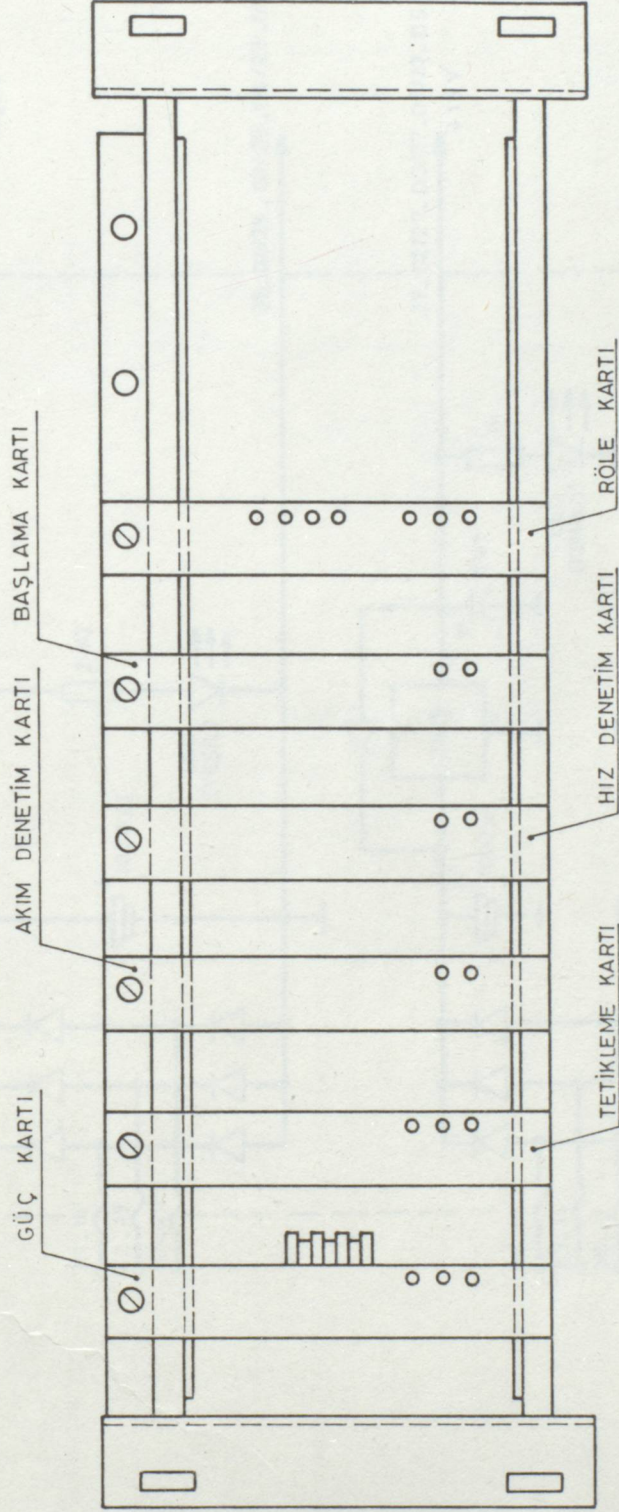
Şekil 4

MEKANİK YAPI

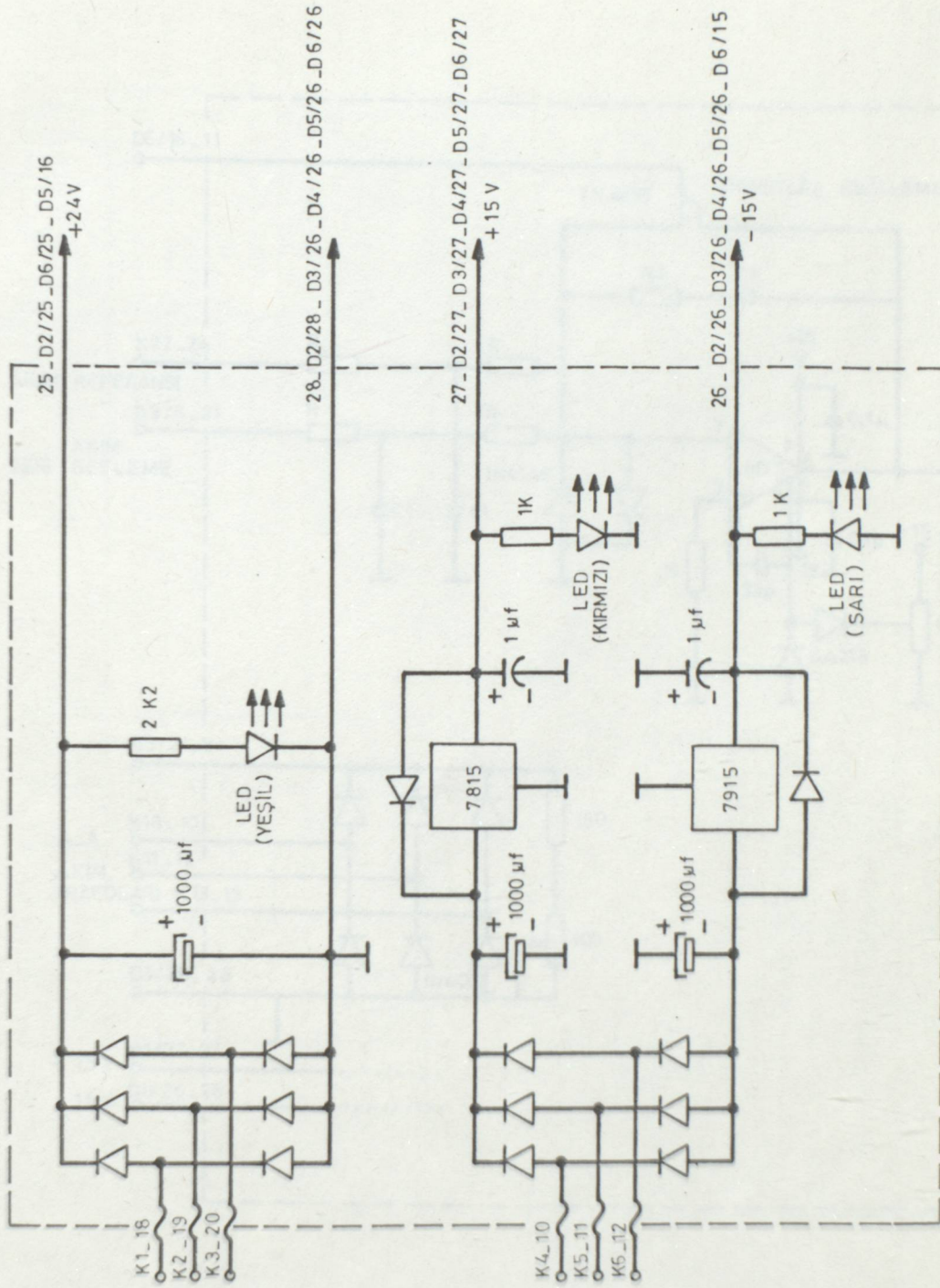


Şekil 4.1

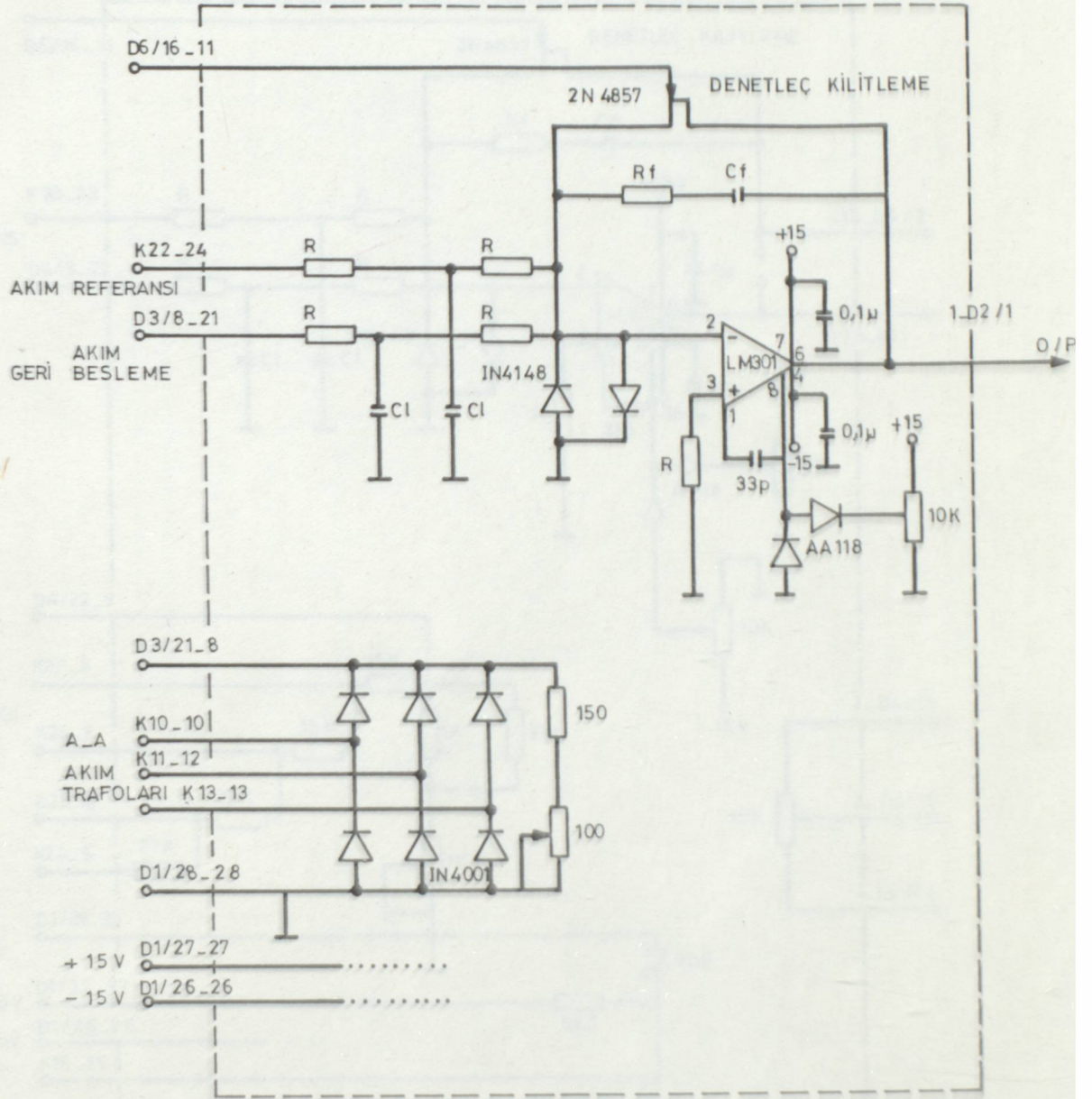
ELEKTRONİK BİRİM KART YERLEŞİMİ



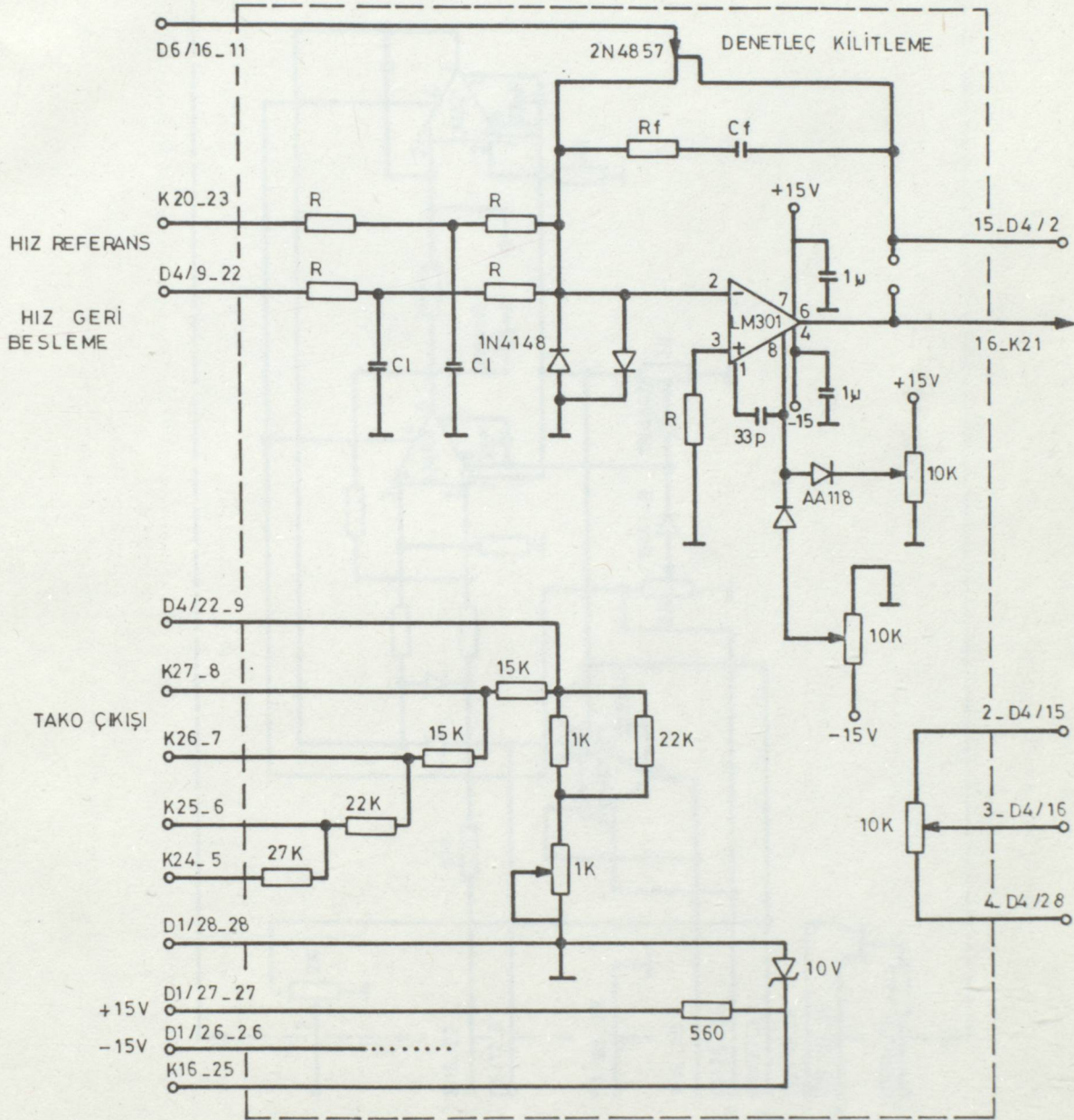
Şekil 4.2



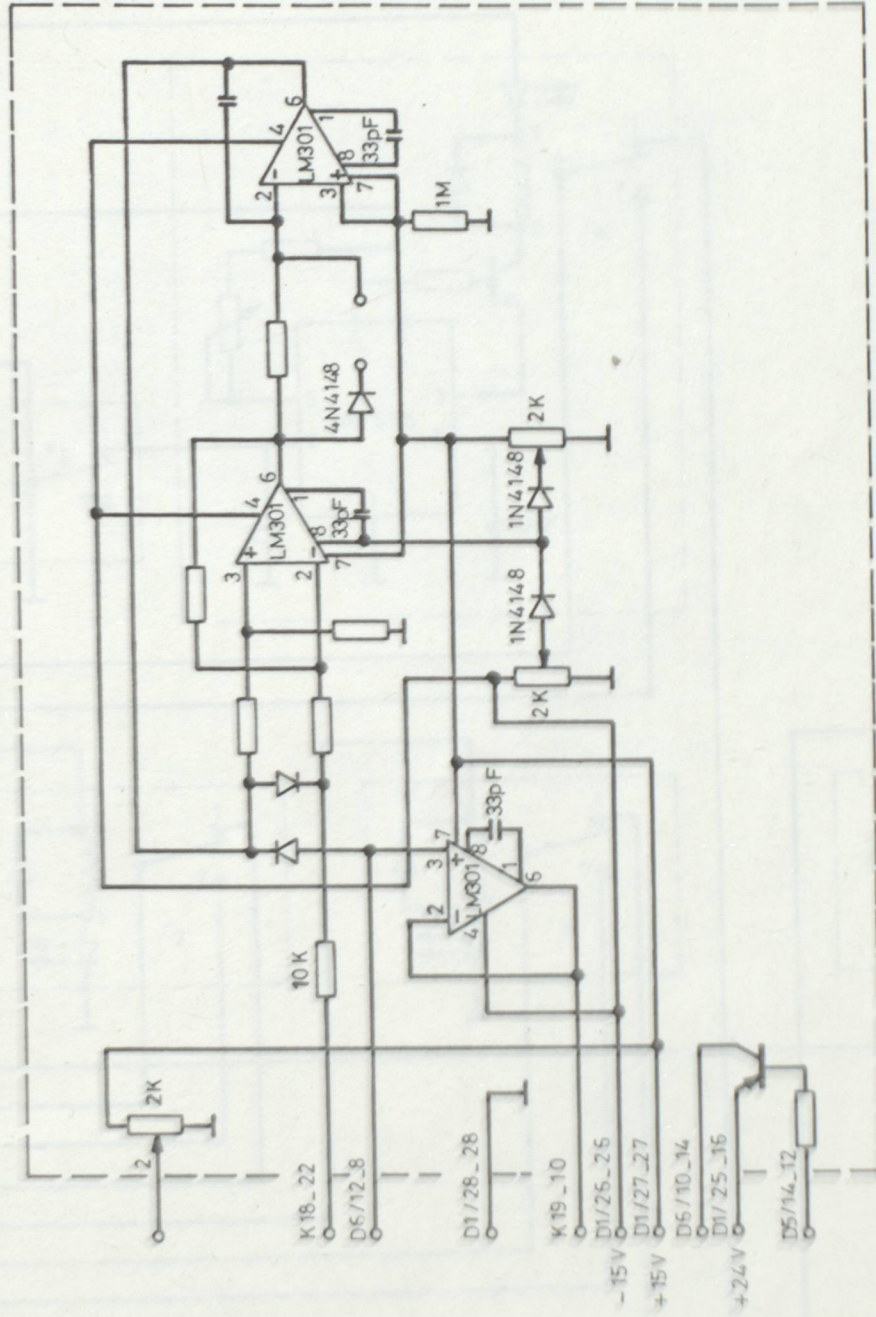
Şekil 4.3



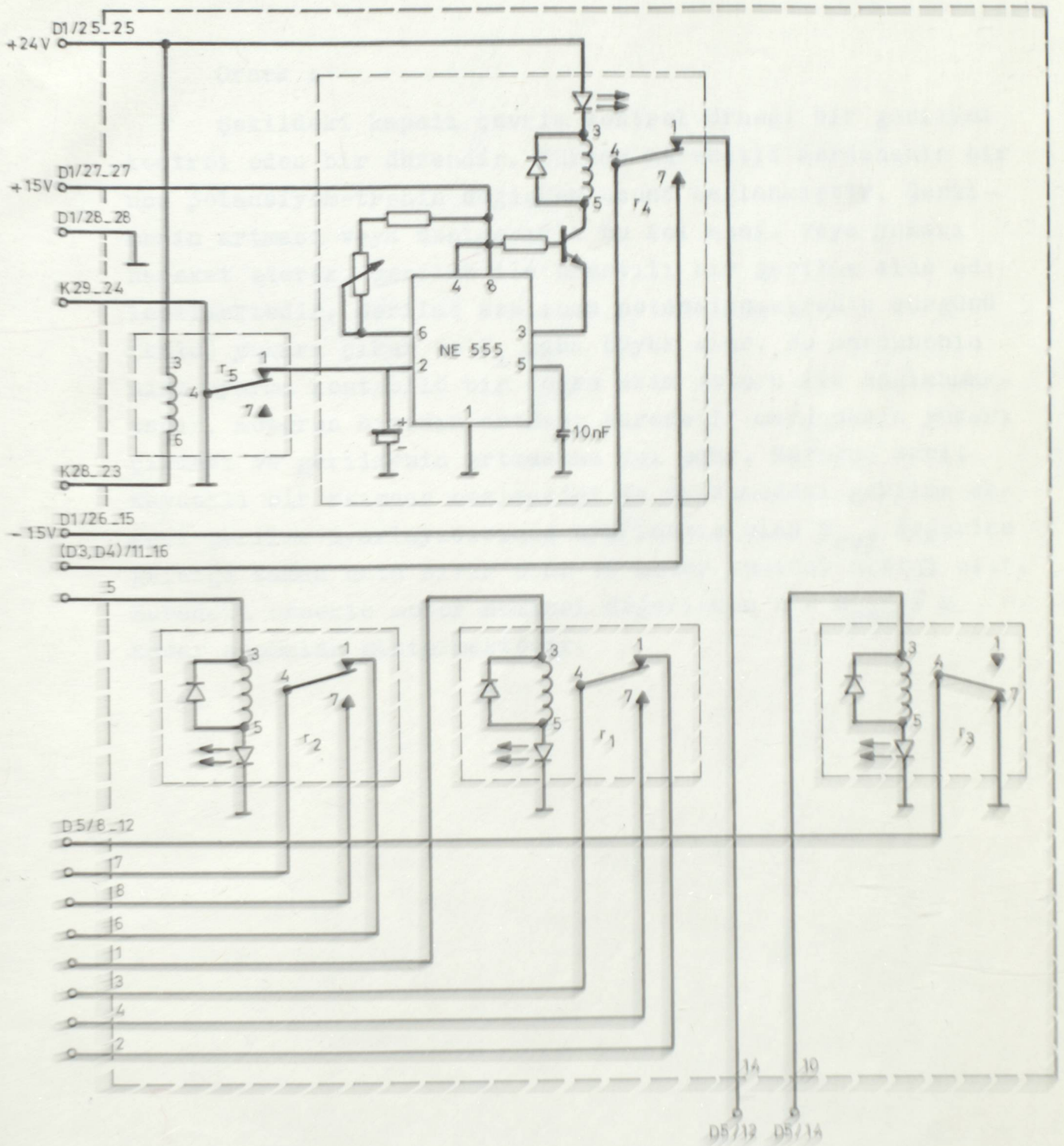
Şekil 4.4



Şekil 4.5



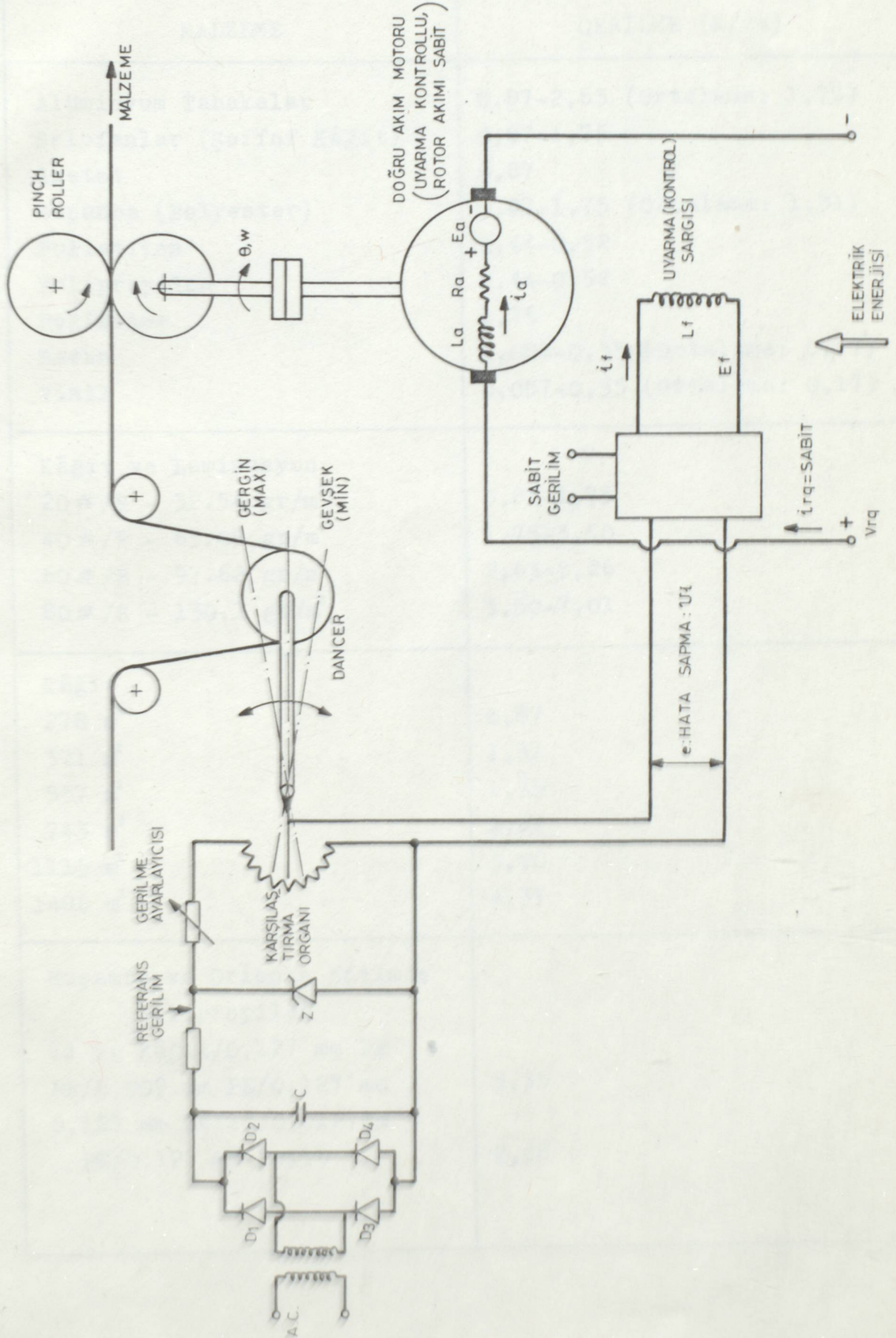
Şekil 4.6



Şekil 4.7

Ornek :

Şekildeki kapalı çevrim kontrol örneği bir gerilimi kontrol eden bir düzendir. Burada hareketli merdanenin bir ucu potansiyometrenin değişken ucuna bağlanmıştır. Gerilmenin artması veya azalmasıyla bu kol aşağı veya yukarı hareket ederek, gerilme ile orantılı bir gerilme elde edilebilmektedir. Gerilme azalınca potansiyometrenin sürgüsü (kolu) yukarı çıkar ve V_i daha büyük olur. Bu merdanenin hızı uyarma kontrollü bir doğru akım motoru ile sağlanmaktadır. Motorun hızının artması hareketli merdanenin yukarı çıkması ve gerilmenin artmasına yol açar. Motorun sabit kaynaklı bir akımdan beslendiği ve malzemedeki gerilme değeri gerilme ayarlayıcısında ayarlanmış olan T_{ref} değerine geldiği zaman hata sıfır olur ve motor nominal hızını alır. Buradaki örnekte motor nominal değerinden $n = n_{nom} \pm n$ kadar sapmalar göstermektedir.



YAKLAŞIK GERİLME DEĞERLERİ

MALZEME	GERİLME (N/cm)
Alüminyum Tabakalar	0,87-2,63 (Ortalama: 1,75)
Selofanlar (Şeffaf Kâğıt)	0,87-1,75
Asetat	0,87
Muşamba (Polyester)	0,87-1,75 (Ortalama: 1,31)
Polietilen	0,44-0,52
Polipropilen	0,44-0,52
Poliester	1,75
Saran	0,087-0,35 (Ortalama: 0,17)
Vinil	0,087-0,35 (Ortalama: 0,17)
Kâğıt ve Laminasyon	
20 #/R - 32.54 gr/m ²	0,87-1,75
40 #/R - 65.08 gr/m ²	1,75-3,50
60 #/R - 97.62 gr/m ²	2,63-5,26
80 #/R - 130.1 gr/m ²	3,50-7,01
Kâğıt	
278 m ²	0,87
371 m ²	1,31
557 m ²	1,75
743 m ²	2,62
1115 m ²	3,50
1486 m ²	4,37
Muşamba ve Oriente Edilmiş Polipropilen	
11 kg kâğıt/0,127 mm PE	
PE/0,009 mm PE/0,127 mm	5,35
0,127 mm Cello/0,0127mm	
PE/0,127 mm Cello	2,68

MALZEME	GERİLME (N/cm)
Bu malzemelere polietilen, nylon, polipropilen, EVA, EAA ve EEA ile kaplandıklarında yukarı malzemelerdeki gerilme değerlerini aşağıdaki gerilme değerlerini ekleyin.	
Kaplama Kalınlığı	
0,0127 mm - 0,0254 mm	0,21
0,028 mm - 0,0508 mm	0,44
Selofan	
0,02 mm	0,89
0,0254 mm	1,34
0,0508 mm	1,78
Nylon ve Propilen (Oriente Edilmemiş)	
0,02 mm	0,26
0,0254 mm	0,44
0,0508 mm	0,89

:Malzeme Gerilmesinin Hesabı:

Uygulanan Gerilme = Yaklaşık Malzeme Gerilmesi x Rulo Genişliği olarak bulunur.

LİTERATÜR

- 1- Elektriğin Endüstrideki Uygulamaları., Prof. Kemal HALICI
- 2- Electrical Control Systems in Industry
- 3- Warner Electrics Tension Control Katalogları
- 4- "Servicing of Power Electronics" AEG
- 5- Tristörlü Tahrik Sistemleri., Doç.Dr. Okyay KAYNAK

Ö Z G E Ç M İ Ş

1964 yılında İstanbul'da doğdu. İlk öğrenimini Davutpaşa ilkokulunda, orta ve lise öğrenimini Davutpaşa Lisesinde tamamladı. Üniversite öğrenimine 1982 yılında Yıldız Üniversitesi Elektrik Mühendisliği bölümünde başladı. Mühendislik eğitimini 1986 yılında tamamladıktan sonra aynı Üniversitede Yüksek Lisans eğitimi yapmaya hak kazandı. Halen AEG GENEL ELEKTRİK T.A.Ş. firmasında elektrik mühendisi olarak görev yapmaktadır.

