

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Senkron Generatörün Çıkış Gerilimi

Aytekin Ağca

Yüksek Lisans Tezi

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE DOKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

Kot R 152
142

Alındığı Yer : ..FEN.BİL..ENS.....

Tarih : ..20.04.1992.....

Fatura : ..- - - - -.....

Fiyatı : ..15.000.TL.....

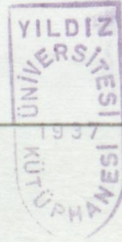
Ayniyat No : ..1/2.....

Kayıt No : ..48353.....

UDC : ..621.3 378.242.....

Ek : ..2 Katlımalı Şema.....

+



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Sayfa

1-Senkron generatör ve ayarları 1

2-Uyarma gerilimi ile generatörün yük akımı arasındaki bağıntı 1

3-Generatörün ani olarak yüklendiği ve yükün generatör gerisinden atılması halinde generatör gerilimi ve uyarma geriliminin değişimi 2

4-Eu genel halde senkron generatörün çıkış geriliminin kontrolü 4

5-Farklı karakteristikli regülatörlerle yapılan gerilim kontrolü 6

6-Zaman SENKRON GENERATÖRÜN ÇIKIŞ GERİLİMİNİN KONTROLÜ

OTOMATİK VOLTAJ REGÜLATÖRLERİ İLE KONTROLÜ

6.1- İkaz sistemleri ve ikaz rölösitesi ile ikazın temini 6

6.2- Gerilim regülatörünün yapısı 6

7-Zaman sabitleri bir arada çalışabilen bir regülatör ile yapılan gerilim kontrolü 10

7.1- Pnömatik ayar mekanizması ve yapısal yapısı ve karakteristiği 11

7.2- Otomatik kontrol mekanizması ve prensibi 14

7.3- Transdüktör ile gerilim ölçümü ve karakteristiği 17

7.4- Regülasyon sisteminin stabilitesi 23

8- Y Ü K S E K L İ S A N S T E Z İ

9-ELEKTRİK MÜH. AYTEKİN AĞCA

9-Çerçevesiz devreler (100 sayfa) 29

10-Çerçevesiz devrelerin analizi (100 sayfa) 31

11-Çerçevesiz devrelerin tasarımı (100 sayfa) 31

12-Çerçevesiz devrelerin uygulamaları (100 sayfa) 31



İ Ç İ N D E K İ L E R

	Sayfa
1-Senkron generatör ve uyarması	1
2-Uyarma gerilimi ile generatörün yük akımı arasındaki bağıntı	1
3-Generatörün ani olarak yüklenmesi ve yükün generatör üzerinden atılması halinde generatör gerilimi ve uyarma geriliminin değişimi	2
4-En genel halde senkron generatörünün çıkış geriliminin kontrolü	4
5-Farklı karakteristikli regülatörlerle yapılan gerilim kontrolü	4
6-Zaman sabitesi büyük olan regülatör ile yapılan gerilim kontrolü	5
6.1- İkaz sistemleri ve ikaz reostasıyla ana ikazın temini	6
6.2- Gerilim regülatörünün çalışması	6
7-Zaman sabitesi biraz daha küçük olan regülatör ile yapılan gerilim kontrolü	10
7.1- Döner uyarma aracı amplidinin yapısı ve karakteristiği	11
7.2- Otomatik kontrol sisteminin prensibi	14
7.3- Transdüktörlü gerilim regülatörlerinin çalışması	15
7.4- Regülasyon sisteminin stabilitesi	25
7.5- Gerilim regülatörü ile uç gerilimi kontrol edilen generatörün enterkonnekte sistem ile paralel çalışması	25
8-Operasyonel kuvvetlendiricili (DC uyarma generatörünün) uyarmasını kontrol eden voltaj regülatörü	28
9- Blok diyagramı ve transfer fonksiyonu	31
10-Tristörün tetikleme devresine etki ederek ana ikaz değiştirilmek sureti ile otomatik voltaj regülatörü	31

Ö Z E T

SUMMARY

Bugün enerji ihtiyacının hızla artması elektrik santrallerinin ünite güçlüklerinin büyütülmesine zorunlu kılmıştır ve buna bağımlı olarak problemlerin çözümü de büyük önem kazanmıştır. Gerçekten enterkonnekte sistemlerde paralel çalışan büyük ünitelerin, güvenilir gerilim regülatörleri ile techiz edilmeleri lüzumlu olmuştur.

Bilgimizin olması açısından klasik, transdüktör ve amplidinli ve tristörlerle yapılan gerilim regülatörleri anlatılmıştır.

SUMMARY

Due to today's rapid increase of the energy consumption, the power rise of the units at electrical power plants are provided and the solution of the related problems gained a great importance. In fact, it is necessary to furnish the units with reliable voltage regulators in order to provide the parallel operation of the units with network system.

It is explained that classic voltage regulators system amplidyn and transduktors voltage regulators and tristors voltage regulators for knowledge.



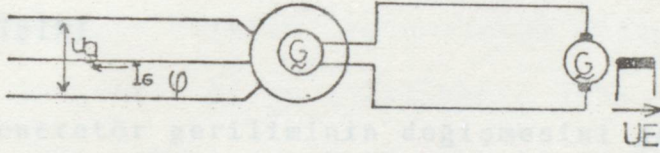
Şekil 1-Senkron jeneratör voltaj regülasyonu sistemi prensip şeması

2- GÜÇ VE AKIM ARASINDAKİ BAĞINTI

Şekil 1 de senkron jeneratör parçalarının, bobin devresi ve diğer devrelerin bir arada çalıştığı bir sistem olarak gösterilmiştir. Bu sistemde, jeneratörün çıkardığı güç, bobin devresine aktarılır ve burada voltaj regülasyonu yapılır. Bu regülasyonun sağlanması için, jeneratörün çıkardığı güç, bobin devresine aktarılır ve burada voltaj regülasyonu yapılır. Bu regülasyonun sağlanması için, jeneratörün çıkardığı güç, bobin devresine aktarılır ve burada voltaj regülasyonu yapılır.

1- SENKRON GENERATÖR VE UYARMASI

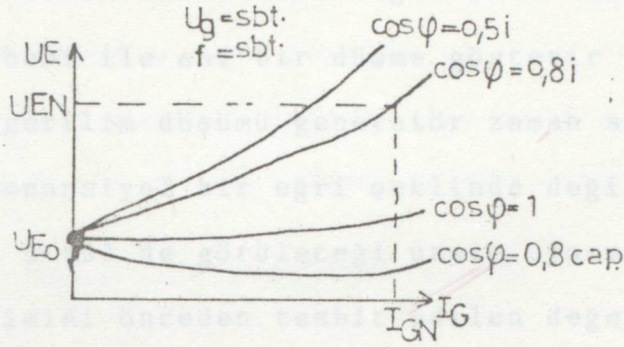
Büyük güçlü senkron generatörlerin uyarma akımı genellikle döner uyarma sistemleri ile temin edilmektedir. Şekil 1 de generatör ve uyarma sistemi en genel anlamı ile gösterilmiştir. Generatör şebeke sisteminde önceden tesbit edilen değerlerde tutulması gereken en önemli büyüklük (U_g) generör gerilimidir. Böyle bir sistemde rol oynayan diğer büyüklükler; generatör akım (I_g), faz açısı (ϕ), dönen sistemin devir sayısı (n) ve generatör ve ikaz generatörü sargılarının ısınma derecesidir.



Şekil 1-Senkron generatör ve uyarma sistemi prensip şeması

2- UYARMA GERİLİMİ İLE YÜK AKIMI ARASINDAKİ BAĞINTI

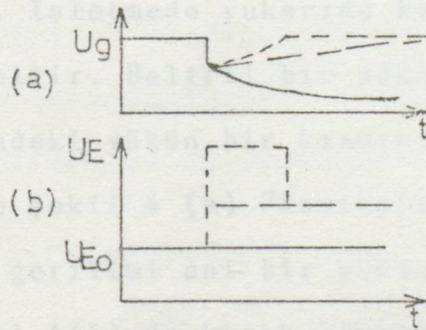
Şekil 2 de sabit generatör geriliminde, sabit devir ve sabit frekansta ve muhtelif güç faktörlerinde uyarma gerilimi (U_E) ile generatör akımı (I_g) arasındaki bağıntı gösterilmiştir. Diyagramdan görüleceği gibi indüktif yüklerde uyarma gerilimi (U_{E0}) ile (U_{en}) arasında değişmektedir. Ancak generatör akımı olduğu takdirde ki, bu durum generatörün yük-süz çalışan uzun enerji iletim hatlarına bağlı olması halinde meydana gelir, uyarma gerilimi (U_{e0}) minimum uyarma geriliminin altına düşmektedir.



Şekil 2- Generatör akımı ile uyarma gerilimi arasındaki bağıntı

3- GENERATÖRÜN ANİ OLARAK YÜKSELMESİ VE ÜZERİNDEKİ YÜKÜN ANİ OLARAK ATILMASI HALİNDE GENERATÖR VE UYARMA GERİLİMİNİN DEĞİŞİMİ

Generatör geriliminin değişmesini gerektiren durumları ve regülatörün bu haller karşısındaki davranışı incelemek faydalı olacaktır.



Şekil 3- Boşta çalışan bir generatörün aniden indüktif olarak yüklenmesi

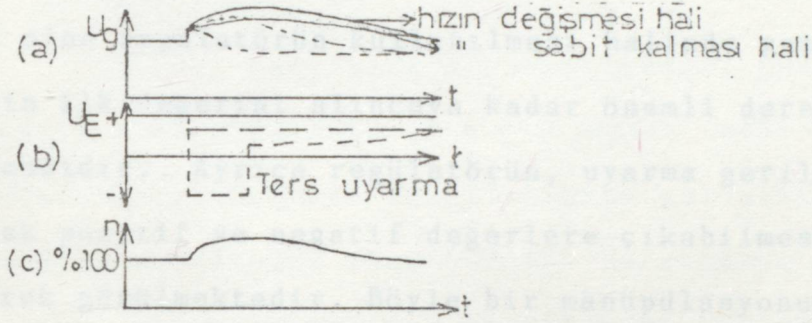
Şekil 3(a) da boşta çalışan bir generatörün ani olarak indüktif bir yükle yüklenmesi halinde generatörün gerilimini ve buna bağlı olarak uyarma geriliminin değişimi gösterilmiştir.

Generatör zaman sabitesine bağlı olan eksponansiyel bir reaktans sebebi ile ani bir düşme gösterir ve kısa bir süre içinde bu gerilim düşümü generatör zaman sabitesine bağlı olarak eksponansiyel bir eğri şeklinde değişir. (Kesiksiz eğri) Şekil 3 (b) de görüleceği üzere uyarma gerilimi generatör gerilimini önceden tesbit edilen değere çıkartmak için ani bir artış gösterir. (Şekil 3(b) de kesikli çizgi)

Buna bağlı olarak generatör gerilim de şekil 3(a) da görüleceği üzere muayyen bir zaman süresi içinde tekrar ilk değerini alır. Ancak uyarma gerilimi şekil 3(b) de görüldüğü gibi "noktalı kesik çizgi" ye uygun olarak değiştirildiği takdirde generatör gerilimide şekil 3 (a) da görüleceği gibi "noktalı kesik çizgi"ye uygun olarak değişir. Böylece yük darbelerinde generatör uç geriliminin daha kısa bir süre içinde eski halini alması sağlanır. Uyarma geriliminin kısa süre içindeki bu değişiminin "aşırı uyarma" hali olarak tanımlamak mümkündür. İşletmede yukarıda belirtilen operasyonun tersi de yapılabilir. Belirli bir yükte çalışmakta olan bir grubun üzerindeki yükün bir kısmının veya tamamının kaldırılması halinde şekil 4 (a) "kesiksiz çizgi"de görüleceği gibi generatör gerilimi ani bir yükselme gösterir. Uyarma geriliminin şekil 4(b) de kesik çizgiyle görüldüğü tarzda azalan yönde değiştirilmesi halinde generatör uç gerilimi şekil 4(a) da kesik çizgi ile görülen tarzda değişir. Uyarma gerilimi noktalı kesik çizgi ile görüldüğü tarzda ani olarak ve kısa bir süre içinde çok fazla düşürüldüğü takdirde generatör gerilimi noktalı kesik çizgi ile gösterildiği tarzda çok daha

kısa bir süre içinde eski halini alır. Burada dikkate değer önemli bir husus uyarma geriliminin yön değiştirerek kısa bir süre için negatif değere ulaşmasıdır. Bu durumu "ters uyarma" hali olarak tanımlamak mümkündür.

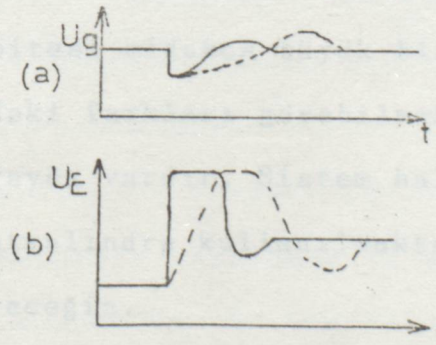
4-EN GENEL GENERATÖRÜN GERİLİM AYARI



Şekil 4- Yüklü çalışan bir generatörün üzerindeki yükü atması halindeki meydana gelen olaylar

Yukarıdaki şekilde bir generatörün en genel haliyle gerilim ayar sistemi çıkarılmıştır. Generatör çıkış gerilimi kontrol edilmeye çalışıldığına göre kontrol sistemi her halikarda ana uyarma generatörünün ikazı ile alakalıdır. Burada önemli olan uyarma sistemi zaman sabitesinin generatör zaman sabitesinde küçük olmasıdır.

5- FARKLI KAREKTERİSTİKLİ REGÜLATÖRLER İLE YAPILAN GERİLİM KONTROLU



Şekil 5- Farklı karakteristikli regülatörler yardımı ile yapılan generatör geriliminin ayarı

Şekil 5 de ayrı özellikteki regülatörlerle ayarlanan generatör gerilimlerinin zamana göre değişimleri gösterilmiştir. Kesiksiz çizgi ile gösterilen değişim eğrisinde regülatör zaman sabitesi çok küçük olduğundan generatör gerilimi çok kısa bir zamanda ilk değerini alır.

Burada dikkati çeken önemli bir olayda zaman sabitesi büyük olan regülatörün kullanılması halinde generatör geriliminin ilk değerini alıncaya kadar önemli derecede salınım yapmasıdır. Ayrıca regülatörün, uyarma gerilimini ani olarak pozitif ve negatif değerlere çıkabilmesinin önemi açık olarak görülmektedir. Böyle bir manüplasyonun kontaklı klasik regülatörlerle yapılması oldukça güçtür. Gerçekten ünite gücüne bağlı olan uyarma akımının büyük değerlere ulaşması ve uyarma geriliminin büyüklük ve yön itibarı ile çok kısa bir süre içinde büyük değişimler göstermesi nedeniyle kontaklı regülatör sistemi elverişli bulunmamaktadır.

6- ZAMAN SABİTESİ BÜYÜK OLAN GERİLİM REGÜLATÖRÜ İLE GERİLİM AYARININ YAPILMASI

Bu sistem yeni kurulacak ünitelerde artık kullanılmamaktadır. Çünkü bu sistem kontaklı, reostalı, servomotorlu yani zaman sabitesi oldukça büyük bir sistemdir, fakat sistemler arasındaki farkları görebilmek için bu sistemde incelenmesinde fayda vardır. Sistem halen Çukurova, Seyhan hidroelektrik santralında kullanılmaktadır. Şimdi bu ayar sistemini inceleyeceğiz.

6/1- İKAZ SİSTEMİ VE İKAZ REOSTASIYLA ANA İKAZIN TEMİNİ

Şekil 6 dan görüldüğü gibi generatör ana uyarmasını sağlayan ana ikaz generatörü uyarması, pilot ikazdan çıkış gerilimi kontrolü olarak ikaz reostası ile kontrollü olarak sağlanmaktadır.

a)- ANA İKAZ

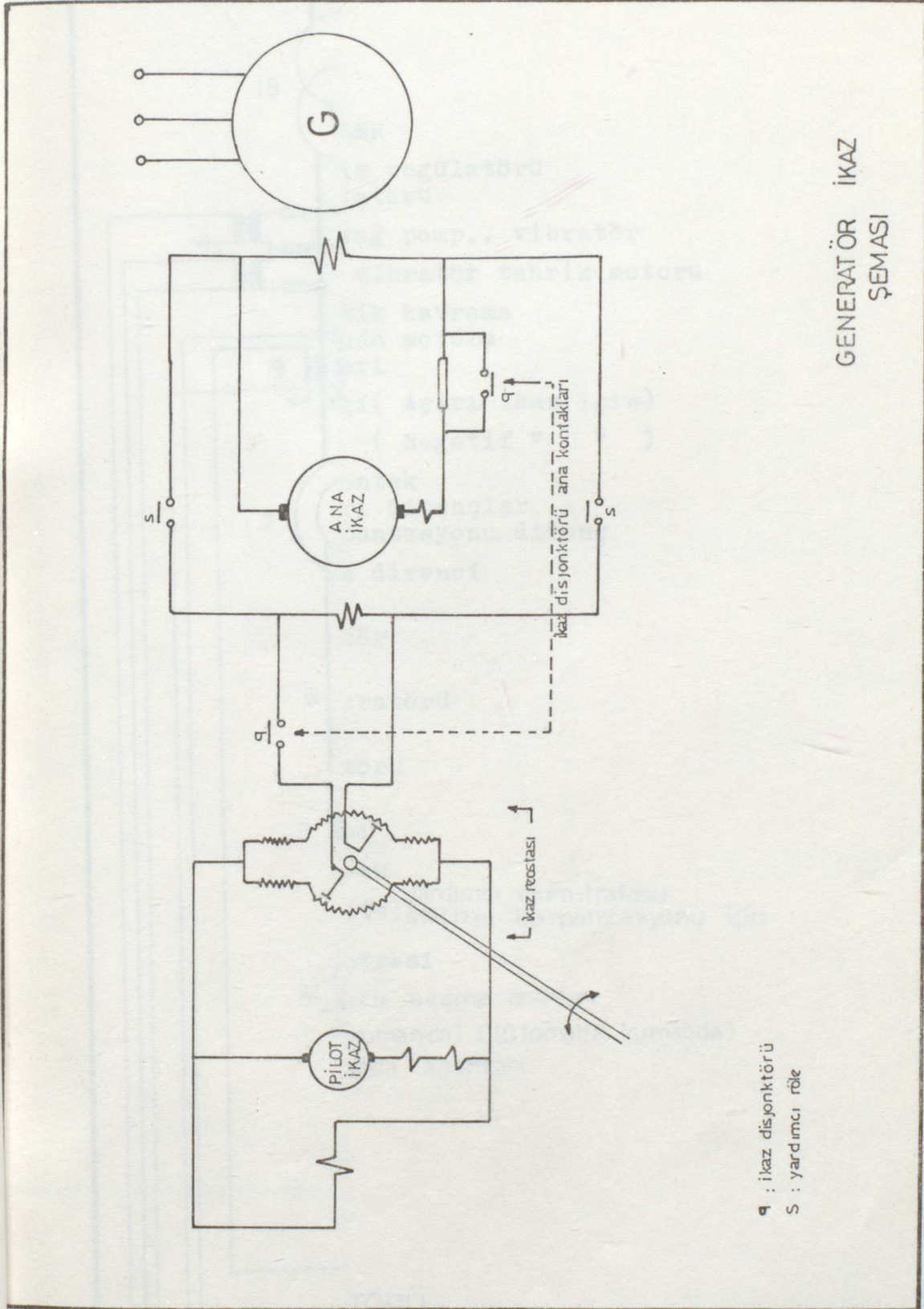
Normal çalışmada serbest ikazlı, ikaz kalkması anında şekil 7 de görüldüğü gibi şönt ikazlı olarak çalışan bir DC generatördür. Serbest ikazlı olarak çalışırken pilot ikaz generatörün tarafından ikaz edilir. Hareketini generatör milinden alır, generatörün ikaz sargılarını besler.

b)- PİLOT İKAZ

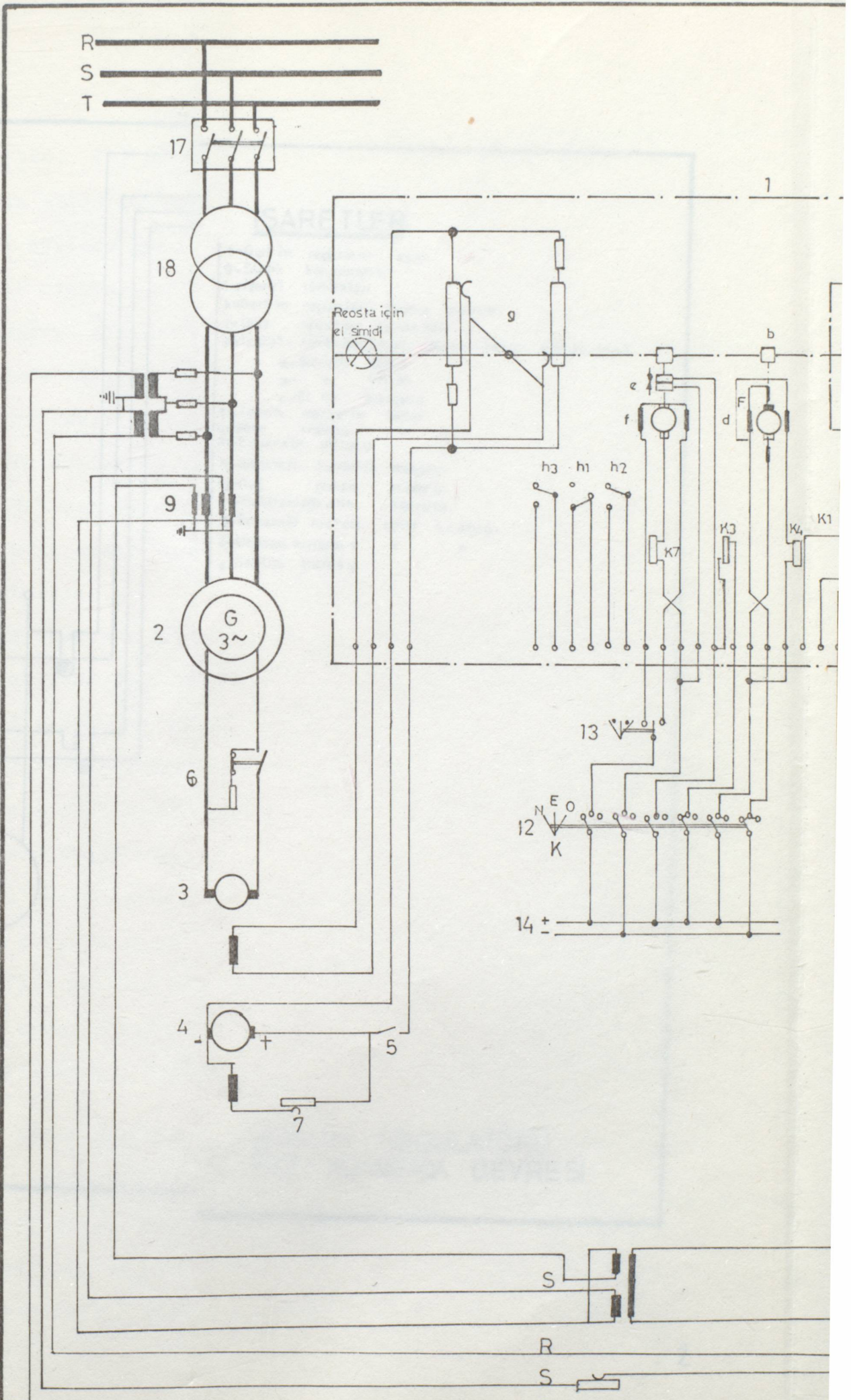
Ana ikaz makinasının miline bağlı DC gerilimli kom-pount bir generatördür.

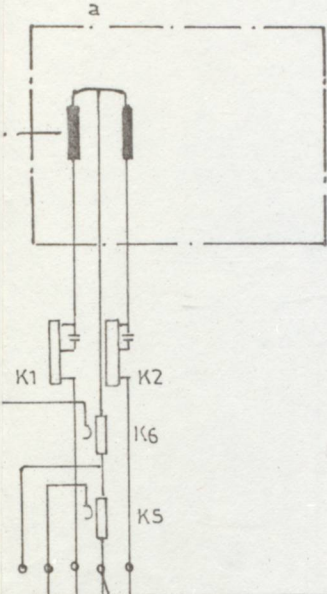
6/2- GERİLİM REGÜLATÖRÜNÜN ÇALIŞMASI

Şekil 8 de görüldüğü gibi hidrolik bir sistem olan "HUGENUK CİHAZI" ile çalışan bir reostayla gerilim ayarı yapan bu regülatörde düşük ikaz, negatif ikaz ve titreşimli olarak ikaz kaldırma temin edilebilir. Regülatör ayarında sürtünme tesirlerini ortadan kaldırabilmek için şekil 7 de görüleceği üzere vibratör konmuştur. Seçme anahtarı "N" konumunda iken şekil 7 (f) uzaktan kumanda motoru (e) kavraması ve (d) motoru devre dışıdır, bu durumda (g) reostasını el simidi ile döndürerek generatörü ikazlamak ve generatörü doğrudan elle kumanda etmek mümkündür. Bu takdirde elle ayar yapan kişiye (İ) anahtarı ile(şek:8) gerilim yükselt veya düşür komutu ve-



şekil 6

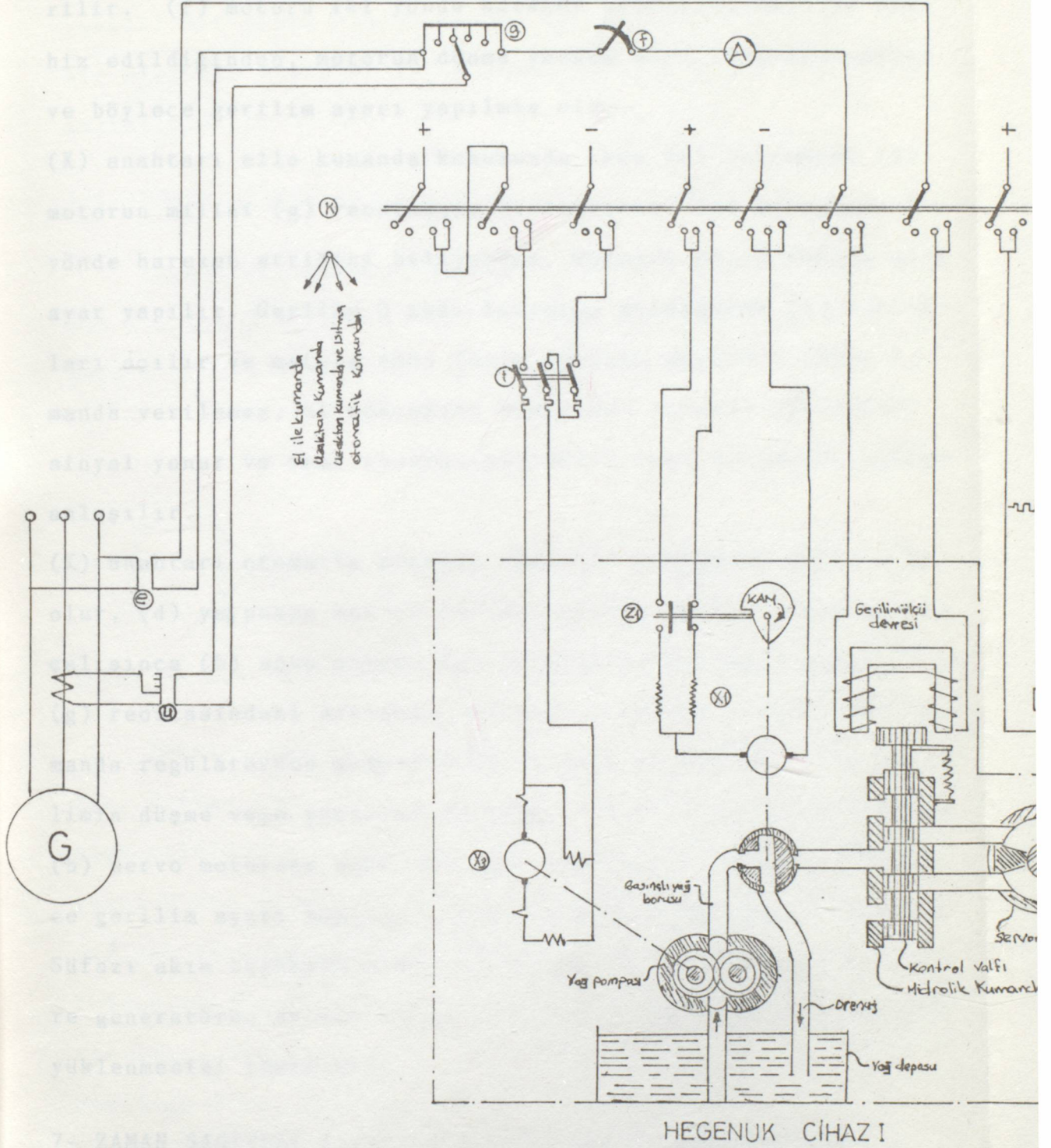




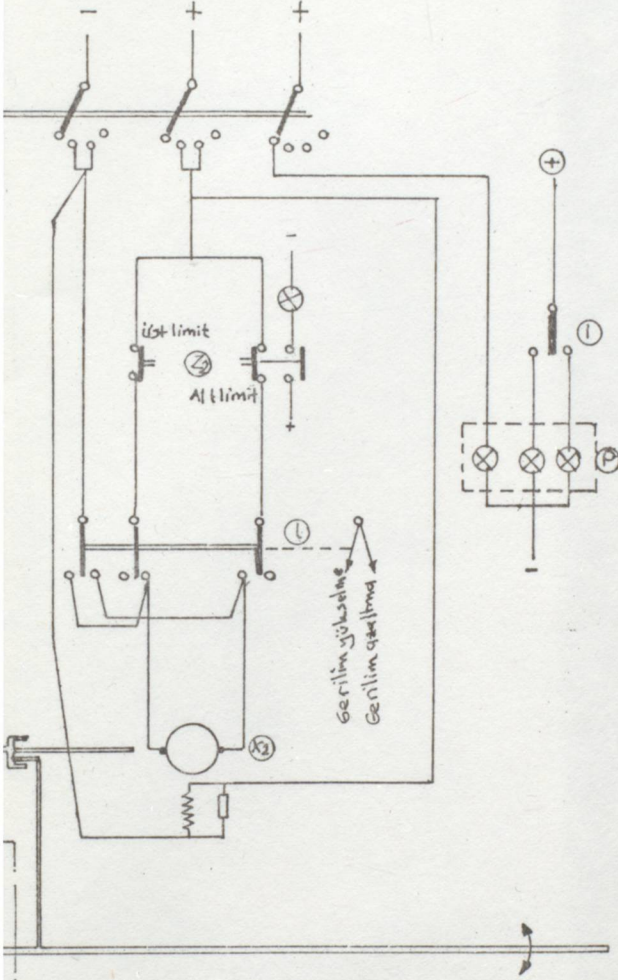
İŞARETLER

- 1 KC tipi gerilim regülatörü
- a Kumanda regülatörü
- b Servomotor, yağ pomp., vibratör
- d Yağ pomp. ve vibratör tahrik motoru
- e Elektromagnetik kavrama
- f Uzaktan kumanda motoru
- g Ayar dirençleri
- h1 Limit kontağı (Aşırı ikaz için)
- h2 " " (Negatif " ")
- h3 Yardımcı kontak
- K1, K2, K3, K4 Seri dirençler
- K5 Statizm kompanzasyonu direnç
- K6 Kompanzasyon direnci
- K7 Seri direnç
- I1, I2 Kondansatör
- 2 Genrator
- 3 Ana ikaz generatörü
- 4 Pilot ikaz
- 5 İkaz disjonktörü
- 6 " "
- 7 " Reostası
- 8 Gerilim trafosu
- 9 Akım trafosu (9a) yardımcı akım trafosu
- I0 Reosta
- II Ayar ampermetresi
- I2 Gerilim regülatörü seçme anahtarı
- N(Nötr) E(Elle kumanda) O(Otomatik kumanda)
- 13 Uzaktan kumanda anahtarı
- 14-D.C Gerilim

KC TİPİ GERİLİM REGÜLATÖRÜ
BAĞLANTI ŞEMASI



şekil 8



İŞARETLER

- f=Gerilim regülatör ayarı
 g=Statik kompensatör
 i=İşaret lambaları
 k=Gerilim regülatörü sızma anahtarı
 l=İkaz reostası kumandası
 p=İşaret lambaları (ışıklı olarak haber gönderme)
 a-Gerilim düşük
 b- " yüksek
 c-El ile ayarlama
 †=Termik manyetik şalter
 u=Akım trafosu
 X1=Enversör motoru
 X2=Uzaktan kumanda motoru
 X3=Yağ pompa motoru
 Y=Elektromanyetik kavrama
 Z1=Enversör motoru limit kontağı
 Z2=Uzaktan kumanda " " "
 e=Gerilim trafosu

GERİLİM REGÜLATÖRÜ
VE İKAZ KUMANDA DEVRESİ

rilir. (f) motoru iki yönde hareket edebilir, şekilde teçhiz edildiğinden, motorun dönme yönüne göre reostanın ayarı ve böylece gerilim ayarı yapılmış olur.

(K) anahtarı elle kumanda konumunda iken (e) kavraması (f) motorun milini (g) reostasını birleştirir. (f) motorunun iki yönde hareket ettiğini biliyorduk, motorun dönüş yönüne göre ayar yapılır. Gerilim 0 ikaz konumuna geldiğinde (h) kontaktları açılır ve motora daha fazla gerilim düşürücü yönde kumanda verilemez, hl kontağını üzerinden kumanda odasındaki sinyal yanar ve ikaz reostasının sıfır ikaz durumunda olduğu anlaşılır.

(K) anahtarı otomatik konumda iken (e) kavraması devre dışı olur, (d) yağ pompa motoru devreye girer. Yağ'da pompa motoru çalışınca (b) servo motoru (g) reostasına titreşim yaptırır ve (g) reostasındaki sürtünme kuvvetini etkisiz tutar. (a) kumanda regülatörüne generatörün üç fazı gelmektedir. Bu gerilimin düşme veya yükselme durumunda meydana gelen hareketler (b) servo motoruna etki eder (g) reostasını döndürür, böylece gerilim ayarı sağlanır. (S)toplayıcı akım trafosu ile R-Süfazi akım büyüklüklerini k5 direncini tatbik eder, bu devre generatörün şebeke durumlarına göre uygun şekilde reaktif yüklenmesini temin eder.

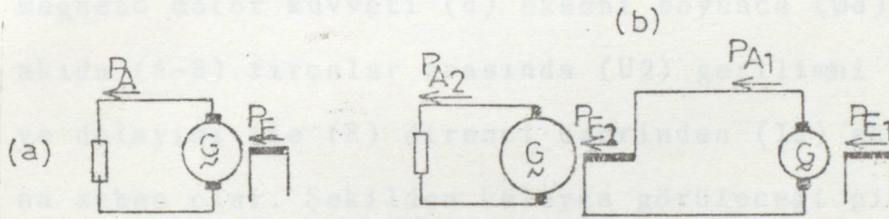
7- ZAMAN SABİTESİ BİRAZ DAHA KÜÇÜK GERİLİM REGÜLATÖRÜ

Şimdi bu ayrı tip gerilim regülatörü ile yapılan gerilim kontrolü ve sistemin diğerleri ile farklarını araştıralım. Döner uyarma aracı olarak amplidin ve regülatör olarak kontak elemanlarına ihtiyaç göstermeyen transdüktörlü regülatör sis-

temi, büyük generatör gruplarının geriliminin ayarlanmasında güvenilir bir cihaz olarak başarı ile kullanılmaktadır. Böyle bir sistemin prensibi ve çalışma şekli aşağıda izah edilmeye çalışılmıştır.

7/1- DÖNER UYARMA ARACI AMPLİDİN

Normal DC generatörlerinde uyarma akımı, nominal akımın % 1 ile % 10 u arasında değiştirilmek sureti ile çıkış gücü % 10 ile % 100 oranında ayarlanabilir.



Şekil 9- Tek kademeli ve çift kademeli uyarma sistemleri

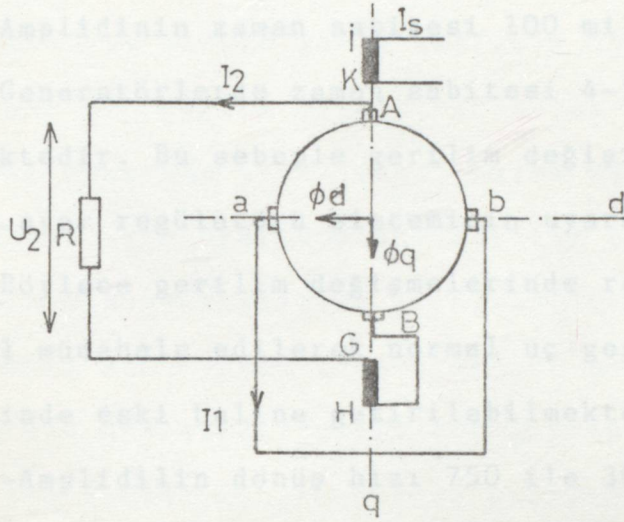
Şekil 9 (a) da tek kademeli uyarma sistemi gösterilmiştir. Uyarma gücü (PE), çıkış gücü (PA) ve kazanç (VI) ile gösterildiği takdirde $VI=PA/PE$ olarak ifade edilir. Eğer şekil 9 (b) de görüldüğü üzere uyarma ikikademeli olarak yapılırsa ve birinci makina için uyarma ve çıkış gücü, (PE_1, PA_1) ikinci makina için uyarma ve çıkış güçleri (PE_2, PA_2) ile gösterilirse böyle bir sistemde toplam kazanç (V_t) , $V_2=PA_2/PE_2$ şeklinde ifade edilmek sureti ile $V_t=PA_1/PE_1 \times PA_2/PE_2$ ve olduğundan; $V_t=VA_2/PE_1=V_1 \times V_2$ olarak bulunur. Mesela $V_1=20, V_2=40$ olduğu takdirde $V_t=20 \times 40=800$ gibi yüksek bir kazanç olarak sağlanır. İki makina ile yapılan bu kademeli uyarma sistemi tek makina ile de gerçekleştirmek mümkündür. Gerçekten şekil 10 da görüldüğü gibi bir DC generatörü iki takım fır-

ça ile techiz edilmek ve bir takım fırça kısa devre olarak bağlanmak sureti ile kademeli bir uyarma sistemi teşkil etmek mümkündür. Böyle bir cihaza "amplidin" adı verilmiştir. Amplidilin çalışma tarzını şöylece özetlemek mümkündür.:

(i-k) uyarma sargısından geçirilen (I_s) uyarma akımı (q) enine eksen boyunca (ϕ_q) akışı meydana getirir. Bu akı (a-b) fırçaları arasında ve (d) boyuna eksenini boyunca bir gerilim indükler. Fırçalar arası kısa devre edilmiş olduğundan bu devreden bir (I_1) akımı akar. Bu akımın meydana getirdiği magneto motor kuvveti (d) eksenini boyunca (ϕ_d) doğurur. Bu akıda (A-B) fırçalar arasında (U_2) gerilimini meydana getirir. ve dolayısı ile (R) direnci üzerinden (I_2) akımının akmasına sebep olur. Şekilden kolayca görüleceği gibi (G-H) uyarma sargı alanı (i-k) sargı alanına zıt yönde bulunduğundan bir nevi kompensasyon ödevi yapar ve (i-k) uyarma alanını önemli derecede zayıflatır. Sonuç olarak burada iki kademeli bir uyarma alanı elde edilmiştir. I. kademe ; (i-k) uyarma devresi ile kısa devre edilmiş (a-b) devresi, II. kademe ; (a-b) devresi ile (A-B) yük veya çıkış devresi. Böyle bir sistemi şekil 11 de $u_2=f(I_s)$ karakteristiği göstermiştir. Görüldüğü gibi (I_s) uyarma akımı yönü değiştiği takdirde (U_2) uç gerilimi yönünde değişmektedir.

Bu özellik alternatif akım generatörlerinde gerilim uyarlaması bakımından çok önemlidir. Amplidinin diğer önemli özelliklerini şöylece özetlemek mümkündür.

-Amplidin kazanç oranının çok yüksek olması sebebi ile uyarma alanı için küçük kapasiteli pilot ikaz generatörü ve-



şekil 10—Amplidin'in şematik diyagramı

I_s = uyarma akımı

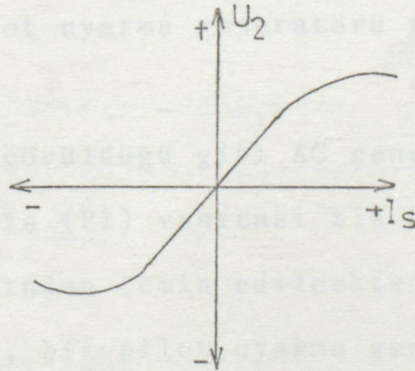
I_1 = K-D edilen fırçalar üzerinden akan akım

I_2 = Çıkış akımı

U_2 = " gerilimi

ϕ_d = Bayuna eksen doğrultusundaki akı

ϕ_q = Enine " " "



şekil 11—Amplidin $U_2 = f(I_s)$ eğrisi

ya kuru retresör sistemi ile küçük kapasiteli ve trasdüktörlü (kontaksız) gerilim ayar regülatörlerinin büyük kapasiteli gruplarda kullanılması imkan dahiline girmektedir.

-Amplidinin zaman sabitesi 100 mili saniye kadardır.

-Generatörlerde zaman sabitesi 4-10 saniye arasında değişmektedir. Bu sebeple gerilim değişimlerinde amplidin gerilim ayar regülatörü sisteminin uyarma ayar hızı çok yüksektir. Böylece gerilim değişmelerinde regülatör sistemi ile derhal müdahale edilerek normal uç gerilimi çok kısa bir süre içinde eski haline getirilebilmektedir.

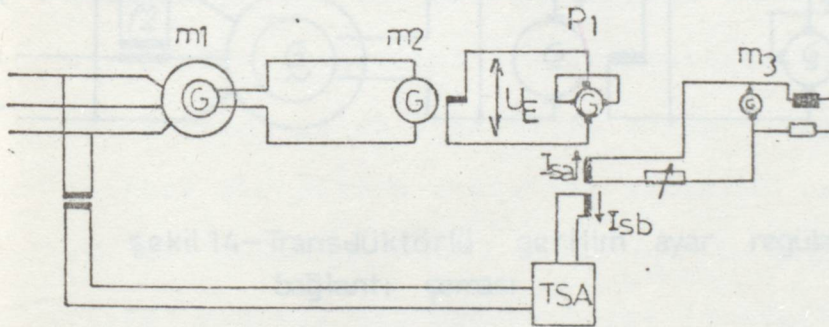
-Amplidilin dönüş hızı 750 ile 3000 d/dak arasında olabilmektedir. Bu sebeple yüksek hızlı gruplarda amplidin generatör miline doğrudan doğruya akuple edilebilir. Düşük hızla çalışan hidrolik türbin generatör gruplarında ise ya amplidin ayrı bir endikasyon veya DC motoru ile tahrik edilir, veya bir dişli tertibatı ile generatör miline bağlanır.

7/2- OTOMATİK KONTROL SİSTEMİNİN PRENSİBİ

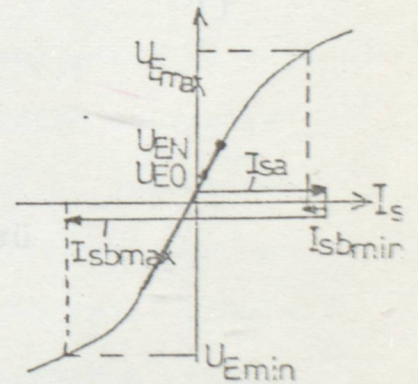
Uyarma sisteminin esas elemanları ana uyarma generatörü, amplidin pilot uyarma generatörü gerilim regülatöründen ibarettir.

Şekil 12 de görüldüğü gibi AC generatörü rotor akımı uyarma alanı amplidin (P1) vasıtası ile beslenen (m2) uyarma generatörü tarafından temin edilmektedir. Amplidin uyarma sargıdan birisine, bir pilot uyarma generatörü (m3) veya bir akümülatör veya redrasör bataryası yardımı ile pozitif ve maksimum bir gerilim tatbik eder. Bu gerilimin uyarma sargı-

sından geçireceği akım (I_{sa}) işareti ile gösterilmiştir. Diğer uyarma sargısındanda transdüktörlü regülatör yardımı ile ve (I_{sa}) akımının ters yönünde (I_{sb}) akımı geçirir. (I_{sb}) akımı minimum olduğu zaman amplidin uyarma akımı pozitif ve maksimum bir değere erişir, dolayısı ile generatör uç gerilimi (U_g) maksimum olur. (I_{sb}) akımı maksimum akımı aldığı zaman amplidinin uyarma alanı negatif bir değere erişir ve dolayısıyla generatör uç gerilimi (U_g) minimum değeri alır. Gerçekden ana uyarma generatörünün uyarma sargıları amplidinin yük devresini teşkil ettiğinden amplidin uç gerilimi ile ana uyarma generatörü uç gerilimi aynı tarzda değişir. Böylece uyarma generatörü uç gerilimi AC generatörünün boştaki ve yükteki uç gerilimi değişmeyecek tarzda (U_{EO}) ile (U_{EN}) arasında değişir.



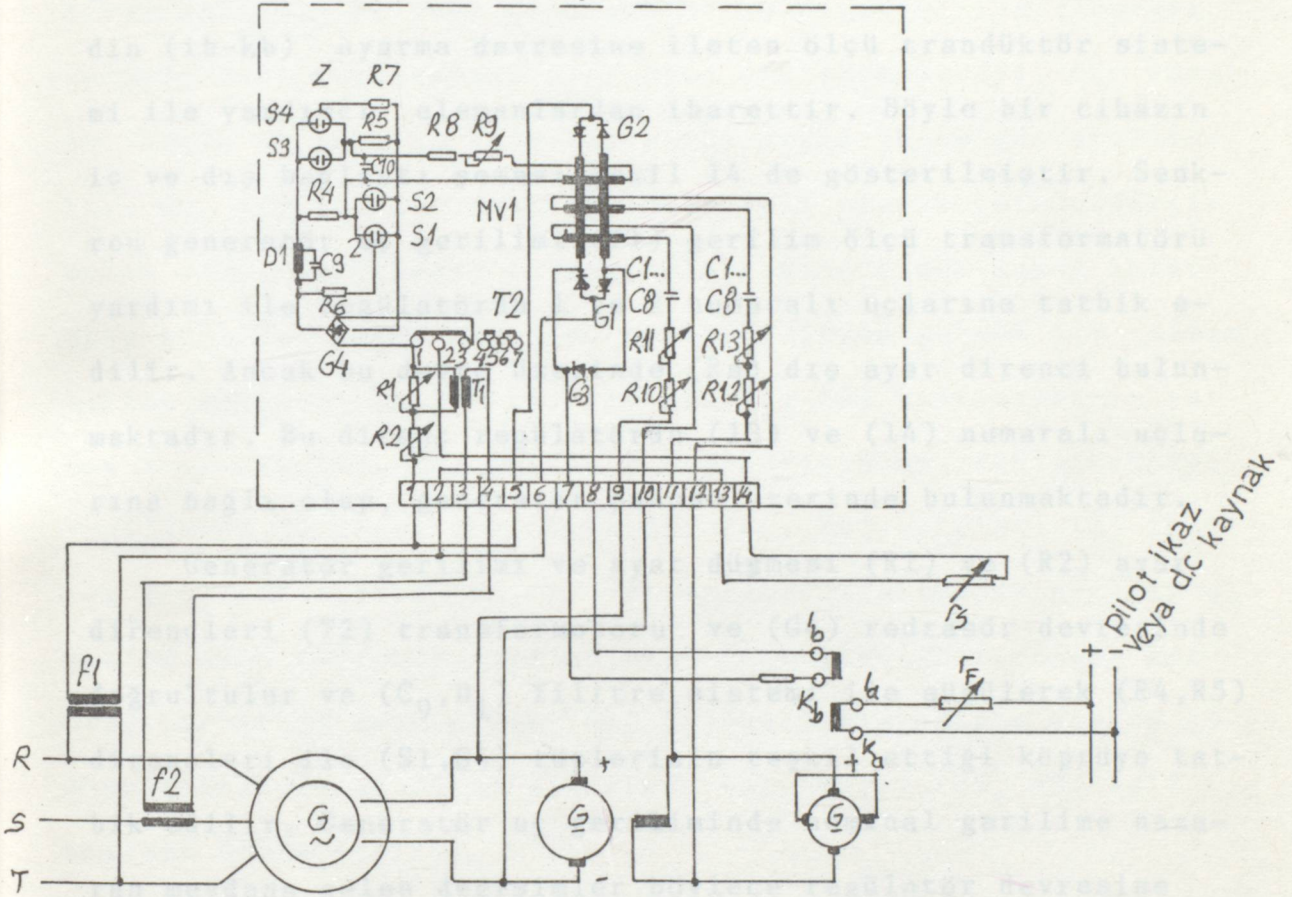
Şekil 12- Amplidin+trandüktörlü voltaj regülatörü prensip şeması



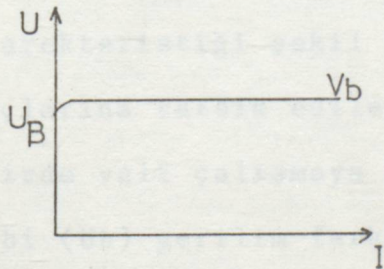
Şekil 13- Amplidin karakteristik eğrisi

7/3- TRANSDÜKTÖRLÜ GERİLİM REGÜLATÖRÜNÜN ÇALIŞMA PRENSİBİ

Transdüktörlü gerilim ayar regülatörü, döner parçası veya kontak sistemi bulunmadığından son derece sade ve gü-



şekil14-Transdüktörlü gerilim ayar regülatörü bağlantı şeması



şekil15-Elektron valfı $U=f(I)$ karakteristiği

venilir bir cihazdır. Bu sebeple özel bir bakıma da ihtiyaç göstermez. Cihaz generatör uç gerilimi değişmelerini amplitudin (ib-kb) uyarma devresine ileten ölçü transdüktör sistemi ile yardımcı elemanlardan ibarettir. Böyle bir cihazın iç ve dış bağlantı şeması şekil 14 de gösterilmiştir. Senkron generatör uç gerilimi (fl) gerilim ölçü transformatörü yardımı ile regülatörün 1 ve 2 numaralı uçlarına tatbik edilir. Ancak bu devre üzerinde (Rs) dış ayar direnci bulunmaktadır. Bu direnç regülatörün (13) ve (14) numaralı uçlarına bağlı olup, generatör panosu üzerinde bulunmaktadır.

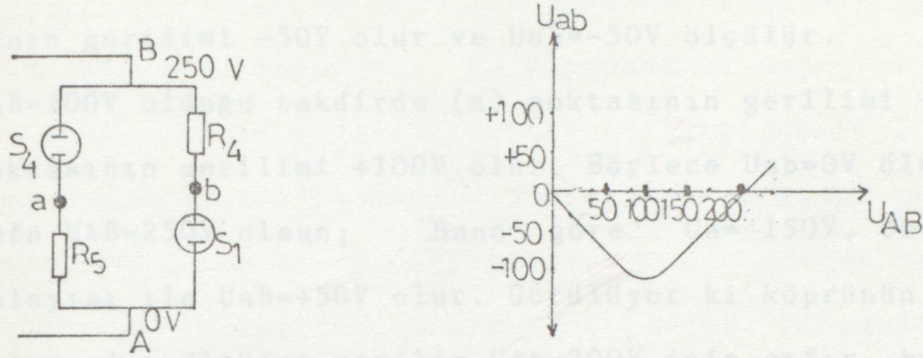
Generatör gerilimi ve ayar düşmesi (R1) ve (R2) ayar dirençleri (T2) transformatoru ve (G4) redrasör devresinde doğrultulur ve (C₉, D₁) filitre sistemi ile süzülerek (R4, R5) dirençleri ile (S1, S4) tüplerinin teşkil ettiği köprüye tatbik edilir. Generatör uç geriliminde nominal gerilime nazaran meydana gelen değişimler böylece regülatör devresine intikal ettirilmiştir olur. İki elektron valfı (2 adetde yedek valf mevcuttur) (G4) redrasöründe doğrultulmuş olan gerilim muayyen bir değere kadar (örneğin 100 volt) ateşlemediğinden tıkaç vazifesi görür. Bu tip valfların akım-gerilim karakteristiği şekil 15 de gösterilmiştir.

Köprü uçlarına tatbik edilen gerilim (U_b) gerilimini geçtiği takdirde valf çalışmaya başlar, ancak; şekil 15 de görüceği gibi (U_b) gerilim farkı daima mevcut olup, akım şiddetine bağlı değildir. Bu sebeple sıcaklık değişimlerinden etkilenmemektedir. Generatör gerilimi doğrultularak tatbik edildiğinden bu sistem frekans değişimlerinden veya başka

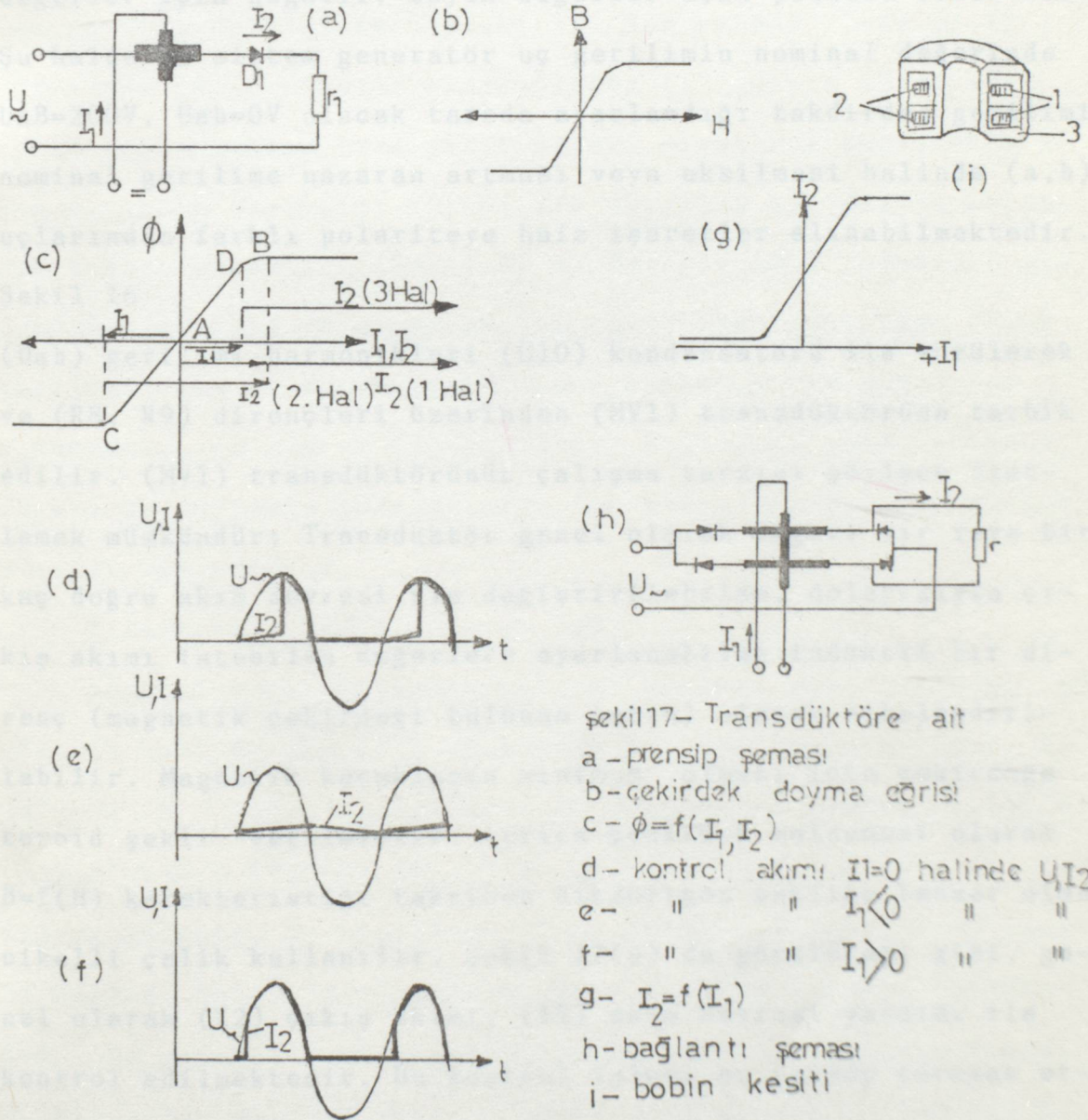
bir deyişle, generatörün devir adedi değişmelerinden de müstakildir. Bilhassa hidro elektrik santrallerinde yükün ani olarak kalkması halinde generatörün ambalman hızına ulaşması halinde dahi regülatörün ayar hızı değişmemektedir. Söz konusu köprü ve gerilim karakteristiği şekil 16 da gösterilmiştir. Bu tip valflar soğuk katodlu valf olarak isimlendirilmekte olup, ısıtılmaya ihtiyaç olmadığından her zaman işletmeye hazırdır. Aynı sebepten dolayı emisyon sebebi ile valfın eskime ihtimali de yoktur. Ayrıca (S1, S4) valflarına ve yardımcı olarak (S2, S3) valfları bağlandığından regülatörün güvenilirlik derecesi çok büyüktür. (S1, S4) valfları (Z) iğnitron elektrotları ve (R6, R7) dirençleri ile teçhiz edilmiş olduklarından (S2, S3) valflarından önce ateşlenir. Ancak herhangi bir arıza sebebi ile (S1, S4) valf sisteminin vazife görmemesi halinde iğnitron elektrodu bulunmayan (S2, S3) valf sistemi devreye girer.

Şekil 16 gözönünde tutularak sistemin çalışmasını şöylece özetlemek mümkündür: Doğrultulmuş ve süzölmüş olan generatör uç gerilimli (A-B) uçlarına tatbik edilir. $U_{AB}=50V$ olduğu nazarı itibare alınsın, bu durumda devre kapalıdır. Çünkü $U_{AB}=100V$ 'dan sonra ancak ateşleme başlamaktadır. Ohalde (a) noktasının gerilimi sıfır, (b) noktasının gerilimi $+50 V$ olduğundan $U_{ab}=50V$ dur. $U_{AB}=100V$ olduğu takdirde $U_{ab}=100V$ olur. Zira (S1, S4) valfları ancak geriliminden $100V$ 'dan büyük olması halinde ateşlenir.

$U_{AB}=150V$ olduğu takdirde, (S1, S4) valfları ateşlenir ve bir akım akar. Ancak şekil 15 de görüleceği gibi (U_b) ateşleme ge-



şekil16 - Valf köprüsü ve gerilim karakteristiği



şekil17- Transdüktöre ait
 a - prensip şeması
 b - çekirdek doyuma eğrisi
 c - $\phi = f(I_1, I_2)$
 d - kontrol akımı $I_2 = 0$ halinde $U_1 I_2 = f(t)$
 e - " " $I_1 < 0$ " "
 f - " " $I_1 > 0$ " "
 g - $I_2 = f(I_1)$
 h - bağlantı şeması
 i - bobin kesiti

rilimi sabit kalır. (Burada $U_b=100V$ 'dur.) Böylece (b) noktasının gerilimi $-50V$ olur ve $U_{ab}=-50V$ ölçülür.

$U_{AB}=200V$ olduğu takdirde (a) noktasının gerilimi $-100V$, (b) noktasının gerilimi $+100V$ olur. Böylece $U_{ab}=0V$ ölçülür. Bu defa $U_{AB}=250V$ olsun; Buna göre $U_a=-150V$, $U_b=+100V$, ve dolayısı ile $U_{ab}=+50V$ olur. Görülüyor ki köprünün (a,b) noktalarından ölçülen gerilim $U_{ab}=200V$ için sıfır, bundan küçük değerler için negatif, büyük değerler için pozitif olmaktadır. Şu halde bu sistem generatör uç gerilimin nominal değerinde $U_{AB}=200V$, $U_{ab}=0V$ olacak tarzda ayarlandığı takdirde, gerilimin nominal gerilime nazaran artması veya eksilmesi halinde (a,b) uçlarından farklı polariteye haiz işaretler alınabilmektedir.

Şekil 16

(U_{ab}) gerilimi harmonikleri (C10) kondansatörü ile süzülerek ve (R8, R9) dirençleri üzerinden (MV1) transdüktörüne tatbik edilir. (MV1) transdüktörünün çalışma tarzını şöylece özetlemek mümkündür: Transdüktör genel olarak diğeri bir veya birkaç doğru akım devresi ile değiştirilebilen, dolayısıyla çıkış akımı istenilen değerlere ayarlanabilen indüktif bir direnç (magnetik çekirdeği bulunan bobin) olarak nitelendirilebilir. Magnetik kaçakların minimum olması için çekirdeğe toroid şekli verilmiştir. Ayrıca çekirdek malzemesi olarak $B=f(H)$ karakteristiği takriben dikdörtgen şekline benzer olan nikelli çelik kullanılır. Şekil 17(a) da görüleceği gibi, genel olarak (I_2) çıkış akımı, (I_1) akım devresi yardımı ile kontrol edilmektedir. Bu kontrol işlemi şu tarzda cereyan etmektedir.

Birinci hal: Kontrol akımı $I_1=0$

Şekil 17. de $\phi=f(I_1, I_2)$ eğrisinden görüleceği üzere $I_1=0$ için $\phi=0$ olmaktadır. Bu durumda transdüktör uçlarına ($U \sim$) alternatif gerilimi tatbik edildiğinde (ϕ), (A) başlangıç noktasından itibaren pozitif yönde artar ve bir müddet sonra doyma sebebi ile takriben değişmeyen bir seyir takip eder ve gerilim absorpsiyonu durur. Gerçekten doyma halinde $\frac{d\phi}{dt} = 0$ olduğundan; transdüktör uçları tatbik edilen gerilim dalgasının birinci 1/4 periyodunda $\phi=f(I_1, I_2)$ eğrisinde (B) noktasına eriştiğinden (I_2) çıkış akımı takriben başlangıçtan beri sıfır değeri civarında değişmekte iken doymanın başladığı ikinci 1/4 periyotda ani olarak maksimum değere yükselir. (Şekil 17 d) Devrede (D_1) redresörü bulunduğundan (I_2) akımı ancak bir yönde akabildiğinden ($U \sim$) gerilimin ikinci yarım periyodunda çekirdek de manyetize olmaktadır, ve tekrar (A) başlangıç noktasına gelinmektedir. İkinci ve müteakip periyotlarda da, aynen birinci periyoddaki olaylar tekrarlanır.

İkinci hal: $I_1 < 0$ olması hali

Negatif kontrol akımının tatbiki halinde şekil 17(c)de görüleceği gibi $\phi=f(I_1, I_2)$ eğrisinde (C) noktasına gelinir. Bu durumda ($U \sim$) geriliminin pozitif dalgasının tatbiki halinde (I_1) akımının meydana getirdiği akı kompanse edilerek (B) noktasına gelinir. Bu olaylarda ($U \sim$) gerilim dalgası $I_1=0$ haline nazaran bobin tarafından tamamen absorbe edilmiş olmaktadır. Bu sebeple (r_1) yük direncinin uçlarına minimum miktarda bir kalan gerilim tesir etmekte, dolayısı ile (I_2) yük akı-

mı şekil 17 (e) de görüldüğü gibi sıfır civarında bir değişim göstermektedir.

Üçüncü hal : $I_1 > 0$ olması hali

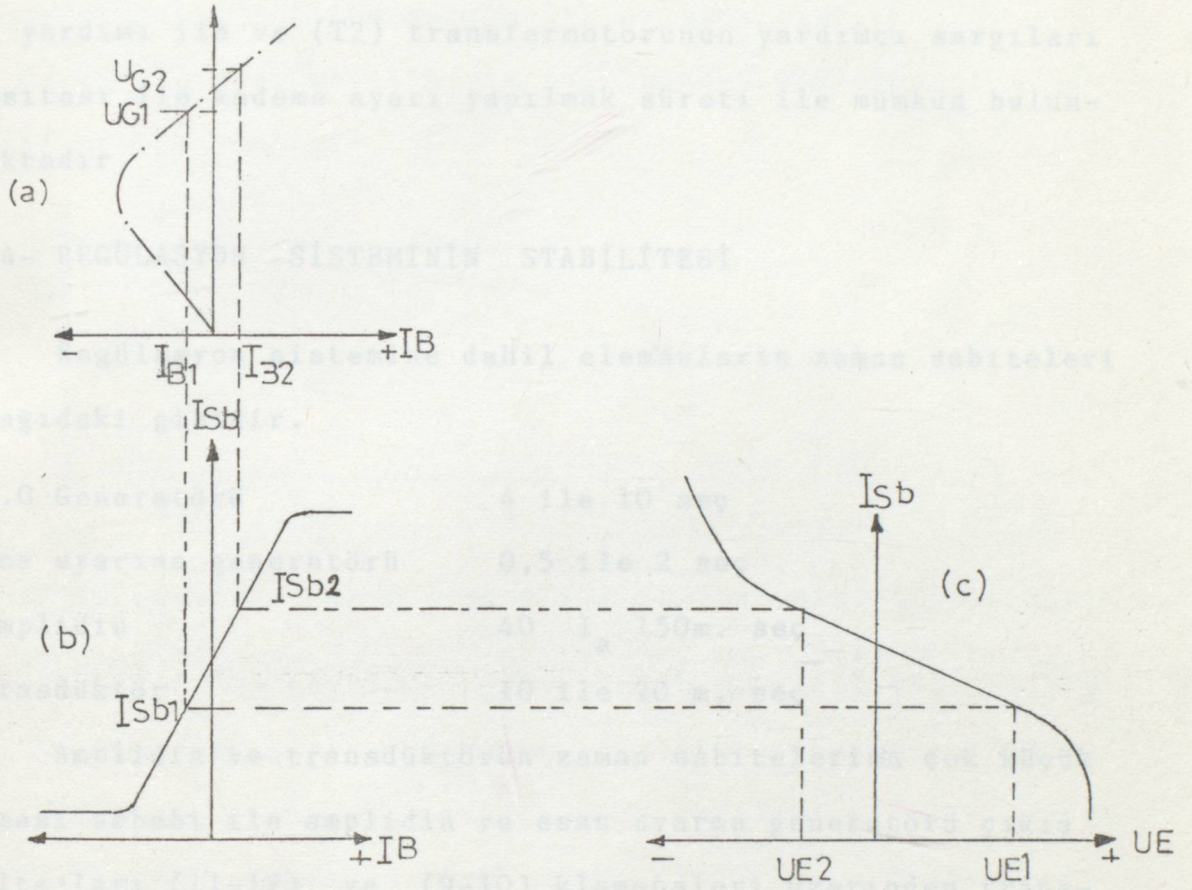
Pozitif yönlü (I1 kontrol akımının tatbiki halinde $\emptyset=f(I1, I2)$ eğrisinde (D) çalışma noktasına (U_{\sim}) geriliminin pozitif dalgasının tatbiki ile (B) çalışma noktasına gelinir. Görüleceği üzere (U_{\sim}) gerilim dalgasının az bir kısmı bobin tarafından absorbe edilmekte, kalan daha büyük kısmı (r_1) yük direnci uçlarına tesir etmektedir. Bu sebeple (I2) yük akımı şekil 17 (f) de görüldüğü gibi sinüsoid eğrisine yakın bir değişim göstermektedir. Birinci halde ($I_1=0$) olduğundan (U_{\sim}) gerilimin önemli bir kısmı bobin mıknatıslanma akımını meydana getirmek üzere bobin tarafından absorbe edildiği, bu sebeple (r_1) yük direncinden geçen (I2) yük akımının, bobin uçlarına tesir eden kalan (U_{\sim}) gerilimine bağlı olarak kesik bir sinüzoid şeklinde değiştiği geniş olarak izah edilmiştir. Şekil: 17(d) de (I2) yük akımının (I1) kontrol akımına nazaran değişimi şekil 17(g) de gösterilmiştir. Negatif (I1) değerleri için (I2) yük akımının küçük pozitif değerleri için büyük değerlere eriştiği $I_2=f(I_1)$ grafiginde açıkça görülmektedir. Şekil 17(a) daki devreden (U_{\sim}) geriliminin bir yarım dalgası geçmektedir. Ancak, şekil 17(h) de görüldüğü tarzda bir devre teşkil edildiği yük akımı ise; (r_1) direncinden her an aynı yönden akmaktadır, bunun temini için birbirine zıt yönde çalışan iki reaktör bobini kullanmakta ve (I1) kontrol akımı beher bobine aynı zıt yönde etki göstermektedir. Böylece tam güçle çalışabilen transdüktör elde edilmektedir. Şekil 17 (i) de transdüktör bobinin kesiti gösterilmiştir.

Bobin çekirdeği 1, güç sargıları 2 ve kontrol sargısı 3 ile işaretlenmiştir. Kontrol sargısının her iki çekirdeği müştereken, güç sargılarının beher çekirdeği ayrı ayrı çevrelediği görülmektedir. Transdüktör regülatörün (5-6) uçlarına bağlanan (f1) ölçü transformatoru yardımı ile beslenir. Şekil 14 Transdüktör çıkışı regülatörün (7-8) uçlarından amplidin (Ib-kb) uyarma sargısına bağlanmıştır. (G3) redresörü amplidin uyarma sargısının indisyon yolu ile transdüktörü etkilemesini önlemek üzere kullanılmıştır.

Gerilim regülasyonu aşağıda izah edildiği tarzda cereyan etmektedir: Yüklü olarak ve (U_{g1}) uç gerilimi ile çalışan generatörün (şekil 18a) yükün ani olarak kalkması ile (U_{g2}) değerine yükselttiğinin kabul edildiğini varsayalım. Bu durumda (S1 S4) valflarının teşkil ettiği köprünün çıkış akımı ki; bu transdüktör kontrol akımı olarak etki göstermektedir. (Ib1) değerlerinden (Ib2) değerlerine yükselir.

Transdüktör çıkış akımı (Isb1) (Isb2) değerlerini alır. Dolayısı ile amplidin uyarma gerilimi azalacağından esas uyarma generatörü uç gerilimi azalarak ilk değerini alır.

Yükün ani olarak artması ile generatör uç gerilimin düşmesi halinde olay yukarıda izah edilen durumun tersine cereyan etmektedir. Valf köprüsünden geçen akım negatif değere ulaşır, dolayısı ile transdüktörün amplidin uyarma devresinden geçireceği akım azalacağından çıkış gerilimi artar. Buna bağlı olarak esas uyarma generatörü ikaz akımı ve çıkış gerilimi artmak sureti ile generatör uyarma akımının artmasına ve dolayısı ile generatör uç gerilimin yükselmesine sebep olur. Şekil 14 de görülen (r_s) ayar direnci vasıtası ile generatör



şekil18-Generatör geriliminin değişimine bağlı olarak

- a) S1, S4 valf köprüsü b) Transdüktör c) Amplidin gerilim ve akım karakteristiği

gerilimin \pm % 10 civarında değiştirilmesi mümkündür. Ayrıca generatör geriliminin bağlı olduğu şebeke gerilim kademesine uygun olarak değiştirilmesi regülatör içindeki (R2) direnç yardımı ile ve (T2) transformatorunun yardımcı sargıları vasıtası ile kademe ayarı yapılmak süreti ile mümkün bulunmaktadır.

7/4- REGÜLASYON SİSTEMİNİN STABİLİTESİ

Regülasyon sistemine dahil elemanların zaman sabiteleri aşağıdaki gibidir.

-A.C Generatörü	4 ile 10 seę
-Ana uyarına generatörü	0,5 ile 2 seę
-Amplidin	40 l _a 150m. seę
-Trasdüktör	10 ile 20 m. seę

Amplidin ve transdüktörün zaman sabitelerinin çok küçük olması sebebi ile amplidin ve esas uyarına generatörü çıkış voltajları (11-12) ve (9-10) klamensleri üzerinden transdüktöre tatbik edilmek süreti ile geri besleme yapılır. Aynı devre üzerinde (R10...R12) değişken dirençleri ile (C1...C8) kondansatörleri bulunur. Böyle bir geri besleme ile zaman sabiteleri çok farklı olan sistemler arasında meydana gelebilecek osilasyonlar önlenmiş olur. Ayrıca (Rg) ayarlı direnç ile regülatörün duyarlılığı uygun seviyede azaltılabilir.

Şekil 18(b)

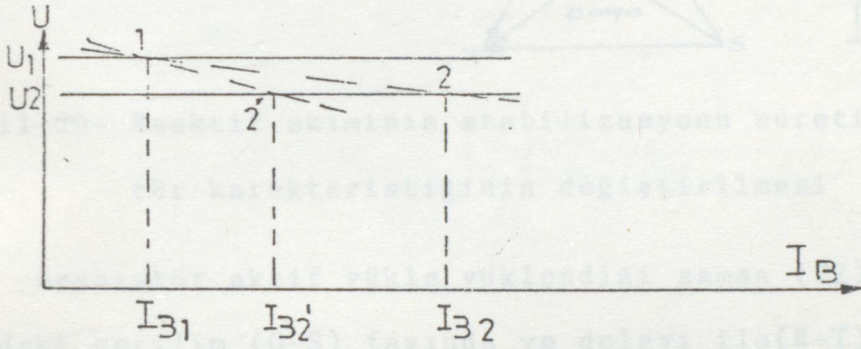
7/5- GRUBUN ENTERKONNEKTE SİSTEM İLE PARALEL ÇALIŞMASI

Generatörün enterkonnekte şebeke ile paralel çalışması halinde şebeke ile grubun güçleri arasındaki büyük fark dolayısı

ile generatörün gerilim regülasyonunun sistem gerilimine tesiri çok cüz'i olur.

Sistem gerilimin düşmesi halinde regülatör bunu sabit tutmak üzere uyarmayı arttırmaya yönelik hareket eder.

Bu durumda sistem geriliminin tashibinden çok generatör reaktif olarak yüklenir.



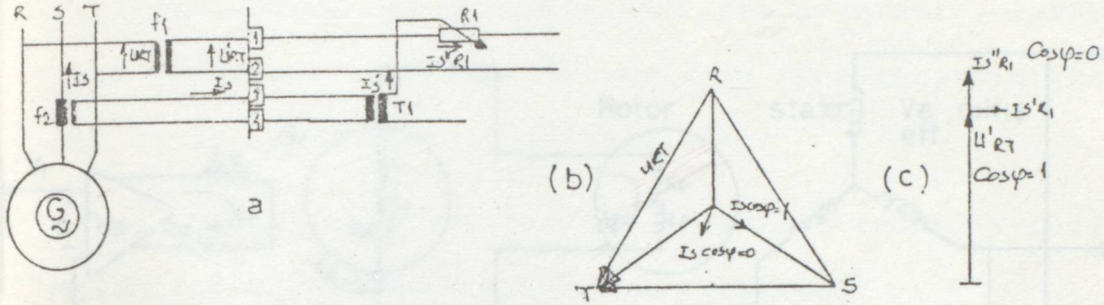
Şekil 19- Enterkonnekte sistem ile grubun paralel çalışması

Şekil 19'da görüldüğü gibi sistem gerilimi (U_1) regülatör karakteristiği kesikli çizgi ile gösterilen özelliğe haz olduğu takdirde müşterek çalışma gerilimi (1) ile işaret edilen yerde ve reaktif akım değeri (I_{B1}) olur. Sistem gerilimi (U_2) düştüğü takdirde, çalışma noktası (2) ile gösterilen noktaya kayar ve reaktif akım değeri (I_{B2}) ile gösterilen büyük bir değere ulaşır.

Bu mahsuru önlemek için şekil 20 de görüldüğü gibi bir (f2) yardımcı ölçü transformotörü kullanılır.

Şekil 14 regülatör prensip şemasında görüldüğü üzere (f2) yardımcı trofo uçları regülatörün (3-4) no.lu klemenslerini bağlamıştır. (T1) yardımcı ölçü trafosu ve (R1) direnci regülatör içine monte edilmiştir. Şekil 20 de ayrıca faz arası ve faznötür gerilim üçgenide çizilmiştir. Yine aynı şekilde gö-

rüleceği üzere (S) fazına ait faz-nötr gerilimi (R-T) fazları arasındaki faz arası gerilimi üzerine bindirilmektedir.

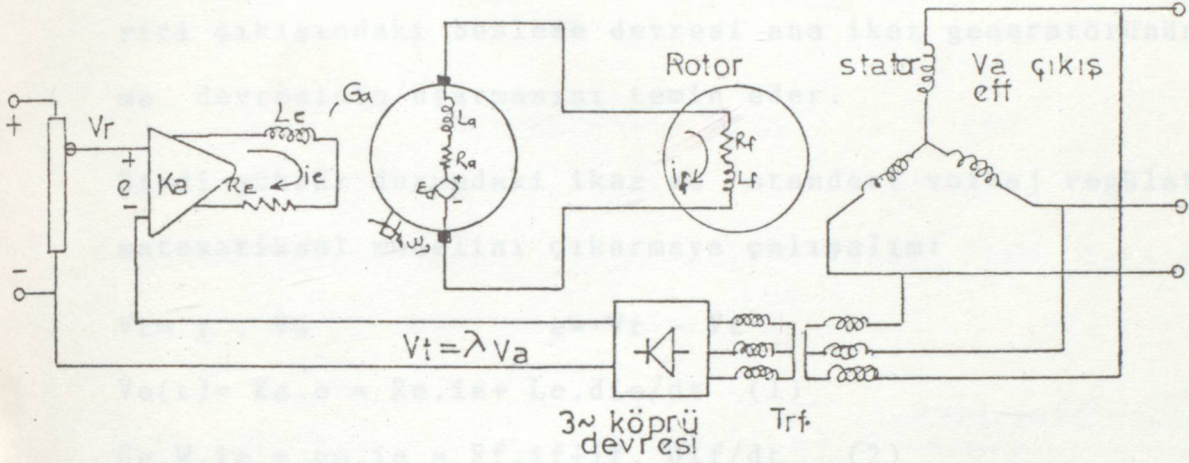


Şekil 20- Reaktif akımının stabilizasyonu sureti ile regülatör karakteristiğinin değiştirilmesi

Generatör aktif yükle yüklendiği zaman (f2) trafo uçlarındaki gerilim (O-S) fazında ve dolayısıyla (R-T) faz arası gerilimine dik olduğundan (f1) trafosuna bağlı devre üzerinde bir tesiri olmaz. Ancak reaktif yükle yüklenme halinde (f2) devresinde (O-S) vektörüne dik bir akım bileşeni bulunur. (Şekil 20b) Bu bileşen (R-T) gerilim vektörü yönünde olduğundan bu akımın geçirildiği (R1) direncinde meydana gelen gerilim düşümü (R-T) gerilimine ilave olur. (Şekil 20 c) Böylece generatörün reaktif olarak yüklenmeye yönelmesi halinde regülatörün (1-2) no.lu klemenslerine tatbik edilen generatör gerilimi zahiren yükselmiş olur, ve dolayısıyla regülatör, generatör gerilimini azaltmaya çalışır ve karakteristiği şekil 19 da görüldüğü üzere noktalı çizgi ile gösterilen şeklini alır. Yeni karakteristik ile (U2) şebeke geriliminin çalışma noktası (2') olur. Bu noktaya tekâbülden reaktif akımda (Ib2) olur, bu suretle generatörün reaktif yük ile yüklenmesini önlemek üzere (R1) ayarlı direnci yardımı ile ve $\cos \phi = 0$ için ve nominal akımda regülatör karakteristiği kesintisiz olarak

% 15 e kadar ayarlamak mümkündür.

8- OPERASYONEL KUVVETLENDİRİCİLİ UYARMA



Şekil 21

Senkron makinaların uyarılmasında otomatik voltaj regülatörlerinin görevleri:

1- Regülatörün güvenilirliği regülasyon olarak adlandırılır. Terminal voltajındaki maksimum değişikliği kontrol edecek bu değişikliğin $\pm 0,5$ ve %1 olmasını sağlar.

2- Açık devreye cevap: Yüksek voltajın statör sargılarında endüklenmesini (bir armatür sargısındaki açılmadan dolayı) regülatörde bir cevap alınabilir.

3-Steady-State işlemi sırasında stabilite iyi dizayn edilmiş bir regülatör bir generatörü $145^{\circ}, 150^{\circ}$ de senkronize kayıpları olmaksızın çalıştırabilir.

4- Transfer cevabı: Sistem hatalı çalıştığı zaman senkronize kayıpları önlemek için hızlı bir şekilde maksimum senkron güce çıkılması için regülatörün ikazı arttırması gerekir.

Şekil 21 den görüldüğü gibi stator çıkış uçlarından alı-

nan çıkış gerilimi trafo ile belirli bir orana çevrildikten sonra diyod ile doğrultulup referans gerilimi ile karşılaştırılıp operasyonel kuvvetlendiriciye uygulanır, kuvvetlendirici çıkışındaki besleme devresi ana ikaz generatörünün uyarma devresinin uyarmasını temin eder.

Şimdi yüksüz durumdaki ikaz ve standart voltaj regülatörünün matematiksel modelini çıkarmaya çalışalım:

$$V_t = \lambda \cdot V_a \quad e = V_r - V_t$$

$$V_e(t) = K_a \cdot e = R_e \cdot i_e + L_e \cdot di_e/dt \quad (1)$$

$$G_e \cdot W \cdot i_e = g_e \cdot i_e = R_f \cdot i_f + l_f \cdot di_f/dt \quad (2)$$

$$V_a = g_g \cdot i_f \text{ (makinanın mıknatıslanma eğrisindeki meyil)}$$

0 başlangıç koşulu ile laplacesini alırsak

$$V_e(S) = K_a \cdot E(S) = (R_e + S L_e) I_e(S) = R_e (1 + S L_e / R_e) \cdot I_e(S)$$

$$g_e I_e(S) \cong V_f(S) = (R_f + s l_f) I_f(S)$$

$$V_a(s) = g_g I_f(s) \quad I_e(s) = \frac{V_f(s)}{g_e} \quad V_e(s) = \frac{R_e (1 + \frac{S l_e}{R_e})}{g_e} \times \frac{V_f(s)}{g_e}$$

$$\frac{V_a(s)}{V_f(s)} = \frac{\frac{g_g}{R_f}}{(1 + \frac{l_f}{R_f} s)} \quad (5) \quad \frac{V_f(s)}{V_e(s)} = \frac{g_e / R_e}{1 + \frac{S l_e}{R_e}} \quad (6)$$

Zaman sabitleri belirlersek:

$$\text{A.C generatör alan zaman sbt: } \frac{l_f}{R_f} = T_f, \text{ ikazın zaman sabiti } T_e = \frac{L_e}{R_e}$$

$$\text{Mıknatıslanma eğrisi kazancı: } \frac{g_g}{R_f} = K_g, \text{ ikaz kazancı } K_e = \frac{g_e}{R_e}$$

işlemsel kuvvetlendirici kazancı: K_a şeklinde farklı transfer fonksiyonlarını verebiliriz.

$$\frac{V_a(S)}{V_f(S)} = \frac{k_g}{(1+T_f S)} \quad (7)$$

$$\frac{V_f(S)}{V_e(S)} = \frac{k_e}{(1+T_e \cdot S)} \quad (8)$$

$$K_a \cdot E(S) = V_e(S)$$

$$V_t(S) = \lambda V_a(t)$$

$$E(S) = V_r(S) - V_t(S) \quad (9)$$

Eğer; referans voltajı $V_r(t)=u(t) \rightarrow V_r(s)= V_r/s$ hata değeri sonlu değer teoremi kullanılarak :

$$\lim_{t \rightarrow \infty} E(t) = \lim_{s \rightarrow 0} E_{s \rightarrow 0}(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \left(\frac{V_r}{s} \right) \frac{(1+T_e S)(1+T_f S) + K_a k_e k_g \lambda}{(1+T_e S)(1+T_f S) + \lambda K_a k_g}$$

veya $e(\infty) = V_r \cdot \frac{1}{1+K_a K_e k_g}$ benzer olarak;

$$V_a(\infty) = \frac{V_r \cdot K_a K_e K_g}{1+\lambda K_a K_e K_g} \quad (11)$$

Yüksek kazançlı amplifikatör dolayısı ile hata küçülür ve daha sağlıklı bir voltaj regülasyonu sağlanır.

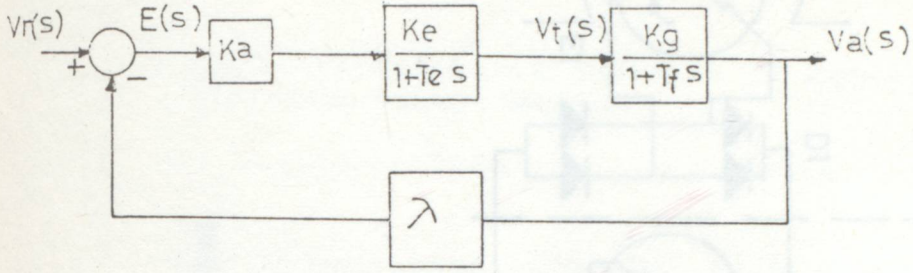
Amplifikatör kazancı dizayna bağlıdır. $K_a=5-10-100-1000$,

$T_e=0,2-0,5$ sn. T_f, T_d ile yer değiştirerek 1-2 sn. değe-

rinde K_e uyarma kazancı 2-3_p u generatör kazancı $K_g=0,4-0,5$

A.C generatörlerin ikazında daha önceleri D.C komitör makineleri pilot ve ana ikaz olarak ana alan sarımına enerji vermek için kullanılıyordu. Ancak D.C makina ve amplidinin zaman sabitesinin çok büyük olması bu uyarma sisteminin dezavantajıdır.

9- BLOK DİYAGRAMI VE TRANSFER FONKSİYONU



$$\frac{V_a(s)}{V_r(s)} = \frac{K_a K_e k_g}{(1 + T_e s)(1 + T_f s)} \left[1 + \frac{\lambda \cdot K_a k_e k_g}{(1 + T_e s)(1 + T_f s)} \right]^{-1} \quad (12)$$

Veya;

$$\frac{V_a(s)}{V_r(s)} = \frac{K_a k_e k_g}{(1 + T_e s)(1 + T_f s) + \lambda K_a k_e k_g}$$

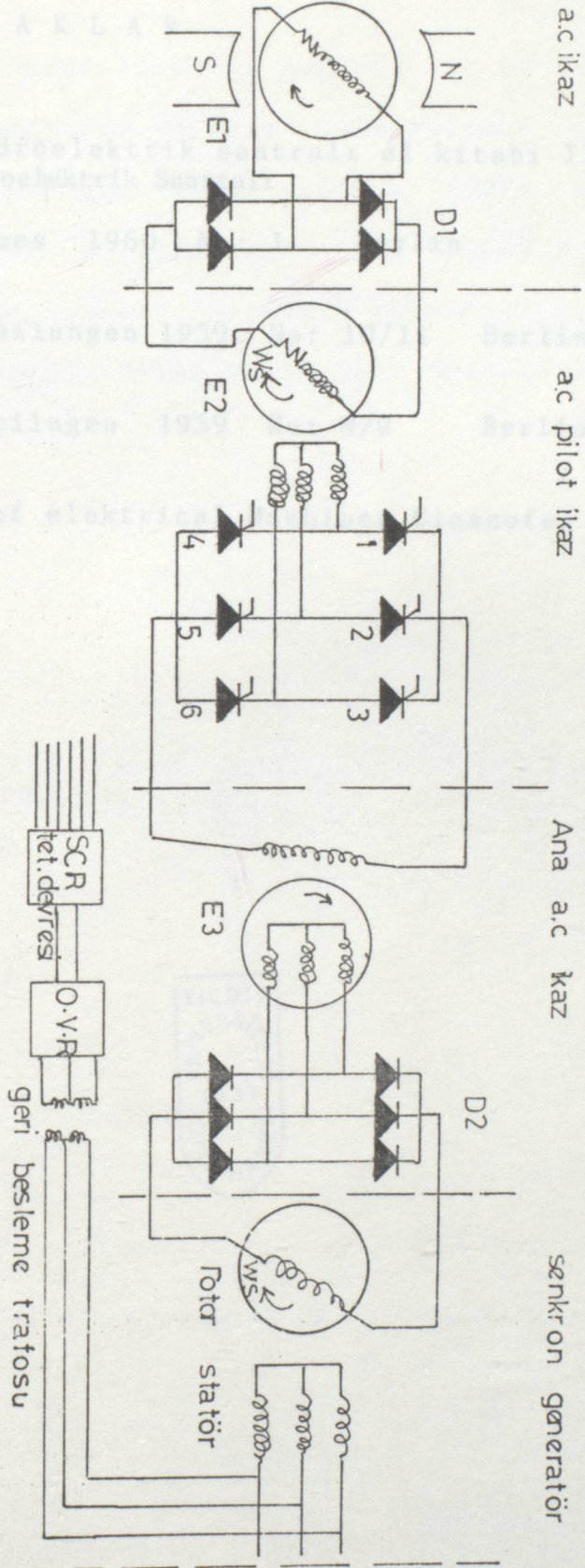
Hata transfer fonksiyonu:

$$\frac{E(s)}{V_r(s)} = \frac{[(1 + T_e s)(1 + T_f s) + \lambda K_a k_e k_g] + \lambda \cdot K_a k_e k_g}{(1 + T_e s)(1 + T_f s) + K_a k_e k_g \lambda} \quad (13)$$

10- TRİSTÖRÜN TETİKLEME DEVRESİNE ETKİ EDEREK UYARMA

700 Mw'a kadar güçlerde D.C ikaz edici yerine hızlı cevap ve yüksek kazanç için SCRS ler kullanılır. Dahası fırça ve komitasyonun dez avantajları elemine edilir ve türbün jeneratör setinin aksıyan uzunluğu kısalmır.

Bugünkü makinalarda dönen A.C uyarıcı ile SCR li alan kontrolü ve statik diyet doğrultuyu içerir. Böyle sistemler yüksek kazançlı olup verimi fazladır. Düşük zaman sabitesi dolayısı ile çok hızlı cevap verme olanağına sahiptir.



şekil 22 - Tristörlerle senkron jeneratörün otomatik voltaj regülatörü

K A Y N A K L A R

- 1- Seyhan hidroelektrik santrali el kitabı II 1976
Seyhan Hidroelektrik Santrali
- 2- AEG progrees 1960 No: 1 Berlin
- 3- AEG Mitteilungen 1959 No: 10/11 Berlin
- 4- AEG Mitteilugen 1959 No: 8/9 Berlin
- 5- Dynamics of elektrical Machines Clasnofes for EE 497 MKS



Ö Z G E Ç M İ Ş

1965 yılında Adana'da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Adana'da tamamladım. Yıldız Üniversitesi Elektrik Mühendisliği bölümünden 1986 yılında mezun oldum. Aynı yıl mezun olduğum üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsüne açılan sınav sonucu Elektrik Mühendisliği Yüksek Lisansına girdim. Halen bu bölümün öğrencisiyim.

