

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Alter, Mikro, ile Senkr,

Yüksek Lisans Tezi

Seydet Yayuz

1987

57

3900

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

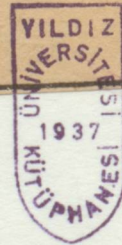
ALTERNATÖRLERİN
MİKROİŞLEMCİ İLE
SENKRONİZASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELK. MÜH. SEVDET YAVUZ

İSTANBUL 1987

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

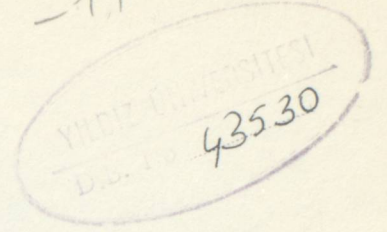
Kot : R 152
Alındığı Yer : Fen Bil. Ens. 57
Tarih : 7.12.1988
Fatura :
Fiatı : 3500 TL.
Ayniyat No : 1/21
Kayıt No : 45742
UDC : 001.54
Ek : 378.242



YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÖNSÖZ

-11-



Tasarımlanan cihazın görevi alternatörlerin gebeke-
ye paralel bağlanmasında çıkabilecek senkronizasyon güçlük-
lerini gidermek, operatör hatalarını-özellikle aynı sebe-
plerinde deneyimli operatörlerin paralelleme sırasında
alternatörleri devre dışı edebilecek manevra hatalarını
önlemektir.

Daha önce yapılmış çalışmalardan elektronik-
kenik ve elektronik olarak çalıştırılarak olarak
mikroişlemci ile çalıştırılarak, istenildiğinde
bazı eklentilerle çalıştırılarak çalıştırılarak
ni, aynı yüklenmiş çalıştırılarak çalıştırılarak
de hatırlanmaktadır.

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELK.MÜH.SEVDET YAVUZ

ÖNSÖZ

ÖZET

Tasarımlanan cihazın görevi alternatörlerin şebekeye paralel bağlanmasında çıkabilecek senkronizasyon güçlüklerini gidermek, operatör hatalarını-özellikle gemi şebekelerinde deneyimsiz operatörlerin paralelleme sırasında alternatörleri devre dışı edebilecek manevra hatalarını önlemektir.

Daha önce yapılan ve kullanılmakta olan elektromekanik ve elektronik analog cihazlardan farklı olarak mikroişlemci denetimli otomatik bir cihaz, istendiğinde bazı eklentiler ve program değişiklikleriyle yük paylaşımı, aşırı yüklenme durumunda yük atma gibi ek işlevler de üstlenebilecektir.

Bu konuda beni yönlendiren Sayın Hocam Doç.Dr. Halit Pastacı'ya teşekkür ederim.

Dokuz Eylül Üniversitesindeki çalışmalarım sırasında yardımını esirgemeyen Sayın Hocam Prof.Dr.Mete Severcan'a da teşekkür etmeyi borç bilirim.

ABSTRACT
ÖZET

Alternatörlerin şebekeye paralel bağlanmasında sağlanması gereken koşulları gözleyen, gerekirse alternatörü döndüren makinanın dönüş hızını değiştirebilen, paralelleme koşulları sağlandığında şebekeye paralel bağlayan bir cihaz tasarımılanmıştır.

Tasarlanan kontrol-ölçüm-kumanda biriminde bir Z80 mikroişlemci kullanılmıştır. Mikroişlemci, şebeke ve alternatörün gerilim ve frekansını ölçer, uygun koşulların sağlanması durumunda alternatör kesicisine kapat komutu verir. Bu amaçla gerçekleştirilen arabağ (interface) devresi bir Z80 PIO, iki kanallı bir analog çoklayıcı, bir örnekle-tut devresi, analog-sayısal dönüştürücü ve iki adet sıfır geçiş sezicisinden oluşur.

Şebeke ve alternatör gerilimlerinin tepe değerleri ölçülerek bellekteki değerlerle karşılaştırılır, uygun olması durumunda frekans ölçme işlemine geçilir. Şebeke frekansı belli sınırlar içinde ise, alternatör frekansı "frekans yükselt" ve "frekans düşür" komutları üretilerek frekans farkı 0,3 Hz'in altına düşürülür. Frekans ayarlama işlemi bitirildikten sonra faz açısı ölçümüne geçilir ve 10 derecenin altında bir faz farkı elde edilince alternatör kesicisine "kapat" komutu verilir.

506

ABSTRACT

Sayfa No

MIKROPROCESSOR CONTROLLED SYNCHRONIZING AID

A system which monitors the necessary conditions for parallel connection of to the electrical power system, changes the speed of the drive machine if necessary and close the circuit breaker of the as soon as the necessary conditions are satisfied, is designed.

The multifunction system designed for "control and measurement" uses the microprocessor Z-80. Microprocessor measures the frequency of the generator and the electrical power system by means of the analog interface and connects the generator to the power system when the conditions are satisfied. The analog interface designed is composed of one Z-80, one PIO, one two-channel analog multiplexer, one sample and hold circuit, one analog-digital converter and two zero-cross detectors.

Peak voltages of the generator and the power system are measured and compared with pre-determined values in the memory, if the result is satisfactory frequencies will be measured. If the power system frequency is in certain limits, by slowing down or speeding up the drive machine the frequency difference is dropped below 0,3 Hz, then, phase angle is measured and the circuit breaker will be closed if the phase difference is below 10°.

1. Giriş	33
2. Kontrol ve Ölçme Sistemi	42
3. Donatılar	43
4.1 Z-80 Mikro İşlemci (CPU)	47
4.2 Analog-Dijital Dönüştürücü	50
4.3 Paralel Giriş/Çıkış Kontrolcü (PIO)	50

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

1. Paralel Bağlamanın Önemi	1
2. Paralel Bağlamada Senkronizasyon Koşulları	3
2.1. Senkronizasyon Koşullarının Sağlanması	3
2.1.1. Gerilimlerin Eşitliğinin Sağlanması	3
2.1.2. Frekansların Eşitliğinin Sağlanması	5
2.1.3. Faz Sırasının Uygunluğu	7
2.1.4. Alternatör ve Şebeke Gerilim Fazörleri Arasındaki Faz Açısının Sıfır Olmasının Sağlanması	9
2.1.4.1. Sıfır Voltmetresi	99
2.1.4.2. Senkronoskop	10
2.1.4.3. Lamba Bağlantıları	12
2.1.4.3.A. Söner Lamba Bağlantısı	12
2.1.4.3.B. Yanar Lamba Bağlantısı	17
2.1.4.3.C. Döner Lamba Bağlantısı	17
3. Alternatörlerin Mikroişlemci Denetimli Bir Cihaz Yardımıyla Senkronizasyonu	23
3.1. Mikroişlemcili Otomatik Senkronizasyon Cihazı	27
3.1.1. Gerilim Ölçümü	27
3.1.2. Frekans Ölçümü	31
3.1.3. Faz Açısı Ölçümü ve Paralel Bağlama	31
3.2. Deneysel Çalışma ve Bulgular	33
3.3. Programın Akış Diyagramı ve İşleyişi	42
4. Tartışma ve Sonuç	43
EKLER	
EK 1. Z80 Merkezi İşlem Birimi (CPU)	47
EK 2. Z80 Komut Tablosu	50
EK 3. Z80 Paralel Giriş/Çıkış Tümdevresi (PIO)	50

1. Paralel Bağlamanın Önemi :

Elektrik şebekelerini besleyen santrallarda değişik zamanlarda değişik yük taleplerini karşılayabilmek için birden çok sayıda alternatör bulundurulur. Bunun gibi, büyük bir enterkonnekte şebekede de birden çok santral bulunur. Bu santrallardaki alternatörleri aşağıda belirtilen nedenlerle paralel bağlamak gerekir.

1.1. Bir santralin yükü yılın her günü aynı olmadığı gibi saatten saate de değişebilir. Örneğin akşamları elektrikli ısıtıcı, televizyon, radyo, fırın gibi cihazların devreye girmesi ve lambaların yanmasıyla en büyük yük artışı görülürken geceyarısından sonra çekilen güç birden azalır. Bunun gibi, mevsimden mevsime ya da günden güne çekilen güçte bir değişiklik görülebilir. Santralin en büyük yükünü karşılayabilecek büyük güçte bir tek alternatör uygun olmadığı gibi bazı durumlarda teknik bazı güçlükler de sözkonusu olabilir. Bunun yerine aynı toplam güce sahip daha küçük güçte birden çok sayıda alternatör bulundurmak yüksek verimli bir enerji üretimi için daha ekonomiktir. Çünkü bilindiği gibi, bir elektrik makinası tam güçte en yüksek verimle çalışır. Dolayısıyla istenen yüke en uygun sayıda alternatör tam yükte en verimli bir şekilde çalıştırılabilir (1), (2).

1.2. Santralda birden birden çok sayıda alternatör bulundurmak işletme güvenliği bakımından da gereklidir. İster kara şebekelerinde ister gemi şebekelerinde yedekleme bakımından birden çok alternatör bulundurulur. Özellikle küçük güçte birer şebeke görünümündeki gemi elektrik donanımında birden çok sayıda (çoğunlukla 3) generatör bulundurmak denizde can ve mal güvenliği konvansiyonuna göre zorunludur. Limandan dışarı çıkmayan ve yolcu taşımayan küçük gemilerde gerekli gücün tek generatörle sağlanmasına izin verilir. Alternatörün birinin bozulması duru-

munda veya periyodik bakımı sırasında diğ̈er alternatöre geçilir. Seyirdeki bir geminin özellikle seyir yardımcı-
larının (jiroskop, otomatik pilot, radar, yön bulucu=
direction finder gibi), telsizin, elektrikli ana makina
yardımcılarının (yağlama yağı pompası, soğutma suyu
pompası, yakıt pompası, hava kompresörü gibi) ve dümen
makinasının kesintisiz beslenmeleri gerekir. Kaynak
(burada alternatör) değıştirirken paralel bağlama yapıla-
rak kesintisiz besleme sağlanır (3).

Şimdiye kadar uygulanagelen paralelleme yöntemleri
başlıca elle, yarı otomatik ve tam otomatik olmak üzere
üçe ayrılır.

Elle paralel bağlamada sıfır voltmetro, lamba
bağlantıları ve senkronoskop gibi görsel cihazlardan
biri veya birkaçı bir arada kullanılır. Bu cihazlar
santralda bir pano üzerinde bir arada bulunur. Operatör,
daha sonra ayrıntılarıyla incelenecek olan, paralelleme
koşullarını senkronizasyon panosu üzerindeki cihazlar
yardımıyla gözler, gerekli düzenleme ve düzeltmeleri
yapar, uygun gördüğü anda alternatörün kesicisini kapa-
tır. Yarı otomatik paralellemede kullanılan Şekil 17'de
bir örneğı görülen cihazlar paralelleme koşullarını göz-
ler ve uygun koşullarda alternatörü şebekeye paralel
bağlar. Tam otomatik sistemlerde cihaz senkronizasyon
koşullarını gözler, gerekirse alternatörü döndüren ma-
kinanın devir sayısını değıştirerek alternatör frekan-
sını şebeke frekansına eşitler, faz açısı sıfır olduğun-
da paralel bağlar (1).

2. Paralel Bağlamada Senkronizasyon Koşulları :

Üç fazlı alternatörlerin şebeke ile paralellenmesinde dikkat edilmesi gereken, paralel bağlama anında şebeke ile alternatör arasında büyük oranlarda akım alışverişi olmamasıdır. Başka bir deyişle akım darbesi ve gerilim salınımı oluşturmamalıdır. Bunu sağlayabilmek aşağıdaki koşulları yerine getirmekle mümkündür :

a) Paralel bağlanacak alternatörle, şebekenin gerilimleri eşit olmalıdır.

b) Paralel bağlanacak alternatörün frekansı şebeke frekansına eşit olmalıdır.

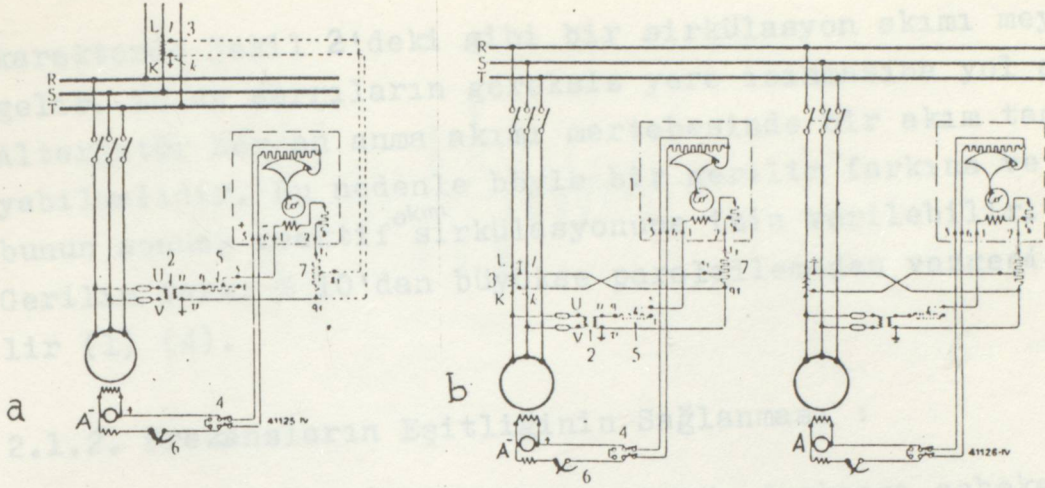
c) Paralel bağlanacak alternatörün döner alan yönü, şebekenin döner alan yönüyle aynı olmalıdır. Başka bir deyişle şebeke ile alternatörün faz sıraları aynı olmalıdır.

d) Alternatör gerilim fazörü ile şebeke gerilim fazörü arasındaki faz açısı sıfır olmalıdır.

2.1. Senkronizasyon Koşullarının Sağlanması :

2.1.1. Gerilimlerin Eşitliğinin Sağlanması :

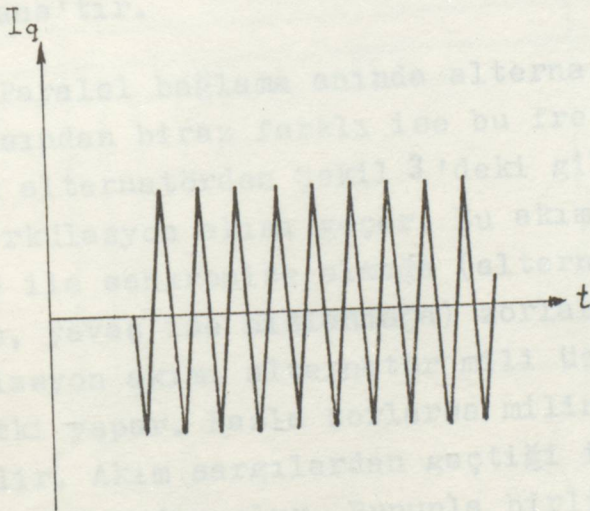
Bugün işletimde olan birçok alternatörde Şekil 1'-deki gibi hem el kumandalı, hem de otomatik regülatörlü uyarma devresi vardır. El kumandası var ise ilkin uyarma reostası ayarlanarak alternatör uçlarına bağlı voltmetre yardımıyla gerilim şebeke gerilimine eşitlenir ve otomatik gerilim regülatörüne geçilir. Eğer elle kumanda yok ise gerilimi dışarıdan etkileyerek değiştirmek mümkün değildir. Kendiliğinden ayarlanır. Bu durumda sadece şebeke ile alternatör gerilimlerinin eşitliği gözlenir. Eşit değilse iki gerilim arasında en çok % 10 luk bir farka izin verilir. Çünkü % 10 gerilim farkında paralelleme gerçekleşirse, alternatörde anma akım mertebesinde reaktif



- 1- Gerilim regülatörü, 2- Gerilim trafosu ($U > 250V$ için),
 3- Akım trafosu ('d' kompundlama için, 'b'de kompanzasyon için),
 4- Komütatör (sola manuel kumanda - sağa otomatik kumanda), 5- Gerilim ayarı için ayarlı direk,
 6- Alan reostası (uyarma reostası), 7- Reosta ('a'da komp. için), A- Uyarma dinamosu

BBC marka sektörlü gerilim regülatörü ve bağlantı şeması

Şekil 1



Gerilimlerin farklı olmasıyla reaktif akımdaki salınım

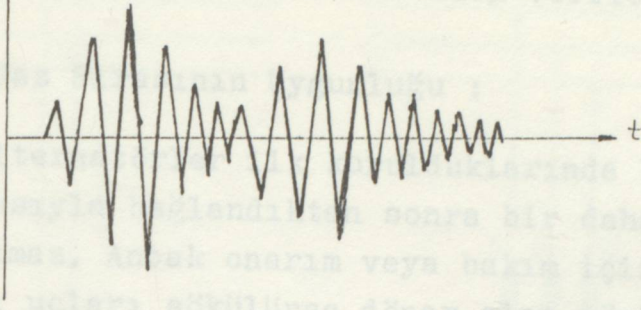
Şekil 2

karakterde Şekil 2'deki gibi bir sirkülasyon akımı meydana gelir. Bu da sargıların gereksiz yere ısınmasına yol açar. Alternatör her an anma akımı mertebesinde bir akım taşıyabilmelidir. Bu nedenle böyle bir gerilim farkına ve bunun sonucu reaktif ^{akım} sirkülasyonuna izin verilebilir. Gerilim farkı % 10'dan büyükse paralellemeyen vazgeçilir (1) (4).

2.1.2. Frekansların Eşitliğinin Sağlanması :

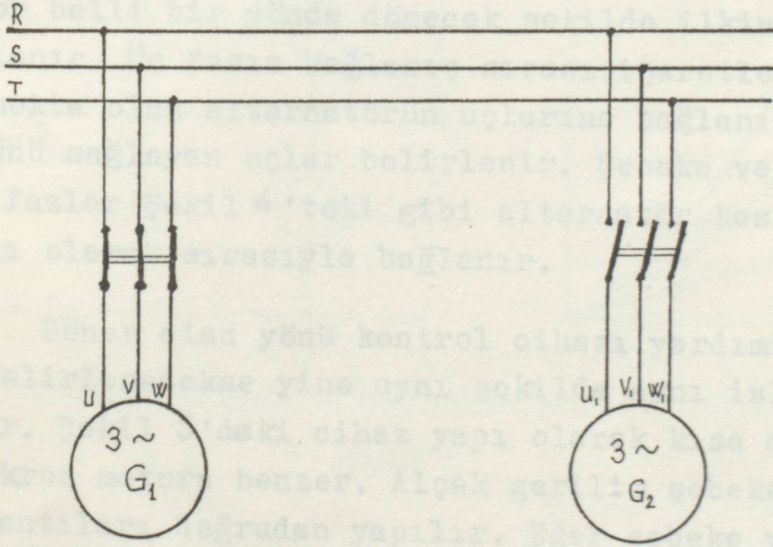
Paralel bağlanacak alternatörün frekansı şebeke frekansına eşit değilse alternatörü döndüren makinanın devir sayısı değiştirilir. Bunun için de tahrik makinası örneğin gaz türbini yada dizel ise gaz verilir veya gaz kesilir. Buhar türbiniyse buhar girişi arttırılır veya azaltılır. Şebeke ve alternatöre bağlı frekansmetreler gözlenerek ikisi yaklaşık aynı frekansa gelinceye kadar alternatörün devir sayısı ayarlanır. Bilindiği gibi $f = \frac{n \cdot p}{60}$ eşitliği frekans ile dakikadaki devir sayısı arasındaki bağıntıyı verir. Bu eşitlikte n=devir/dakika, p=çift kutup sayısı, f=frekans'tır.

Paralel bağlama anında alternatör frekansı şebeke frekansından biraz farklı ise bu frekans farkına bağlı olarak alternatörden Şekil 3'deki gibi aktif karakterde bir sirkülasyon akımı geçer. Bu akım alternatör grubunu şebeke ile senkronize olmağa (alternatör hızlı ise yavaşlamağa, yavaş ise hızlanmağa) zorlar. Böyle aktif bir sirkülasyon akımı alternatör mili üzerinde zorlayıcı bir etki yapar. Fazla zorlarsa milin kırılmasına yol açabilir. Akım sargılardan geçtiği için sargıların aşırı ısınmasına neden olur. Bununla birlikte bir alternatör anma yüküyle her an yüklenebilmelidir. Anma akımı mertebesinde aktif bir sirkülasyon akımına yol açabilecek frekans farkı anma frekansının % 1-2'si kadardır. Buna göre 50 Hz'lik bir şebekede paralel bağlama sırasında en çok



Farklı frekansta paralel bağlamada aktif akımın değişimi

Şekil 3



Faz sıraları doğru belirlenmiş iki alternatörün bağlantı şeması

Şekil 4

1 Hz'lik bir frekans farkına izin verilebilir (1).

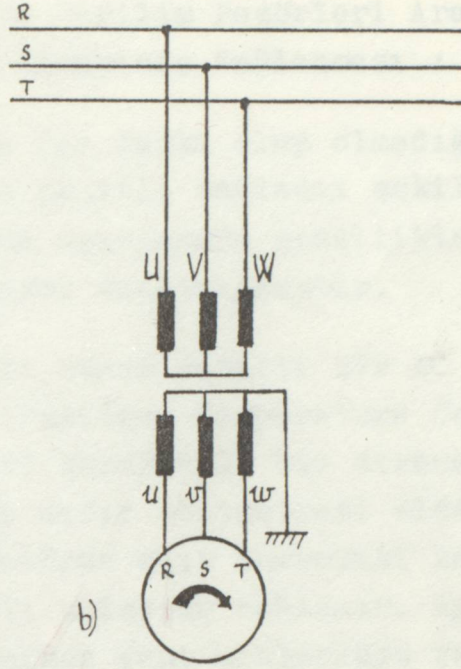
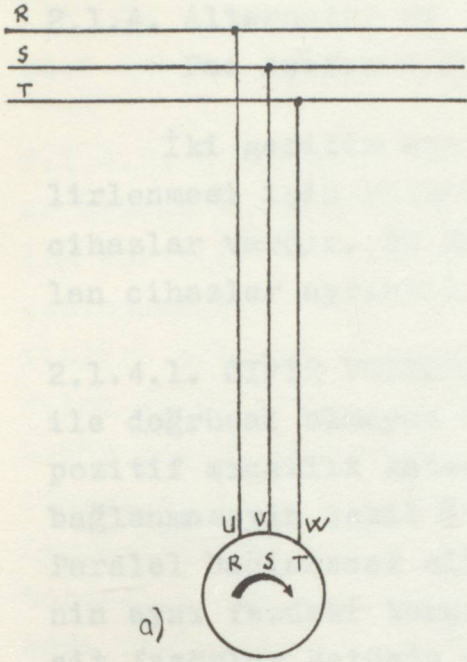
2.1.3. Faz Sırasının Uygunluğu :

Alternatörler ilk kurulduklarında bir kez doğru faz sırasıyla bağlandıktan sonra bir daha döner alan yönüne bakılmaz. Ancak onarım veya bakım için alternatörün bağlantı uçları sökülürse döner alan yönü tekrar belirlenip doğru yönde bağlantı yapılır.

Döner alan yönünü belirlemede küçük güçte üç fazlı bir asenkron motordan veya bu amaçla geliştirilmiş "döner alan kontrol cihazı"ndan ya da lamba bağlantısından yararlanılır. Alternatörde daha sonraki bir bölümde sözedilecek söner lamba bağlantısı yapıldığında lambaların üçü birden yanıp sönyorsa faz sırasının doğru olduğu anlaşılır. Döner lamba bağlantısındaki ışığın dönme etkisi görülürse iki fazın bağlantısı aralarında değiştirilir.

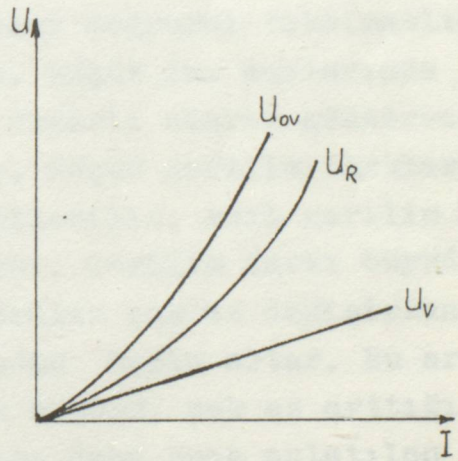
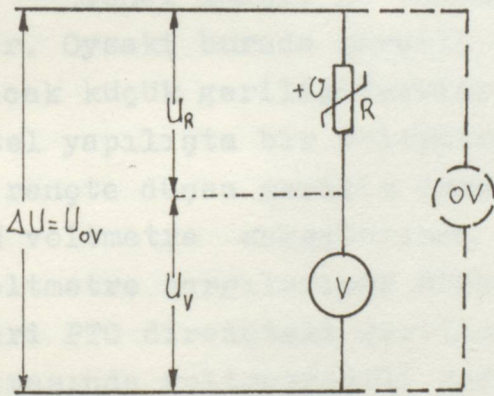
Döner alan yönünü, diğer bir deyişle faz sırasını belirlemede üç fazlı bir asenkron motor kullanılacaksa motor belli bir yönde dönecek şekilde ilkin şebekeye bağlanır. Üç fazın bağlantı sırası işaretlenir. Sonra dönmekte olan alternatörün uçlarına bağlanır. Aynı dönüş yönünü sağlayan uçlar belirlenir. Şebeke ve alternatöre ait fazlar Şekil 4'teki gibi alternatör kesicisine karşılıklı olarak sırasıyla bağlanır.

Döner alan yönü kontrol cihazı yardımıyla faz sırası belirlenecekse yine aynı şekilde aynı işlemler tekrarlanır. Şekil 5'deki cihaz yapı olarak kısa devre rotorlu asenkron motora benzer. Alçak gerilim şebekesinde cihaz bağlantıları doğrudan yapılır. Eğer şebeke yüksek gerilimliyse faz sırası belirleme bağlantıları üç fazlı gerilim trafosu üzerinden uygulanıp faz sırası belirlenerek kesiciye bağlantı yapılır (1).



Döner alan kontrol cihazının a) alçak gerilimde, b) yüksek gerilimde bağlantı şeması.

Şekil 5



Sıfır voltmetresinin iç bağlantısı ve karakteristiği.

Şekil 6

2.1.4. Alternatör ve Şebeke Gerilim Fazörleri Arasındaki Faz Açısının Sıfır Olmasının Sağlanması :

İki gerilim arasında faz farkı olup olmadığının belirlenmesi için kullanılan çeşitli bağlantı şekilleri ve cihazlar vardır. Bu kısımda uygulamada genellikle kullanılan cihazlar ayrıntılı olarak tanıtılacaktır.

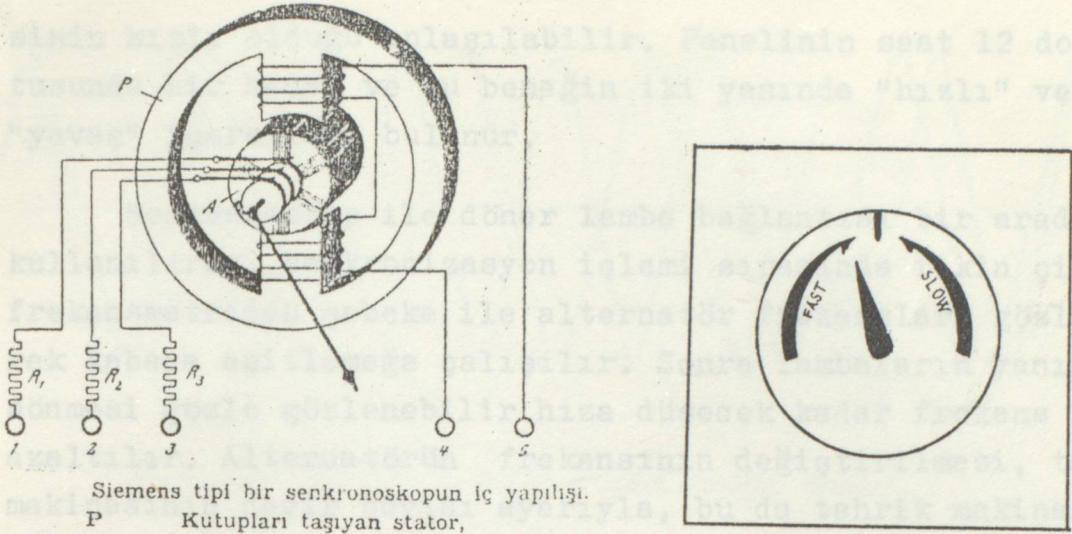
2.1.4.1. SIFIR VOLTMERTESİ: Döner demirli bir AC voltmetre ile doğrusal olmayan PTC (Positive Temperature Coefficient=pozitif sıcaklık katsayılı) karakterli bir direncin seri bağlanmasıyla Şekil 6'daki sıfır voltmetresi elde edilir. Paralel bağlanacak alternatörün açık durumdaki kesicisinin aynı fazdaki karşılıklı uçlarına bağlanır. Aynı faza ait fazörler üstüste çakışıkça yani aralarında faz farkı yoksa voltmetrenin bağlı olduğu iki aynı adlı faz iletkeninin arasında gerilim farkı olmayacak ve sıfır voltmetresi sıfır gösterecektir (1)

Genel amaçlı AC voltmetreler doğrusal taksimatlıdır. Oysaki burada gerekli olan, küçük faz açıları oluşacak küçük gerilim farklarını duyarlı olarak gösterecek özel yapıda bir voltmetredir. Küçük gerilim farklarında dirençte düşen gerilim ihmal edilebilir. Asıl gerilim düşümü voltmetre sargılarında oluşur. Gerilim farkı büyüdükçe voltmetre sargılarında düşen gerilim çok az değişirken seri PTC dirençteki gerilim düşümü hızla artar. Bu artış sırasında voltmetredeki gerilim düşümü, pek az arttığından, sabit kabul edilebilir. İç yapısı daha önce anlatılan sıfır voltmetresi küçük gerilim farklarını gösterdiği gibi 180° faz farkında iki faz geriliminin toplamında gösterebilmelidir. Faz-nötr gerilimi 220 V olan bir şebekede senkronizasyon sağlamaya çalışırken 180° faz farkında oluşacak en büyük gerilim farkı 440 V'ta bile sıfır voltmetresi güvenle kullanılabilir. Bu nedenle alçak gerilim şebekelerindeki sıfır voltmetreleri 500 V'luktur. Böyle bir sıfır voltmetresinin skalası logaritmiktir. Sıfırdan başlayarak

ilk 50 V'luk bölümü tam sapma açısının yaklaşık üçte birini kaplar. Skala tam sapma değerine doğru sıklaşır (1).

2.1.4.2. SENKRONOSKOP : Bir alternatörü şebekeye elle senkronize etmede kullanılan en önemli cihaz Senkronoskoptur. Gerilim eşitliği dışında diğer bütün koşulların gerçekleşip gerçekleşmediğini senkronoskop ile gözlemek mümkündür. Birçok tipleri olmakla birlikte Şekil 7'de görülen en çok kullanılan ve üç fazlı bağlantı yapılan Siemens tipi senkronoskopun yapısı rotoru sargılı asenkron motora benzer. Farklı olarak statoru tek fazlıdır. Rotordaki üç faz sargısı üç fırça-bilezik takımı üzerinden dış devreye bağlanır. Statordaki sargı karşılıklı iki kutup üzerine sarılıp içerden seri bağlanmış iki sargıdan oluşur. Senkronoskopun dönüşü rotor mili üzerine takılı göstergenin hareketiyle gözlenir. Statorda oluşan alternatif alan alternatör frekansıyla titreşir. Rotorda oluşan şebeke frekanslı döner alan ile stator alanının karşılıklı etkileşimi senkronoskopun çalışma ilkesini oluşturur. Rotor, döner alan fazörünü izler, stator alternatif alanın en büyük değerine ulaştığında rotor döner alan fazörüyle çakışacak şekilde döner. Stator alanının frekansı biraz büyükse, rotor döner alan fazörü, alternatif alan maksimumdan geçerken, henüz alternatif alanla çakışmamıştır. Rotor çakışmayı sağlayacak kadar döner. Döner alanın her dönüşünde faz farkı biraz büyüyeceğinden rotor dönmesini sürdürecektir. Rotor frekansı stator frekansından daha büyükse rotor tersine döner. Rotorun herhangi bir durumda durması için frekansların eşit olması gereklidir. Arada bir faz farkı da yoksa rotor miline bağlı gösterge önceden bir benekle belirlenen bir doğrultuyu (çoğunlukla düşey doğrultuda saat 12 yönünü) gösterir.

Senkronoskopun göstergesinin bulunduğu açı, dönme yönü ve dönme hızı yardımıyla şebeke ile alternatör arasındaki faz ilişkisi, aralarındaki frekans farkı ve hangi-

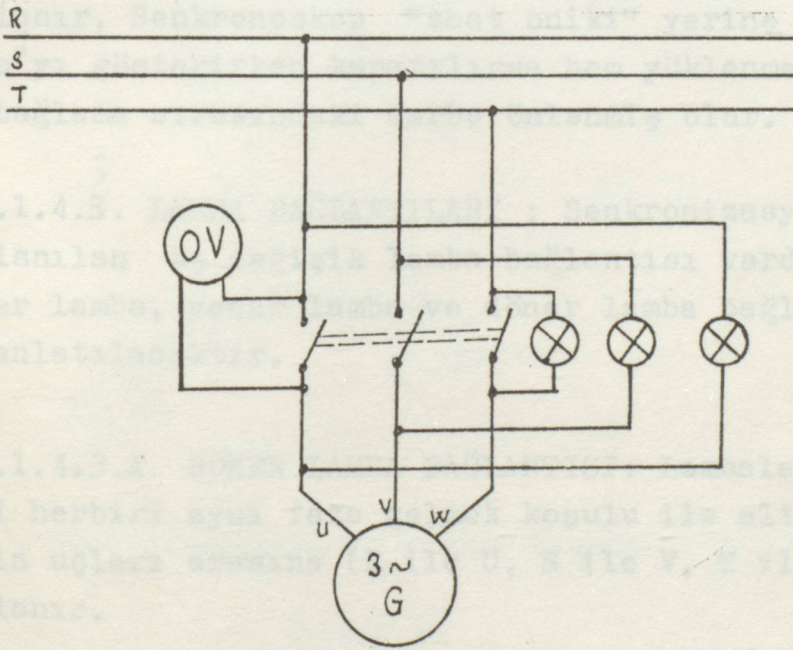


Siemens tipi bir senkronoskopun iç yapılışı.

- P Kutupları taşıyan stator,
 A Üç fazlı olarak beslenen rotor,
 1, 2, 3 Rotor sargı uçları (şebekeye bağlanır),
 4, 5 Stator sargı uçları (generatöre bağlanır).

Senkronoskop: İç yapısı ve önden görünüşü

Şekil 7



Söner Lampa bağlantısı

Şekil 8

sinin hızlı olduğu anlaşılabilir. Panelinin saat 12 doğrultusunda bir benek ve bu benekğin iki yanında "hızlı" ve "yavaş" işaretleri bulunur.

Senkronoskop ile döner lamba bağlantısı bir arada kullanılırsa, senkronizasyon işlemi sırasında ilkin çift frekansmetreden şebeke ile alternatör frekansları gözlenerek kabaca eşitlemeğe çalışılır. Sonra lambaların yanıp sönmeleri gözle gözlenebilir hıza düşecek kadar frekans farkı azaltılır. Alternatörün frekansının değiştirilmesi, tahrik makinasının devir sayısı ayarıyla, bu da tahrik makinasına verilen tahrik maddesinin kısılması ya da açılmasıyla olur.

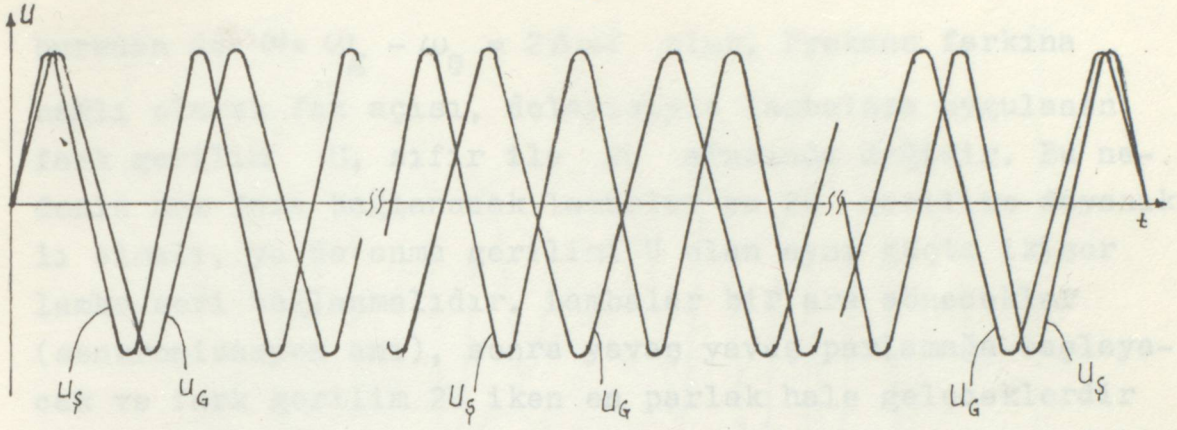
Son aşamada, senkronoskoptan faz açısı izlenerek sıfır faz açısında paralel bağlama yapılır. Kesicilerin kapatma zamanı yüzünden oluşacak gecikme paralel bağlamada bir akım darbesine yol açabilir. Parallellendirme yapılır yapılmaz alternatörün frekansı şebekeden biraz büyük tutularak paralel bağlamada hemen bir miktar yükü üzerine alması sağlanır. Senkronoskop "saat oniki" yerine "onikiye beş kala"yı gösterirken kapatılırsa hem yüklenme sağlanır hem de bağlama sırasındaki darbe önlenmiş olur.

3

2.4.1.4.3. LAMBA BAĞLANTILARI : Senkronizasyon amacıyla kullanılan üç değişik lamba bağlantısı vardır. Sırasıyla söner lamba, yanar lamba ve döner lamba bağlantıları aşağıda anlatılacaktır.

2.4.1.4.3.A SÖNER LAMBA BAĞLANTISI: Lambalar, Şekil 8'deki gibi herbiri aynı faza gelmek koşulu ile alternatör kesicisinin uçları arasına (R ile U, S ile V, T ile W arasına) bağlanır.

Bir an için şebeke gerilimi ile alternatör gerilimi mutlak değerce eşit, faz sıraları aynı, frekansları biraz farklı olsun. (Bkz.Ş.10) İki frekansın farkı $f = f_g - f_s$

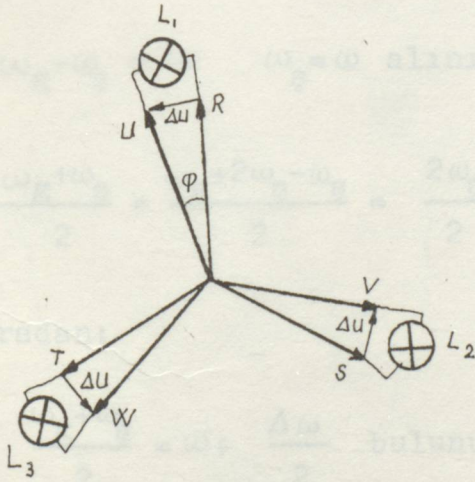


Frekansları az farklı iki gerilimin zaman içindeki değişimi

Şekil 9

$$\Delta u = u_{\max} \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) - u_{\max} \cdot \sin(\omega_2 \cdot t) \quad (1)$$

$$\Delta u = 2u_{\max} \cdot \sin\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \cdot t\right) \cdot \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} \cdot t\right) \quad (2)$$



Söner lamba bağlantısına ait fazör diyagramı

Şekil 10

$$\Delta u = 2u_{\max} \cdot \sin\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \cdot t\right) \cdot \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} \cdot t\right) \quad (3)$$

buradan da $\omega = \omega_g - \omega_s = 2\Delta\omega f$ olur. Frekans farkına bağlı olarak faz açısı, dolayısıyla lambalara uygulanan fark gerilim U , sıfır ile $2U$ arasında değişir. Bu nedenle her faza bağlanacak lambalar ya $2U$ gerilime dayanıklı olmalı, ya da anma gerilimi U olan aynı güçte ikişer lamba seri bağlanmalıdır. Lambalar bir ara sönecekler (senkronizasyon anı), sonra yavaş yavaş parlamaya başlayacak ve fark gerilim $2U$ iken en parlak hale geleceklerdir (bkz.Ş.11). Bu yanıp sönmeye periyodu iki frekans arasındaki farka bağlı olarak -örneğin $0,1$ Hz frekans farkı için 10 sn-değişir. Gerilimin sıfır ile $2U$ arasında değişmesi iki frekans arasında bir vuru bulunduğunu gösterir. Bunun matematiksel ifadesi için

$$\Delta u = u_{\max} \cdot \sin(\omega_g \cdot t) - U_{\max} \cdot \sin(\omega_s \cdot t) \quad (1)$$

$$\Delta u = 2U_{\max} \cdot \sin\left(\frac{\omega_g - \omega_s}{2} \cdot t\right) \cdot \cos\left(\frac{\omega_g + \omega_s}{2} \cdot t\right) \quad (2)$$

$$\omega_g - \omega_s = \Delta\omega \quad \omega_s = \omega \text{ alınıp ;}$$

$$\frac{\omega_g + \omega_s}{2} = \frac{\omega_g + 2\omega_s - \omega_s}{2} = \frac{2\omega_s}{2} + \frac{\omega_g - \omega_s}{2} = \omega_s + \frac{\omega_g - \omega_s}{2}$$

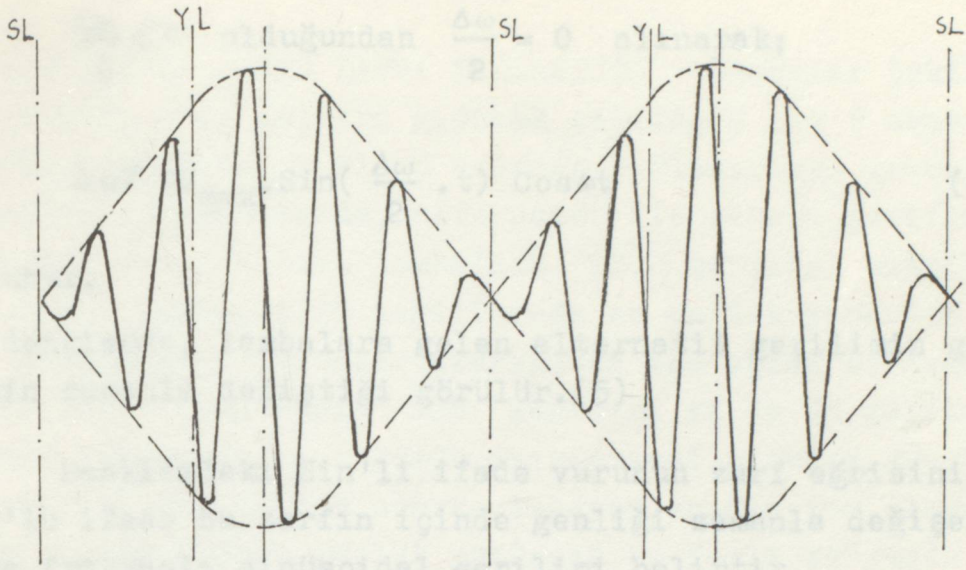
ve buradan;

$$\frac{\omega_g + \omega_s}{2} = \omega + \frac{\Delta\omega}{2} \text{ bulunur.}$$

Bunlar (2) no.lu denklemde yerlerine konursa

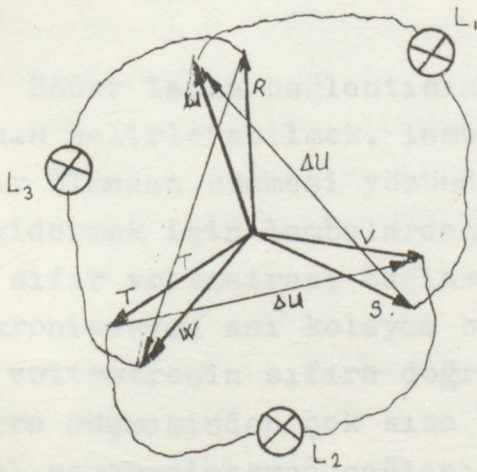
$$\Delta u = 2U_{\max} \sin\left(\frac{\Delta\omega}{2} \cdot t\right) \cdot \cos\left(\omega + \frac{\Delta\omega}{2}\right)t \quad (3)$$

olur.



Senkronizasyon anının çeşitli lamba bağlantılarında belirtilmesi

Şekil 11



Yanar lamba bağlantısına ait fazör diyagramı

Şekil 12

$\frac{\Delta\omega}{2} \ll \omega$ olduğundan $\frac{\Delta\omega}{2} = 0$ alınarak;

$$\Delta u \approx 2U_{\max} \cdot \sin\left(\frac{\Delta\omega}{2} \cdot t\right) \cos\omega t \quad (4)$$

bulunur.

Bu denklemde, lambalara gelen alternatif gerilimin genliğinin zamanla değiştiği görülür.(5)

Denklemdeki Sin'li ifade vurunun zarf eğrisini, Cos'lu ifade bu zarfın içinde genliği zamanla değişen şebeke frekanslı sinüsoidal gerilimi belirtir.

$$\Delta U_{\max} = 2U_{\max} \cdot \sin\left(\frac{\Delta\omega}{2} \cdot t\right) \text{ alınırsa, genlik}$$

$$\Delta u = \Delta U_{\max} \cdot \cos\omega t \text{ bulunur.}$$

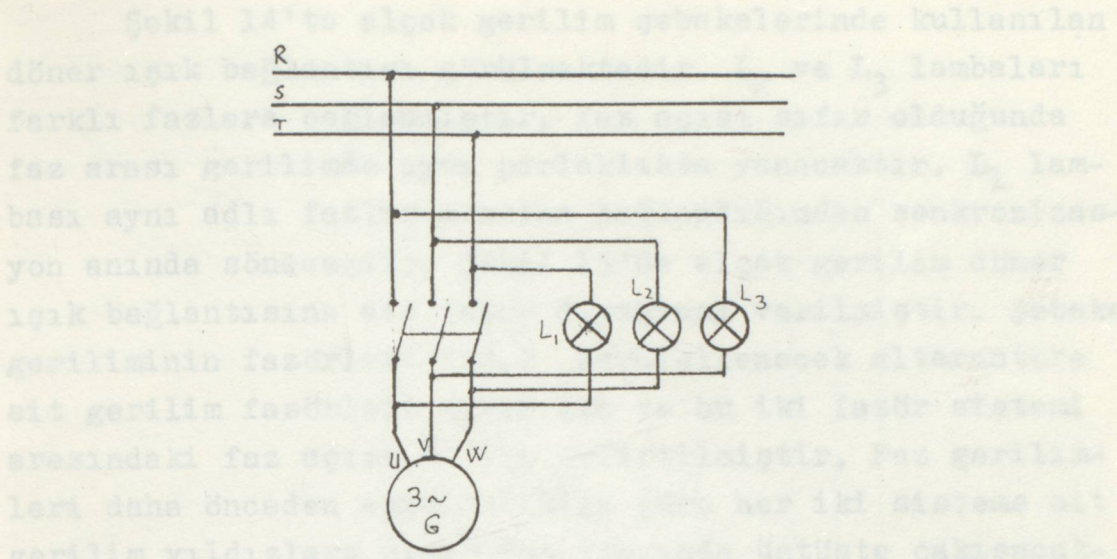
Denkleme ait Şekil 12 de hem söner lamba hem de yanar lamba bağlantısına ait senkronizasyon anları görülebilir (5).

Söner lamba bağlantısında gerçek senkronizasyon anının belirleyebilmek, lambaların uçlarındaki gerilim sıfır olmadan sönmeye yüzünden oldukça güçtür. Bu sakıncayı gidermek için lambalardan birinin uçlarına paralel olarak sıfır voltmetresi bağlamak gerekir. Böylece gerçek senkronizasyon anı kolayca belirlenebilir. Lambalar sönmükten voltmetrenin sıfıra doğru düşüşü gözlenir. Göstergenin sıfıra düşmesinden çok kısa bir an önce kesici kapatılırsa ideal senkronizasyon sağlanır. Senkronizasyon kaçırılırsa bir sonraki senkronizasyon anı beklenmelidir. Aksine bir davranışta tehlikeli akım darbeleri oluşabilir (5).

Faz sırası yanlış ise, bağlantıda döner ışık etkisi görülür. Bu durumda bağlantıda gerekli düzeltme iki fazın bağlantısı değiştirilerek yapılır.

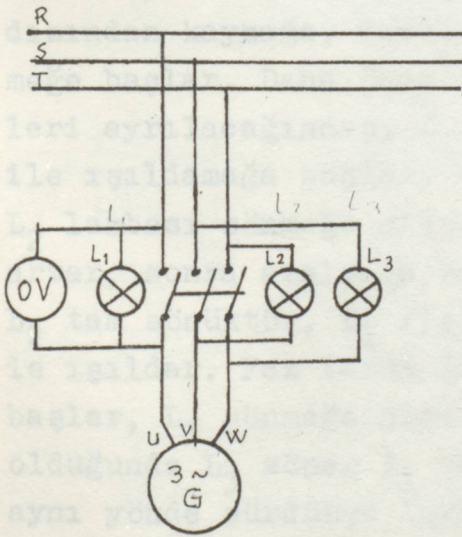
2.4.1.4.3.B. YANAR LAMBA BAĞLANTISI : Lambalar Şekil 13 b'-deki gibi ayrı fazlara gidecek şekilde R ile V arasında, S ile W arasında, T ile U arasında bağlanırlar. Gerçek senkronizasyon anında, alternatör ile şebeke gerilim fazörleri çakışık iken lambalara $\sqrt{3} \cdot U$ gerilimi uygulanır. Oysa ki, lambalar $2U$ geriliminde en parlak yanarlar ki bu durumdayken fazörler arasındaki faz açısı sıfırdan farklıdır. Lambaların $\sqrt{3}U$ gerilimi ya da $2U$ gerilimi altında bulduklarını gözün ayırdetmesi oldukça güçtür (Şekil 13 a). Gerçek senkronizasyon anının tam olarak belirlenmesindeki güçlük yüzünden üç fazlı şebekede yanar lamba bağlantısı da söner lamba bağlantısı gibi, senkronizasyon amacıyla tek başına kullanılamaz. Sıfır voltmetresiyle veya senkronoskopla birlikte kullanmak düşünülebilir (5).

2.4.1.4.3.C. DÖNER LAMBA BAĞLANTISI : Şekil 14 'de olduğu gibi, lambalardan ikisi yanar lamba, birisi söner lamba bağlantısına göre bağlanır. Tam senkronizasyon anında söner lamba gibi bağlanan lamba sönerken, diğer iki lamba yanar lamba bağlantısındaki gibi $\sqrt{3}U$ gerilimi altında eşit şiddette parlayacaklardır. Üç fazlı alternatif akım şebekelerinde hem faz sırasını denetlemeğe, hem iki gerilim fazörü arasındaki faz farkını görmeğe, hem de alternatörün şebekeden hızlı veya yavaş olduğunu belirlemeğe yaradığı için bu bağlantı şekli kullanışlı ve güvenlidir. Güvenliği arttırmak için sönen lamba bağlantısındaki lamba özellikle işaretlenir ve bu lambanın uçları arasında sıfır voltmetresi bağlanırsa, çok güvenli ve kullanışlı bir elle senkronizasyon seti kurulmuş olur (Şekil 15). Daha önce incelenen söner ve yanar lamba bağlantılarında gerçek senkronizasyon anını belirlemek için bir sıfır voltmetresi gerektiği gibi alternatör frekansının yükseltilmesi ya da düşürülmesi gerektiği de anlaşılabilir (1).



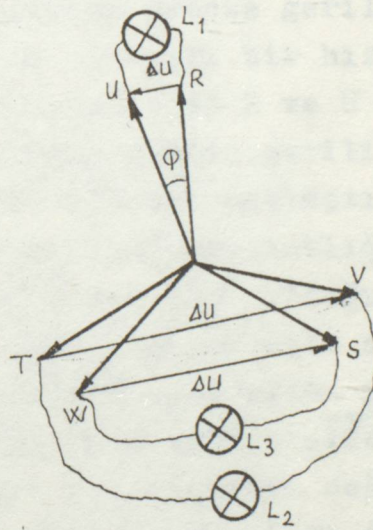
Yanar lamba bağlantısı

Şekil 13



Döner lamba bağlantısı

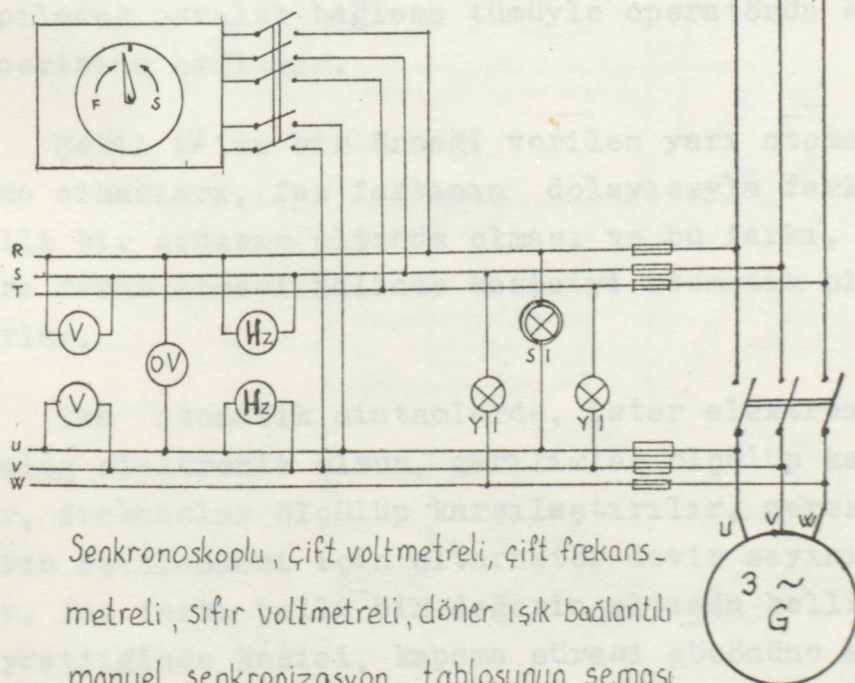
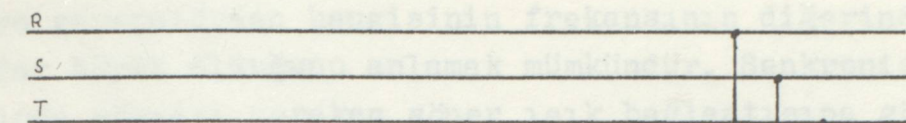
Şekil 14



Döner lamba bağlantısına ait fazör diyagramı

Şekil 15

Şekil 14'te alçak gerilim şebekelerinde kullanılan döner ışık bağlantısı görülmektedir. L_2 ve L_3 lambaları farklı fazlara bağlanmıştır, faz açısı sıfır olduğunda faz arası gerilimde aynı parlaklıkta yanacaktır. L_1 lambası aynı adlı fazlar arasına bağlandığından senkronizasyon anında sönecektir. Şekil 15'de alçak gerilim döner ışık bağlantısına ait fazör diyagramı verilmiştir. Şebeke geriliminin fazörleri R,S,T paralellenecek alternatöre ait gerilim fazörleri U,V,W ile ve bu iki fazör sistemi arasındaki faz açısı \emptyset ile belirtilmiştir. Faz gerilimleri daha önceden eşitlendiğine göre her iki sisteme ait gerilim yıldızları sıfır faz açısında üstüste çakışacaklardır. L_1 lambasının bağlı olduğu iki faz arasındaki gerilim farkı sıfır olacağından bu lamba sönecektir. L_2 ve L_3 lambaları ise $3U$ gerilimi altında aynı şiddette yanacaklardır. Frekans farkı ve faz açısı sıfır olduğu sürece lambaların bu şekilde ikisi yanar biri söner durumu devam edecektir. Eğer, arada çok küçük de olsa bir frekans farkı varsa, örneğin generatör frekansı şebekeden biraz daha büyükse generatör gerilim yıldızı şebeke gerilim yıldızından kaymağa, frekans farkıyla orantılı bir hızla dönmeğe başlar. Daha önce üstüste çakışık olan R ve U fazörleri ayrılacağından, L_1 lambası arada oluşan gerilim farkı ile ışıdamaya başlar. W fazörü S fazörüne yaklaştığından L_2 lambası sönmeye giderken L_3 lambasının parlaklığı önce artar, sonra azalmaya başlar. Faz farkı 120° olduğunda L_2 tam sönüktür, L_1 ile L_3 $\sqrt{3}U$ geriliminde eşit şiddetle ışıldar. Faz farkı 120° den büyükse L_2 yeniden yanmaya başlar, L_3 sönmeye gider, L_1 ilkin daha şiddetle ^{yanar,} 240° olduğunda L_3 söner L_1 ve L_2 yanar. Faz açısının değişimi aynı yönde sürdükçe lambaların yanma ve sönmeleri dönme hareketi izlenimi verir ki, bu bağlantıya döner ışık bağlantısı adı verilmesi bundandır. Generatör frekansı şebekeden küçük ise ışıktaki dönüş etkisi öncekinin tersi yönde görülür. Bütün bu anlatılanların ışığında açıkça görülüyor ki,



Senkronoskoplu, çift voltmetreli, çift frekans-
metreli, sıfır voltmetreli, döner ışık bağlantılı
manuel senkronizasyon tablosunun şeması

Şekil 16

bu bağlantı şekli ^{ile} ışığın dönme yönü ve hızından şebeke veya generatörden hangisinin frekansının diğerinden ne kadar büyük olduğunu anlamak mümkündür. Senkronizasyon anında sönmeye gereken söner ışık bağlantısına göre bağlı lambanın işaretlenmesi şarttır. Bu yapılmazsa diğer lambalardan birinin söndüğü 120° veya 240° lik faz farkında yapılacak bir paralel bağlama çok tehlikeli bir kısa devre akımına yol açar (1).

Döner ışık bağlantısı, yanar lamba ve söner lamba bağlantılarının olumlu yanlarının birleştiği ve yukarıda anlatılan nedenlerle hemen her senkronizasyon tablosunda bulunması gerekli olan bir bağlantı şeklidir (1).

Sıfır voltmetresi, senkronoskop ve döner lamba bağlantısından biri veya birkaçının bulunduğu Şekil 16'daki gibi bir senkronizasyon tablosu elle paralel bağlama için yeterli olabilir. Böyle bir tesis yardımıyla yapılacak paralel bağlama tümüyle operatörün kişisel becerisine bağlıdır.

Şekil 17'de bir örneği verilen yarı otomatik paralelleme cihazları, faz farkının dolayısıyla fark gerilimin belli bir sınırın altında olması ve bu farkı, belli bir süre devam etmesi halinde kesiciyi otomatik olarak kapatırlar.

Tam otomatik sistemlerde, ister elektronekanik, ister analog elektronik olsun, gerilimler ölçülüp karşılaştırılır, frekanslar ölçülüp karşılaştırılır, gerekirse frekansların eşitlenmesi için alternatör devir sayısı değiştirilir, faz farkı belli bir değerin altında belli bir süre seyrettiğinde kesici, kapama süresi gözönüne alınarak, kapatılır. Bu sistemlerdeki ayarlar bazı dirençlerin değerlerini değiştirmekle yapılır. Ayarlama kolaylıklarına rağmen, bu sistemlere eklemeler yapılması, ek işlevler yüklenmesi mümkün değildir. Bu tür değişiklikler ancak, mikroişlemci denetimli bir cihazla mümkündür.

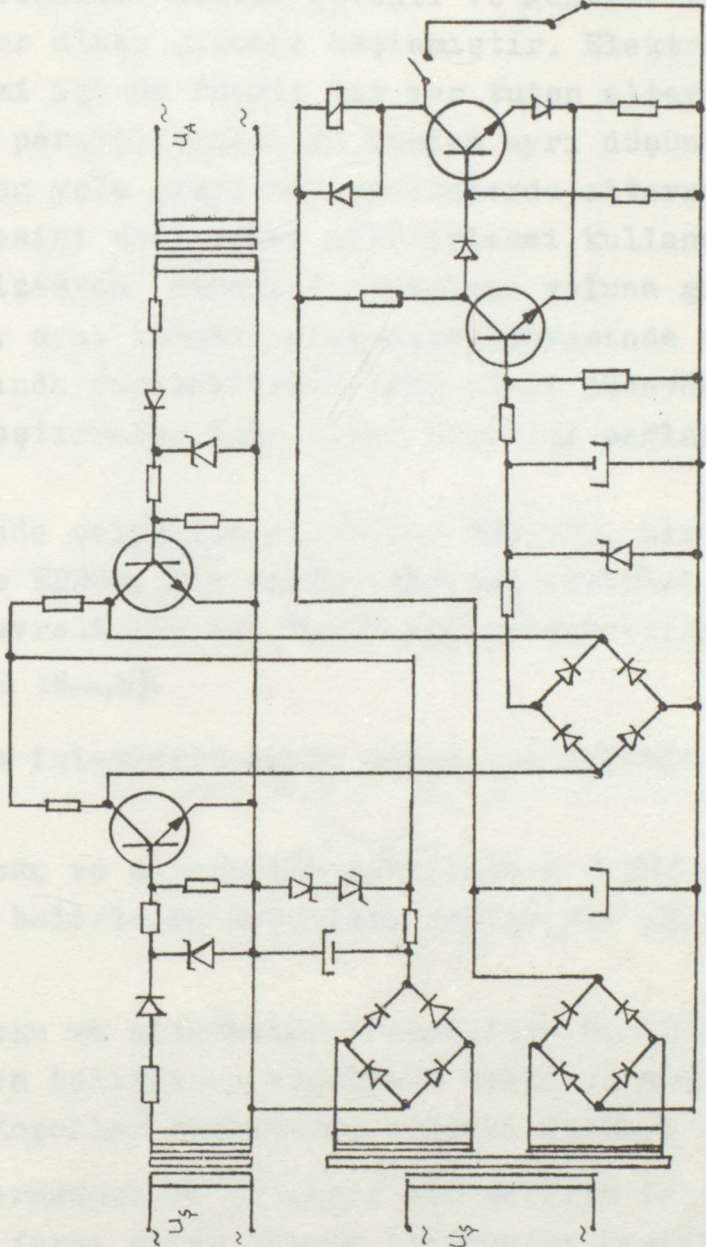
3. Alternatörlerin Senkronizasyonu İçin Bir Cihazın Yardımıyla Senkronizasyonu

Sayısal elektronik teknolojisinin son yıllardaki gelişimini sonucu ortaya çıkan sayısal elektronik devreler kullanılan cihazların senkronizasyonu ve senkronizasyon cihazlarıyla her bir cihazın senkronizasyonu için üretilen cihazların ve bunların parçalarının ve bunların parçalarının bu düğümde yer alması gerekmektedir. Bu devrelerin senkronizasyonu için kullanılan bir senkronizasyon cihazıdır. Burada amaç, senkronizasyonu dışında yer alan diğer cihazlar ve araçların senkronizasyonu için kullanılmasıdır.

Burada amaç, senkronizasyonu dışında yer alan diğer cihazlar ve araçların senkronizasyonu için kullanılmasıdır. Burada amaç, senkronizasyonu dışında yer alan diğer cihazlar ve araçların senkronizasyonu için kullanılmasıdır.

1. Şebekelerin senkronizasyonu için kullanılmasıdır. Burada amaç, senkronizasyonu dışında yer alan diğer cihazlar ve araçların senkronizasyonu için kullanılmasıdır.

2. Şebekelerin senkronizasyonu için kullanılmasıdır. Burada amaç, senkronizasyonu dışında yer alan diğer cihazlar ve araçların senkronizasyonu için kullanılmasıdır.



Yarı otomatik senkronizasyon cihazının prensip şeması

Şekil 17

3. Alternatörlerin Mikroişlemci Denetimli Bir Cihaz Yardımıyla Senkronizasyonu

Sayısal elektronik teknolojisinin son yıllardaki gelişimi sonucu özellikle mikroişlemci tümleşik devreler kullanılan cihazlar hızlı, güvenli ve genişletilebilir olmalarıyla her alana girmeğe başlamıştır. Elektrik enerjisinin üretimi içinde önemli bir yer tutan alternatörler ve bunların paralellenmesi de bundan ayrı düşünülmemelidir. Bu düşünceden yola çıkılarak şebekelerde alternatörlerin paralellenmesini üstlenecek mikroişlemci kullanan otomatik bir senkronizasyon cihazını tasarlama yoluna gidilmiştir. Burada amaç, aynı konuda üniversite bünyesinde veya Üniversite dışında yapılabilecek daha ileri düzeydeki çalışmalar ve araştırmalar için bilgi birikimi sağlamaktır.

Üzerinde çalışılan cihaz bir Z80 CPU, bir Z80 PIO, birer RAM ve EPROM, bir analog-sayısal çevirici, bir örnekle ve tut devresi ile iki sıfır geçiş sezicisinden oluşmuştur (Şekil 18-a,b).

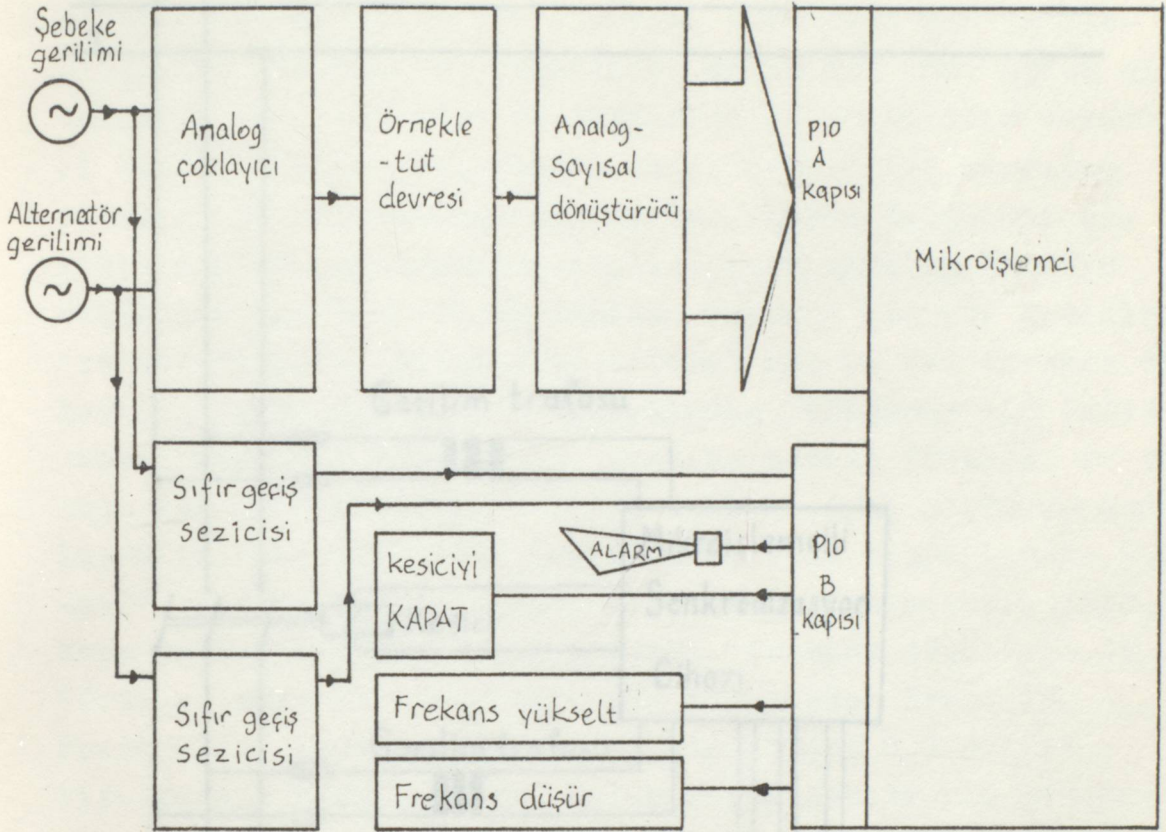
Cihazda işlemlerin akışı kabaca üç aşamada gerçekleşir :

1. Şebeke ve alternatör gerilimleri ölçülür. Gerilimler önceden belirlenen koşulları sağlıyorsa sonraki aşamaya geçilir.

2. Şebeke ve alternatör frekansları ölçülür. Aralarında önceden belirlenen koşullara uygunluk sağlanmağa çalışılır. Koşullar sağlanınca sonraki aşamaya geçilir.

3. Alternatöre ve şebekeye ait gerilim fazörleri arasındaki faz farkı sıfır olunca alternatör kesicisine kapat komutu verilir. Bir daha Reset komutu verilinceye kadar cihaz devre dışı kalır.

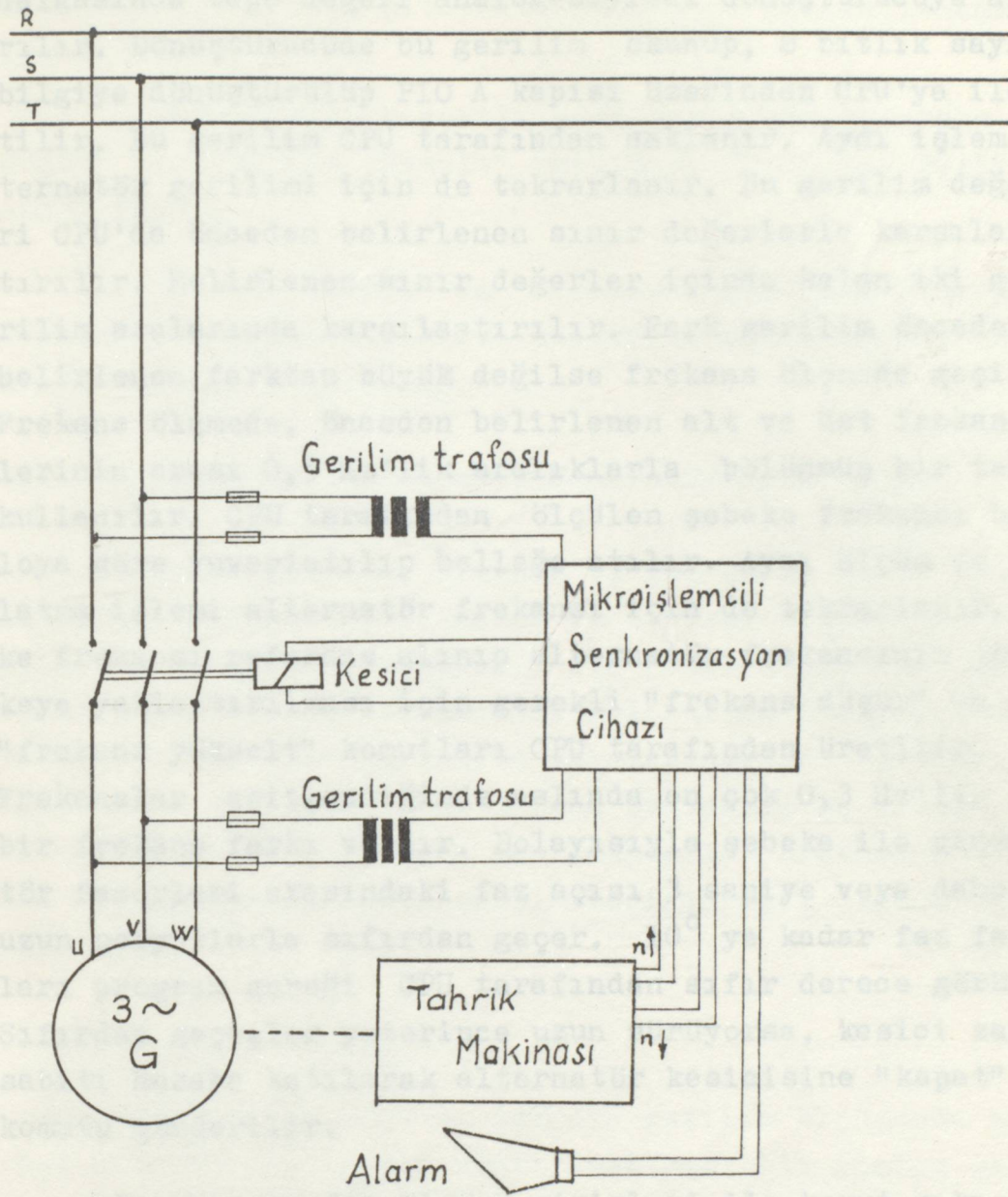
Tasarlanan senkronizasyon cihazında kullanılan örnekle-tut devresi ile ilkin şebeke geriliminin pozitif yarım



Mikroişlemci denetimli otomatik senkronizasyon cihazının blok diyagramı

Şekil 18.a

Şekil 18.b



Mikroişlemci denetimli otomatik senkronizasyon cihazının bağlantısı

Şekil 18_b

dalgasında tepe değeri analog-sayısal dönüştürücüye aktarılır. Dönüştürücüde bu gerilim okunup, 8 bitlik sayısal bilgiye dönüştürülüp PIO A kapısı üzerinden CPU'ya iletilir. Bu gerilim CPU tarafından saklanır. Aynı işlem alternatör gerilimi için de tekrarlanır. Bu gerilim değerleri CPU'da önceden belirlenen sınır değerlerle karşılaştırılır. Belirlenen sınır değerler içinde kalan iki gerilim aralarında karşılaştırılır. Fark gerilim önceden belirlenen farktan büyük değilse frekans ölçmeğe geçilir. Frekans ölçmede, önceden belirlenen alt ve üst frekans değerlerinin arası 0,5 Hz'lik aralıklarla bölünmüş bir tablo kullanılır. CPU tarafından ölçülen şebeke frekansı bu tabloya göre yuvarlatılıp belleğe atılır. Aynı ölçüm ve yuvarlatma işlemi alternatör frekansı için de tekrarlanır. Şebeke frekansı referans alınıp alternatör frekansının şebekeye yaklaştırılması için gerekli "frekans düşür" ya da "frekans yükselt" komutları CPU tarafından üretilir. Frekanslar eşitlendiğinde aslında en çok 0,3 Hz'lik bir frekans farkı vardır. Dolayısıyla şebeke ile generatör fazörleri arasındaki faz açısı 3 saniye veya daha uzun peryotlarla sıfırdan geçer. 10° ye kadar faz farkları program gereği CPU tarafından sıfır derece görülür. Sıfırdan geçişler yeterince uzun sürüyorsa, kesici zaman sabiti hesaba katılarak alternatör kesicisine "kapat" komutu gönderilir.

Frekans ve faz ölçümü girişleri ile komut çıkışları bağlantıları PIO B kapısı aracılığıyla yapılır.

Otomatik senkronizasyon cihazının alarm verdiği durumlar :

1. Gerilimlerden biri veya ikisi önceden belirlenen alt ve üst sınırlar dışında ise, gerilimler arasında önceden belirlenenden daha büyük bir fark varsa, şebeke frekansı önceden belirlenen alt ve üst sınırlar dışında kalıyorsa veya paralelleme işlemine başladıktan belli

bir süre sonra hala alternatör şebekeye paralellenememiş ise sürekli,

2. Frekansların eşitlenmesi sırasında "frekans düşür" ve "frekans yükselt" komutları üretirken kesikli ALARM verir.

"Frekans yükselt" ve "frekans düşür" komutlarının süreleri, bekleme süresi ve kesikli alarm süreleri önceden programla belirlenir.

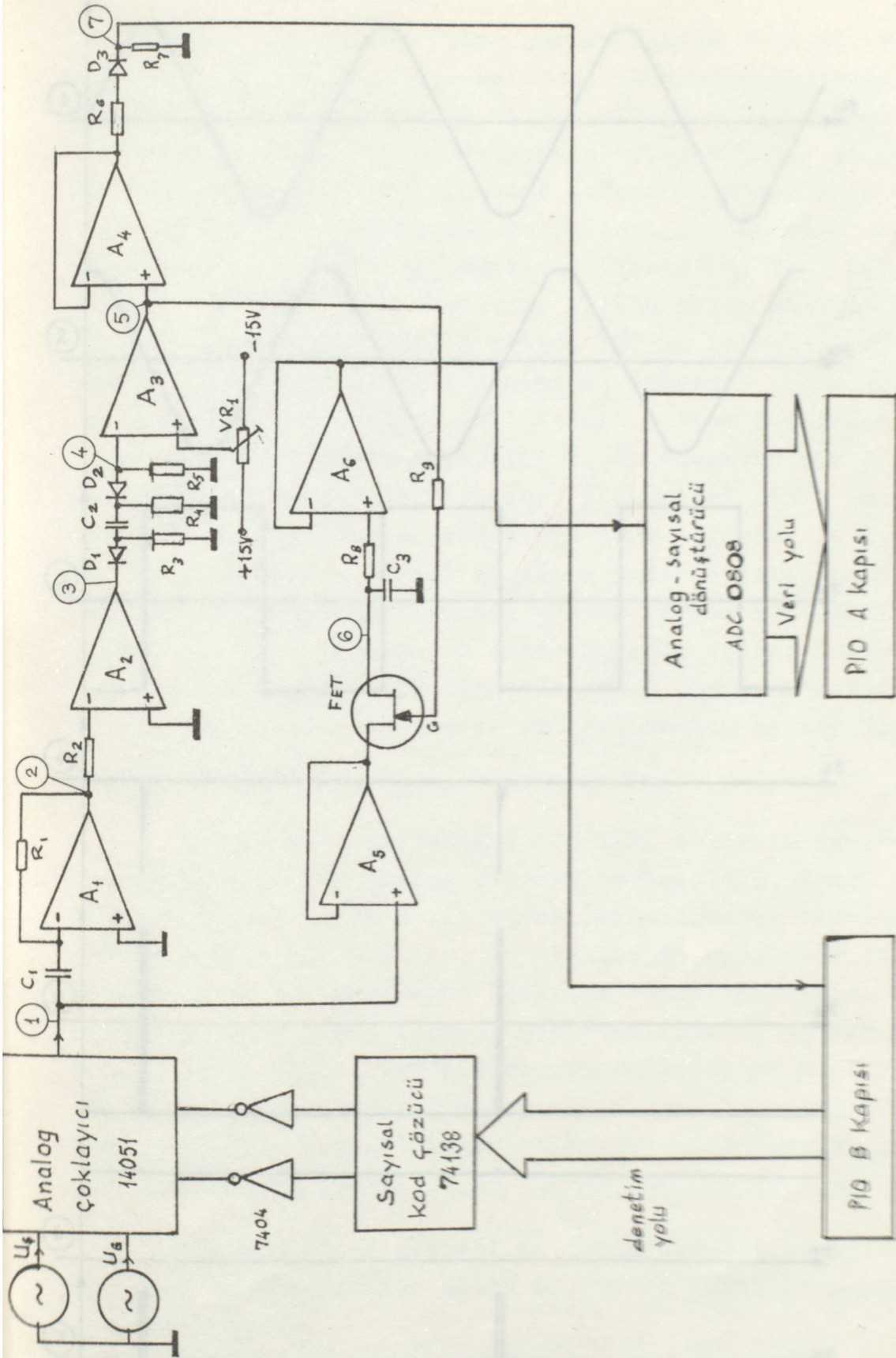
3.1. Mikroişlemcili Otomatik Senkronizasyon Cihazı:

Cihazda gerilim, frekans ve faz açısı ölçüm işlemlerinin yapılması için analog ve sayısal elemanlarla yapılmış bir arabağ (interface) ile genel amaçlı bir mikroişlemci sistemi bulunmaktadır. Belirtilen ölçüm işlemleri ve ilgili devreler sırasıyla incelenecektir. Bu ölçümler, faz sırası şebekeyle aynı sırada bağlanmış üç fazlı bir alternatör için bir fazda yapılmaktadır. Sistemler simetrik olduğundan üç fazın gerilimlerinin eşit olduğu varsayılacaktır.

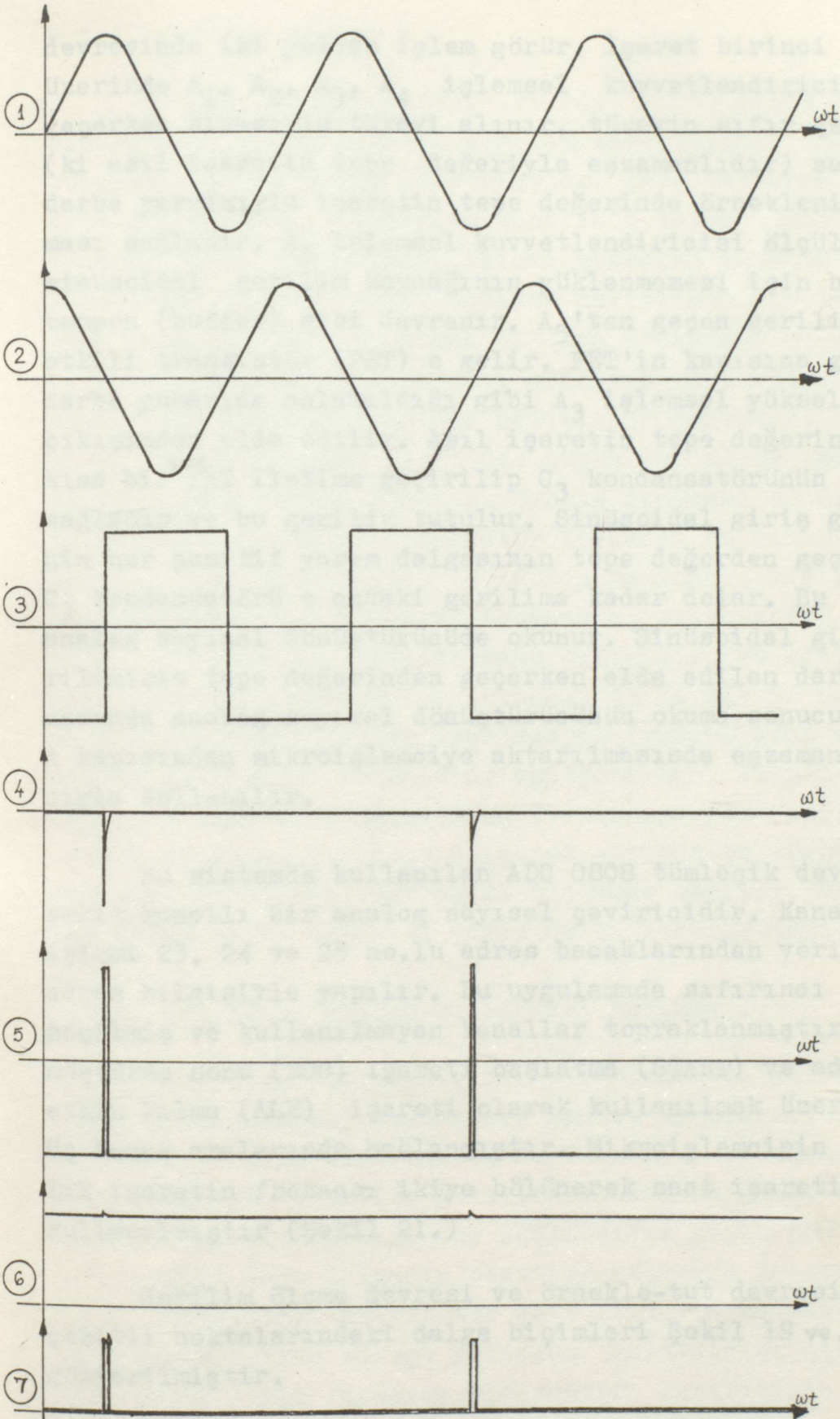
3.1.1. Gerilim Ölçümü :

Şekil 19'da görülen devrede gerilim ölçümünde şebeke veya alternatörün geriliminin seçilmesi bir analog çoklayıcı MC 14051 ile bir sayısal kod çözücü 74138 ve içinde altı adet çevirici bulunan tümleşik devre yardımıyla gerçekleştirilir. PIO B kapısından 74138 'in üç bitlik girişine verilen kanal seçme bilgisi sekiz çıkıştan birini 0 diğerlerini 1 yapar. 14051 de kullanılacak adres bilgisi aktif 1 olduğundan, 74138 'in çıkışlarından 1, 2, 3, 4, 5, 6 no.lu çıkışları eviriciden geçirilir. Sıfırıncı ve yedinci çıkışlar boş bırakılır.

Seçilen kaynağın sinüsoidal gerilimi 14051 analog çoklayıcının çıkışında belirir. Bu gerilim örnekle-tut



Gerilim ölçme devresi
Şekil 19



Örnekle-tut devresinin çeşitli noktalarındaki dalga şekilleri

Şekil 20

devresinde iki yoldan işlem görür. İşaret birinci yol üzerinde A_1 , A_2 , A_3 , A_4 işlemsel kuvvetlendiricilerden geçerken sırasıyla türevi alınır, türevin sıfır geçişinde (ki asıl işaretin tepe değeriyle eşzamanlıdır) sağlanan darbe yardımıyla işaretin tepe değerinde örneklenip tutulması sağlanır. A_5 işlemsel kuvvetlendiricisi ölçülecek sinüsoidal gerilim kaynağının yüklenmemesi için bir tampon (buffer) gibi davranır. A_5 'ten geçen gerilim alan etkili transistör (FET) e gelir. FET'in kapısına gelen darbe yukarıda anlatıldığı gibi A_3 işlemsel yükseltecinin çıkışından elde edilir. Asıl işaretin tepe değerinde çok kısa bir ^{süre} FET iletime geçirilip C_3 kondansatörünün dolması sağlanır ve bu gerilim tutulur. Sinüsoidal giriş geriliminin her pozitif yarım dalgasının tepe değerden geçişinde C_3 kondansatörü o andaki gerilime kadar dolar. Bu gerilim analog sayısal dönüştürücüde okunur. Sinüsoidal giriş geriliminin tepe değerinden geçerken elde edilen darbe aynı zamanda analog-sayısal dönüştürücünün okuma sonucunun PIO A kapısından mikroişlemciye aktarılmasında eşzamanlama amacıyla kullanılır.

Bu sistemde kullanılan ADC 0808 tümleşik devresi sekiz kanallı bir analog sayısal çeviricidir. Kanal seçme işlemi 23, 24 ve 25 no.lu adres bacaklarından verilen adres bilgisiyle yapılır. Bu uygulamada sıfırıncı kanal seçilmiş ve kullanılmayan kanallar topraklanmıştır. Dönüştürme sonu (EOC) işareti başlatma (START) ve adresi etkin kılma (ALE) işareti olarak kullanılmak üzere bu üç bacak aralarında bağlanmıştır. Mikroişlemcinin 1,79 MHz'lik işaretin frekansı ikiye bölünerek saat işareti olarak kullanılmıştır (Şekil 21.)

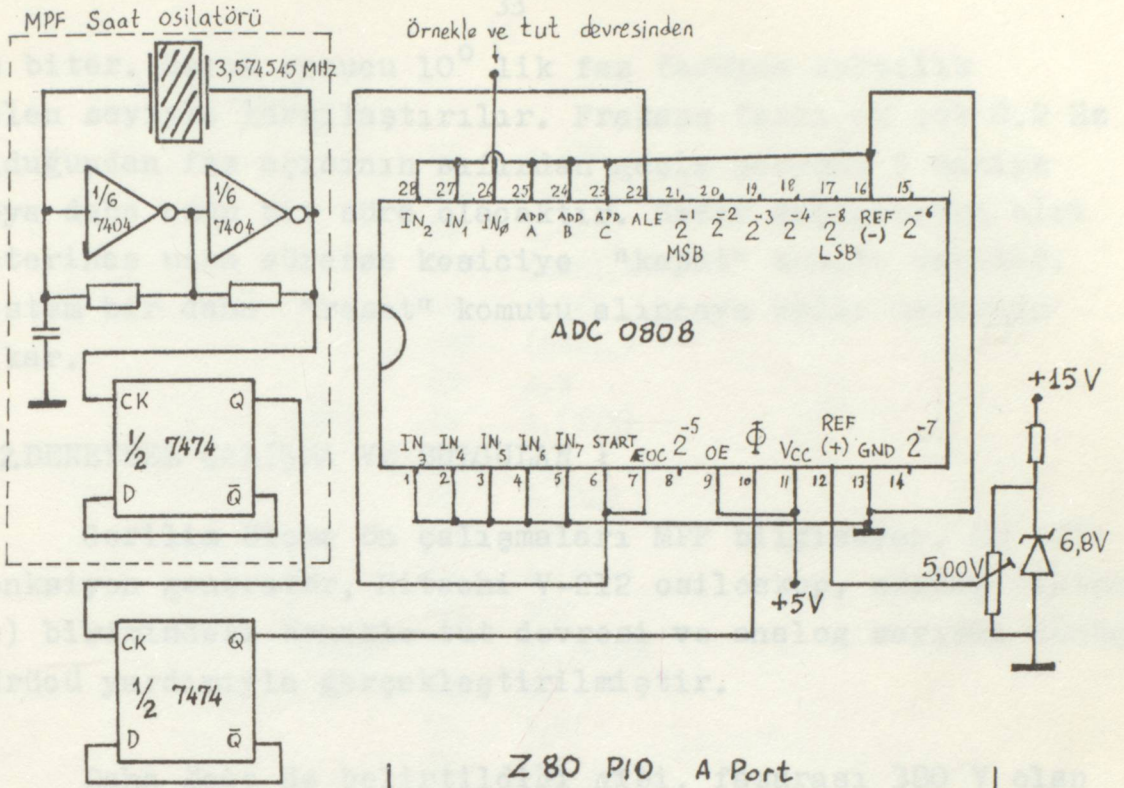
Gerilim ölçme devresi ve örnekle-tut devresinin çeşitli noktalarındaki dalga biçimleri Şekil 19 ve 20'de gösterilmiştir.

3.1.2. Frekans Ölçümü :

Frekans ölçme devresi iki adet sıfır geçiş sezicisinden oluşur. Sinüsoidal gerilim kare dalgaya dönüştürülerek bir periyotluk süre ölçülür. Kare dalganın ardarda gelen birinci yükselen kenarında sayma başlar, düşen kenarda sayma devam eder, ikinci yükselen kenarda sayma durdurulur. Sayma sonucu önceden belirlenen bir tabloya göre yuvarlatılır. Bu arada ölçülen frekansın en yüksek ve en düşük frekans sınırları arasında olup olmadığı da yuvarlatma işlemi sırasında belirlenir. Şebeke frekansı 43 Hz'den küçük veya 54 Hz'den büyük ise alarm verilir ve programın başına dönülür. Şebeke frekansı 43 Hz ile 54 Hz arasında fakat alternatör frekansı bu sınırlar dışında ise, alternatörü döndüren makinanın devir sayısı regülatörüne etki edilerek frekans aşırı yüksekse düşürülmeğe, çok düşüğe yükseltilmeğe çalışılır. Bu arada alarm verilir. Alternatör frekansı 43 Hz ile 54 Hz arasında da olsa devir sayısı ayarlanarak frekansların eşitlenmesine çalışılır. Frekanslar eşitlenirken, tahmin edileceği gibi sadece alternatörün frekansına etki edilebilir. Şebeke frekansı referans alınarak alternatör frekansı şebekeye eşitlenir. Faz açısı ölçümüne geçilir. Kullanılan sıfır geçiş sezicisi Şekil 22'de görülmektedir.

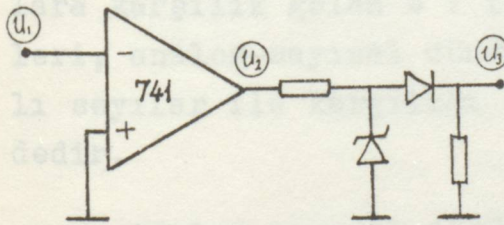
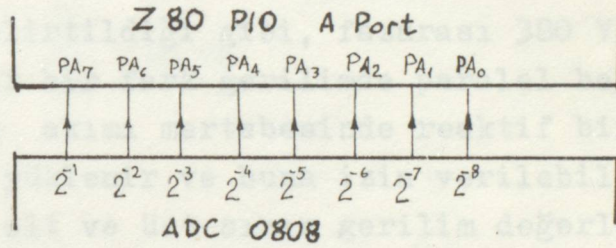
3.1.3. Faz Açısı Ölçümü ve Paralel Bağlama :

Faz açısı ölçümünde, frekans ölçümünde kullanılan devre kullanılarak, benzer bir mantık uygulanır. Şebeke gerilimine bağlı sıfır geçiş sezicisinin çıkışındaki kare dalganın pozitif yükselen kenarında sayma başlatılır. Generatör gerilimine bağlı sıfır geçiş sezicisinin çıkışındaki kare dalganın pozitif yükselen kenarında sayma durdurulur. Alternatör geri fazdaysa saymaya başlatma ve durdurma sırası yukarıda anlatıldığı gibidir. Alternatör ileri fazdaysa alternatör geriliminin yükselen kenarında sayma başlar, şebekenin yükselen kenarın-



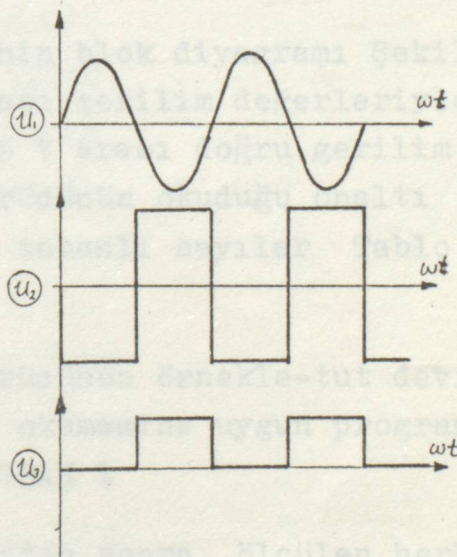
Analog-sayısal
dönüştürücü ve
bağlantı diyagramı

Şekil 21



Sıfır geçiş sezicisi

Şekil 22



da biter. Sayma sonucu 10^0 lik faz farkına karşılık gelen sayıyla karşılaştırılır. Frekans farkı en çok 0,2 Hz olduğundan faz açısının sıfırdan geçiş periyodu 5 saniye veya daha uzun bir süre olacaktır. Sıfır geçişlerden biri yeterince uzun sürerse kesiciye "kapat" komutu verilir. Sistem bir daha "reset" komutu alıncaya kadar devreden çıkar.

3.2.DENEYSEL ÇALIŞMA VE BULGULAR :

Gerilim ölçme ön çalışmaları MPF bilgisayar, HP 3314 fonksiyon generatör, Hitachi V-212 osiloskop, arabag (interfa-
ce) birimindeki örnekle-tut devresi ve analog sayısal dönüştürücü yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Daha önce de belirtildiği gibi, fazarası 380 V olan şebekenin % 10'u kadar bir fark gerilimde paralel bağlamada alternatör, anma akımı mertebesinde reaktif bir sirkülasyon akımıyla yüklenir ve buna izin verilebilir. Böylece izin verilen alt ve üst sınır gerilim değerleri 342 V ile 418 V olur.

Ölçümün yapıldığı düzenin blok diyagramı Şekil 19'dedir. 340 V ile 425 V fazarası gerilim değerleriyle bunlara karşılık gelen 4 V ile 5 V arası doğru gerilim değerleri, analog-sayısal dönüştürücünün okuduğu onaltı tabanlı sayılar ile karşılığı on tabanlı sayılar Tablo 1'-dedir.

Analog sayısal dönüştürücünün örnekle-tut devresiyle senkronize olarak gerilim okumasına uygun program Sayfa 33'de verilmiştir: PROGRAM 1

Gerilimlerin ölçülmesinden sonra, ölçülen herhangi iki gerilimin önceden belirlenen alt ve üst sınır değerlerle karşılaştırılması daha sonra da aralarındaki farkın öngörülen farktan küçük olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla 2 no.lu program uygulanmış ve olumlu

Program 1

```

LD    A,4FH
OUT   (6AH),A
LD    A,OFFH
OUT   (6BH),A
LD    A,OFH
OUT   (6BH),A
LD    A,@
IN    A,(69H)
BIT   2,A
JP    Z,VOLT
CALL  DELAY
IN    A,(68H)
RST   38H
LD    HL,0100H
DEC   HL
LD    A,H
OR    L
JP    NZ,DEL
RET
    
```

VOLT

DELAY

DEL

Program 2:

```

UMAX   EQU   0DA00H
UMIN   EQU   0DA01H
CALL   SGER   EQU   0D900H
AGER   EQU   0D901H
LD     START  LD   A,(SGER)
CALL   SINIR
JP     Z START
LD     FARK   LD   A,(SGER)
LD     D,A
LD     A,(AGER)
CP     D
JP     Z,TERS
    
```

P.2.

```

DELAY  MOV    HL
LD     A,H
OR     L
JP     NZ,DELAY
LD     A,OFFH
OUT    (69H),A
RET
    
```

Program 3:

```

LD     A,4FH
OUT    (6AH),A
LD     IX,0D800H
LD     HL
IN     A,(68H)
BIT   0,A
JP     Z,CIT
IN     A,(68H)
BIT   0,A
JP     Z,BAK
IN     A,(68H)
MOV   HL
BIT   0,A
JP     NZ,SAT1
IN     A,(68H),A
DEC   HL
BIT   0,A
JP     Z,SAYO
JP     TAB
LD     (IX),L
LD     (IX+01H),H
RET
    
```

```

SRET SUB D
      SUB 17H
      JP Z,FREK
      JP BUGEFF
TERS LD D,A
      LD A,(SGER)
      JP SRET
BUGEFF HALT
FREK RST 38H
SINIR LD D,A
      LD A,(UMIN)
      CP D
      JP C,SIN
      CCF
      CALL ALARM
      RET
SIN LD A,(UMAX)
      CP D
      RET Z
      CALL C,ALARM
      RET
ALARM LD A,OFFH
      OUT (6BH),A
      LD A,OPH
      OUT (6BH),A
      OUT (69H),A
      LD HL,0
      CALL DELAY
      RET
DELAY DEC HL
    
```

P.2.

```

DELAY DEC HL
      LD A,H
      OR L
      JP NZ,DELAY
      LD A,OFFH
      OUT (69H),A
      RET
    
```

Program 3:

```

LD A,4FH
OUT (6AH),A
LD IX,0D800H
LD
GIT IN A,(68H)
BIT O,A
JP Z,GIT
GEL IN A,(68H)
BIT O,A
JP NZ,GEL
BAK IN A,(68H)
BIT O,A
JP Z,BAK
SAYI IN A,(68H)
DEC HL
BIT O,A
JP NZ,SAYI
SAYO IN A,(68H),A
DEC HL
BIT O,A
JP Z,SAYO
JP YAZ
YAZ LD ((IX)),L
      LD ((IX+01H)),H
      RST 38H
    
```

Program 4:

FAZ	LD	A, OFFH			
	OUT	(6BH), A			
	LD	A, OFH			LD
	OUT	(6BH), A			OUT
	LD	A, OFFH			JP
	OUT	(69H), A		COMPG	LD
	LD	HL, 0			CP
DON	IN	A, (69H)			JP
	BIT	0, A			LD
	JP	Z, DON			CP
GIT	IN	A, (69H)			JP
	BIT	0, A			JP
	JP	NZ, GIT		COMPI	LD
GEL	IN	A, (69H)			CP
	BIT	0, A			JP
	JP	Z, GEL			LD
	BIT	1, A			CP
	JP	Z, GERI			JP
	JP	ILERI			JP
GERI	IN	A, (69H)		TAM	LD
	BIT	0, A			OUT
	JP	Z, GERI			JP
GER1	IN	A, (69H)			
	BIT	0, A			
	JP	NZ, GER1			
GER2	IN	A, (69H)			
	BIT	0, A			
	JP	Z, GER2			
GER	IN	HL			
	BIT	1, A			
	JP	Z, GER			
	LD	A, 7FH			
	OUT	(69H), A			
	JP	COMPG			
ILERI	IN	A, (69H)			
	BIT	1, A			
	JP	Z, ILERI			
ILER1	IN	A, (69H)			
	BIT	1, A			
	JP	NZ, ILER1			
ILER2	IN	A, (69H)			
	BIT	1, A			
	JP	Z, ILER2			
ILER	INC	HL			
	BIT	0, A			
	JP	Z, ILER			

Program 5

	LD	B,09H	TABL1	
1.	FB00	0609	23.	FB30
	LD	D,L		DEFB 04H
2.	FB02	55	24.	FB30 04
	LD	C,01H		DEFB 20H
3.	FB03	0E01	25.	FB31 20
	LD	IX,TABL1		DEFB 4AH
4.	FB05	DD2130FB	26.	FB32 4A
	LD	IY,TABL2		DEFB 7F
5.	FB09	FD2138FB	27.	FB33 7F
DEVAM	INC	IX		DEFB 9BH
6.	FB0D	DD23	28.	FB34 9B
	INC	IY		DEFB 0C4H
7.	FB0F	FD23	29.	FB35 C4
	DJNZ	ALARM		DEFB 0E6
8.	FB11	101C	30.	FB36 E6
	DEC	C		DEFB 0FDH
9.	FB13	0D	31.	FB37 FD
	LD	A,(IX)	TABL2	
10.	FB14	DD7E00	32.	FB38
	CP	D		DEFB 08H
11.	FB17	BA	33.	FB38 08
	JR	C,BUYUK		DEFB 36H
12.	FB18	3804	34.	FB39 36
	JR	Z,ESIT		DEFB 66H
13.	FB1A	2805	35.	FB3A 66
	JR	KUCUK		DEFB 8EH
14.	FB1C	1806	36.	FB3B 8E
BUYUK	JP	DEVAM		DEFB 0B3H
15.	FB1E	C30DFB	37.	FB3C B3
ESIT	JP	YAZ		DEFB 0D6H
16.	FB21	C329FB	38.	FB3D D6
KUCUK	LD	A,00H		DEFB 0F6H
17.	FB24	3E00	39.	FB3E F6
	CP	C		0 ERRORS
18.	FB26	B9		
	JR	NZ,ALARM		
19.	FB27	2006		
YAZ	LD	A,(IY)		
20.	FB29	FD7E00		
	LD	(IX+20),		
A				
21.	FB2C	DD7714		
ALARM	HALT			
22.	FB2F	76		

sonuç alınmıştır. Bunun için karşılaştırılacak olan ölçülmüş gerilim değerleri RAM'daki 00900H ve 0D90IH adreslerine önceden yüklenmiş ve program çeşitli gerilim değerleriyle denenerek başarılı olduğu görülmüştür.

Bu program çalıştırıldığında gerilimlerden biri veya ikisi sınırlar dışında ise alarm verip başa döner. Gerilimlerin ikisi de sınırlar içinde fakat iki gerilim farkı öngörülenden büyük ise alarm ile birlikte HALT'a geçer. Gerilimlerin ikisi de sınırlar içinde ve fark gerilim de öngörülenden küçük ise program RST 38H'e geçer. Senkronizasyonda aranan ikinci eşitlik, daha önce frekansların eşitliği olarak belirtilmiştir. Bu amaçla yapılan frekans ölçümlerinde yine MPF bilgisayar, HP 3314 osiloskop ve bir adet sıfır geçiş sezicisi kullanılmıştır. Z-80 PIO'ya ait A kapısının giriş modunda D7 biti kullanılarak Sayfa 34'teki 3 no.lu program yardımıyla 43 Hz ile 54 Hz arasındaki frekanslar belirli aralıklarla ölçülüp iki ayrı tablo oluşturulmuştur. Burada amaç, ölçülen frekansları 0,5 Hz'lik aralarla yuvarlatmak böylece frekans eşitleme sırasında bir yaklaştırma sağlamak olmuştur.

Frekans sınırları seçilirken özellikle gemi şebekelerinde tek alternatörün fazla yüklenmesi durumunda frekansının aşırı düştüğü gözleminden hareketle alt frekans sınırı 43 Hz, üst frekans sınırı 54 Hz alınmıştır. Böylelikle alternatörlerden biri aşırı yük altında tek başına zorlanırken, paralellenecek ikinci alternatörün de düşük frekansta senkronizasyonu sağlanmış olacaktır. Program içinde karşılaştırma işlemi sırasında işlem kısalığı için frekans bilgisinin tek bayt uzunluğa düşmesi düşünüldüğünden HL kayıtçı çiftine 04A8H yüklenerek geriye sayma yaptırılmıştır. Bu şekilde frekans alt ve üst sınırlarınının 00H ve 0FFH olmasıyla H kayıtçısında sıfırdan farklı bir sayının görülmesi sınırlar dışında bir frekans okunduğunu gösterecektir. Bu programla elde edilen frekans

tabloları Tablo 2 ve Tablo 3'te verilmiştir. Frekans okuma çalışmalarının ikinci aşamasında, alt ve üst sınırlar arasındaki herhangi bir frekansın tablolara göre yuvarlatılması için 5 numaralı program uygulanmıştır. Tablolar önceden belleğe yüklenmiştir. Bağlantı şeması Şekil 24'dedir.

Ön çalışmaların sonuncusu faz açısı okumak için yapılmıştır. Bu amaçla iki adet sıfır geçiş sezicisiyle birlikte Şekil 23'deki faz kaydırıcı devreden ve frekans ölçümündeki cihazlar ve mantıktan yararlanılmıştır. Faz açısının en büyük değerinin belirlenmesinde ilkin her yuvarlatılmış frekans değeri için ayrı faz açısı hesaplanması düşünülmüştür. Yakın frekanslarda bulunan değerlerin eşit çıkması üzerine belli aralıklarla az sayıda frekans değeri için faz açısı belirlenmesi yoluna gidilmiştir. Bulunan sayılar birbirine çok yakın olduğundan bundan da vazgeçilerek sadece 50 Hz için 10 derecelik faz farkına karşılık bir değer belirlenmiştir. Bu amaçla çalıştırılan 4 no.lu program sayfa 36'dadır.

Bu programda frekans karşılaştırmada olduğu gibi PIO B kapısına bağlı farklı renklerde üç LED yardımıyla sinüsoidal iki işaret arasındaki faz açısının ileri veya geri olduğu belirlenmektedir.

Sonuçta üç ayrı aşamada A) Gerilim ölçümü ve karşılaştırma, B) Frekans ölçümü karşılaştırma ve ayarlama (Yükseltme ve düşürme), C) Faz açısı ölçümü ve paralel bağlama işlemleri için gerekli program örnekleri elde edilmiş ve bunlardan yararlanarak sistemin tümünü bir bütün halinde çalıştıracak son program derlenmiştir.

TABLO 1

U(AC)	Ondalık	Onaltılık	U(DC)
25V	255	FF	5V
20	252	FC	
15	249	F9	
10	246	F6	
05	243	F3	
00	240	F0	
95	237	ED	
90	234	EA	
85	231	E7	
80	228	E4	
75	225	E1	
70	222	DE	
65	219	DB	
60	216	D8	
55	213	D5	
50	210	D2	
45	207	CF	
40	204	CC	4V

TABLO 2

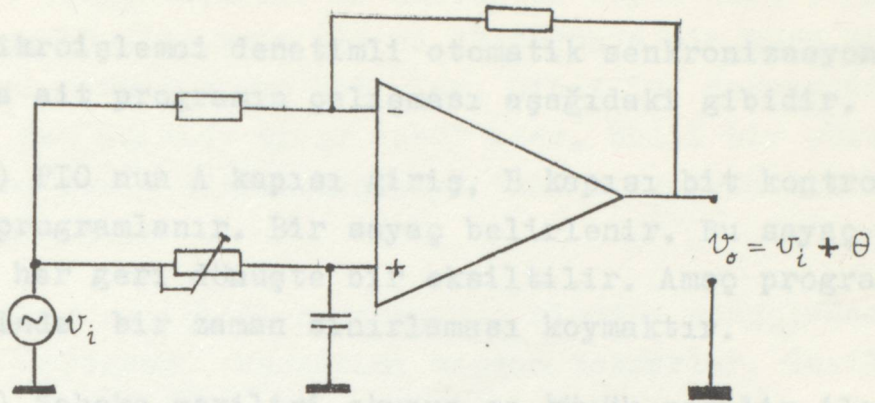
f	L kayıtçısı
43	02
43,5	10
44	1D
44,5	2A
45	37
45,5	44
46	50
46,5	5C
47	68
47,5	73
48	7E
48,5	89
49	94
49,5	9F
50	A9
50,5	B3
51	BD
51,5	C7
52	D0
52,5	D9
53	E3
53,5	EB
54	F5
54,5	FE

TABLO 3

f	L kayıtçısı
42,7	00
43,2	08
43,7	15
44,2	22
44,7	2F
45,2	3C
45,7	49
46,2	55
46,7	60
47,2	6C
47,7	78
48,2	82
48,7	8D
49,2	98
49,7	A3
50,2	AC
50,7	B6
51,2	C0
51,7	CA
52,2	D4
52,7	DD
53,2	E6
53,7	F0
54,2	F8

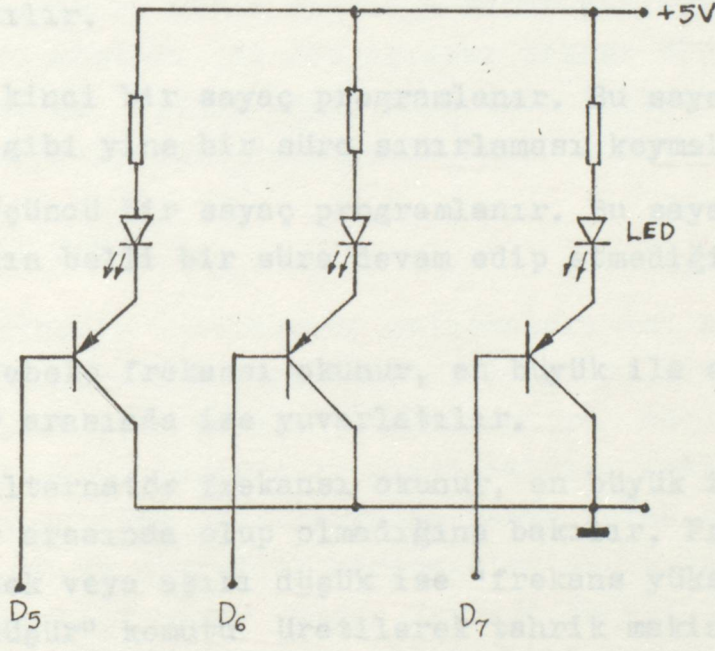
Sekil 24

3.3. Programın Akış Diyagramı ve İşleyişi :



Faz kaydırıcı devre

Şekil 23



Şekil 24

3.3. Programın Akış Diyagramı ve İşleyişi :

Mikroişlemci denetimli otomatik senkronizasyon cihazına ait programın çalışması aşağıdaki gibidir.

a) PIO nun A kapısı giriş, B kapısı bit kontrol moduna programlanır. Bir sayaç belirlenir. Bu sayaç programdaki her geri dönüşte bir eksiltilir. Amaç programın işleyişinde bir zaman sınırlaması koymaktır.

b) Şebeke gerilimi okunup en büyük gerilim ile en küçük gerilim arasında olup olmadığı kontrol edilir.

c) Alternatör gerilimi okunup en büyük gerilim ile en küçük gerilim arasında olup olmadığı kontrol edilir.

d) Şebeke gerilimiyle alternatör gerilimi arasındaki farkın izin verilen fark gerilimden büyük olup olmadığına bakılır.

e) İkinci bir sayaç programlanır. Bu sayaçın görevi birincisi gibi yine bir süre sınırlaması koymaktır.

f) Üçüncü bir sayaç programlanır. Bu sayaç, sıfır faz açısının belli bir süre devam edip etmediğini sayacaktır.

g) Şebeke frekansı okunur, en büyük ile en küçük frekanslar arasında ise yuvarlatılır.

h) Alternatör frekansı okunur, en büyük ile en küçük frekanslar arasında olup olmadığına bakılır. Frekans aşırı yüksek veya aşırı düşük ise "frekans yükselt" veya "frekans düşür" komutu üretilerek tahrik makinasının devir sayısı ayarlanır.

i) Şebeke frekansı ile alternatör frekansı karşılaştırılır. Aralarında 0,2 Hz fark kalıncaya kadar tahrik makinasına "frekans düşür" veya "frekans yükselt" komutu gönderilir.

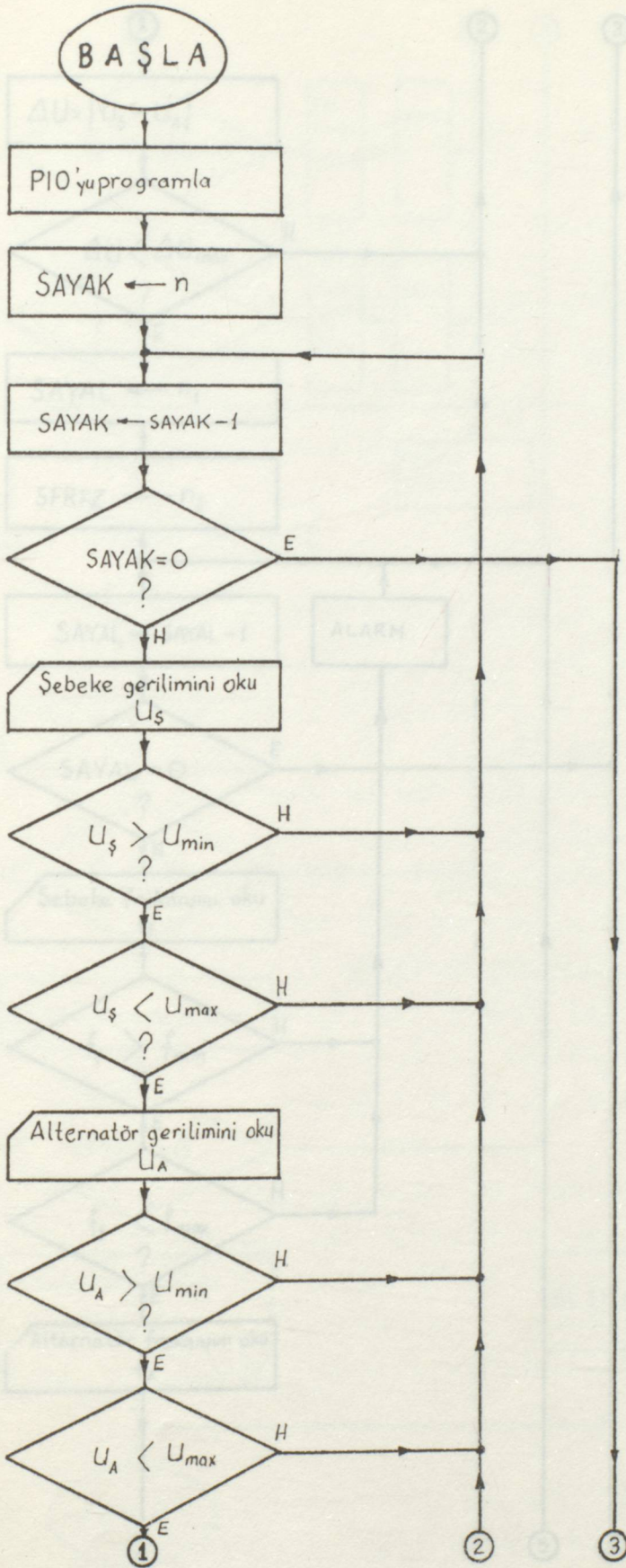
i) Alternatör gerilimi ile şebeke gerilimi arasındaki faz açısı ölçülür. 10 dereceden büyük ise, beklenir. Faz açısı 10 derecenin altına düştüğünde bir süre beklenir. Bu süreyi üçüncü sayaç belirler. Cihaz 10 derecenin altındaki faz açısını sıfır kabul eder, belli bir süre sıfır faz açısı devam ederse kesiciye "KAPAT" komutu verir ve devreden çıkar.

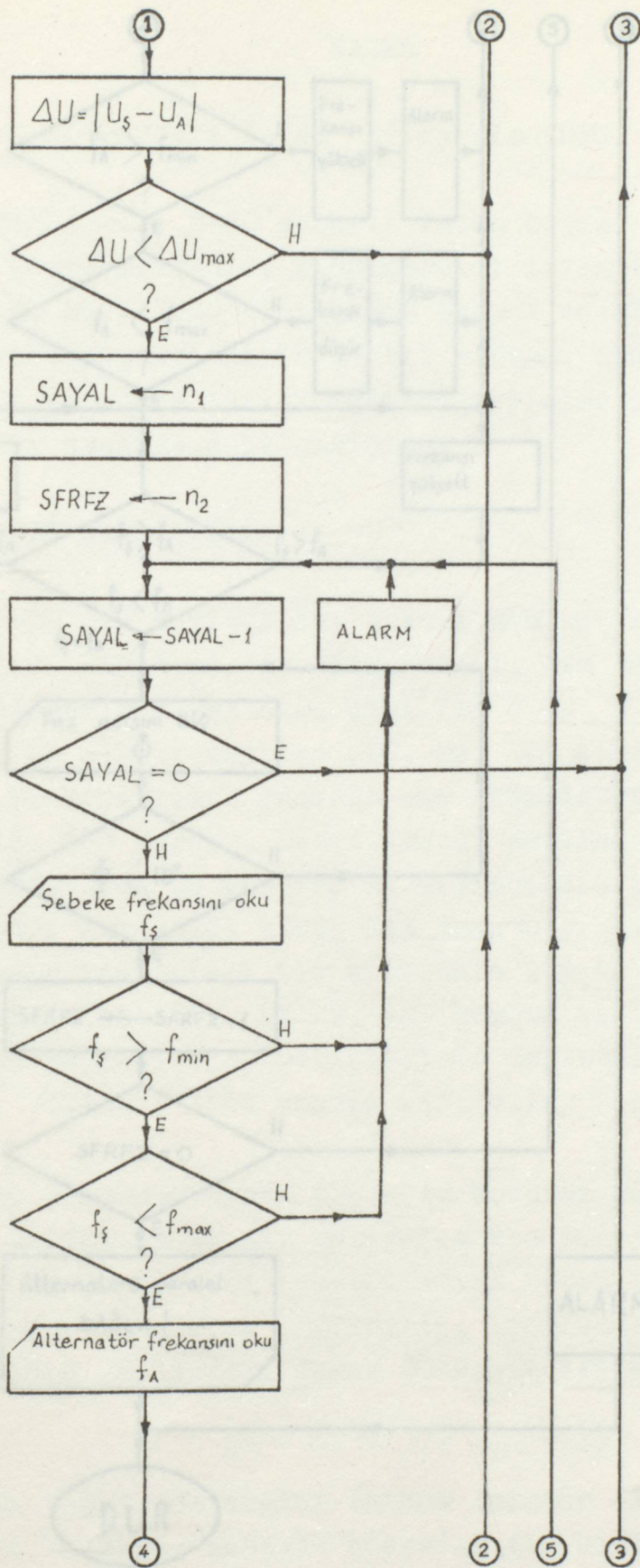
Cihaz bu işlemler sırasında olumsuz sonuçlanan her ölçümde o program aşamasını baştan tekrarlar. Gerilim ölçümünde bir aksama varsa gerilim ölçme aşaması baştan başlar ve birinci sayaç kaç defa tekrarlandığını geriye doğru sayar. Sıfıra kadar düşerse alarm verir. Frekans ölçüm ve ayar bölümünde her karşılaştırmada, istenen şartlar sağlanmaması durumunda ve çıkış komutlarında ikinci sayaç geriye doğru sayar. Sıfır olduğunda alarm verir.

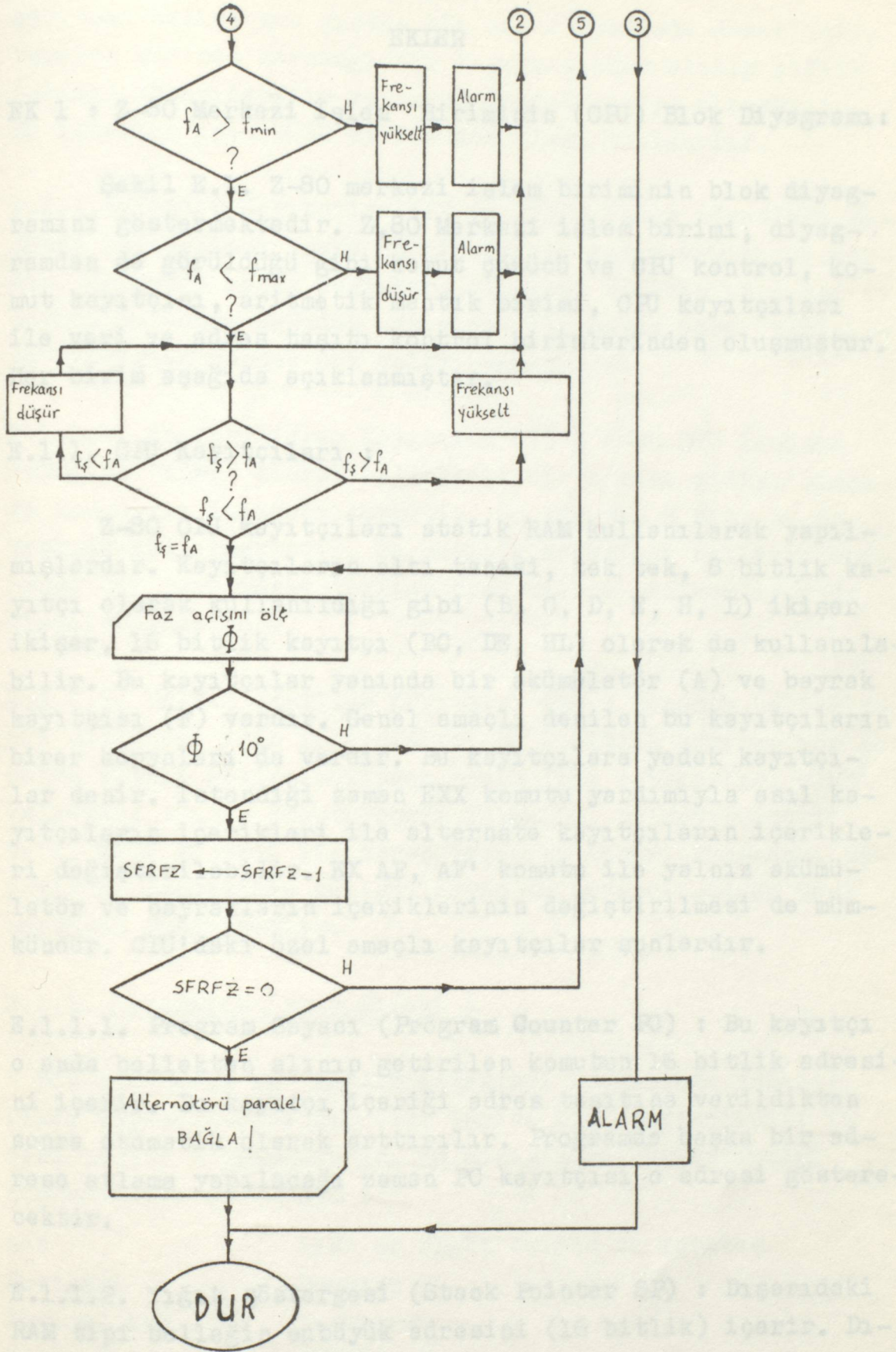
Faz açısını sıfır oluncaya kadar beklerken her dönüşte frekansları ve faz açısını tekrar ölçer. Sıfır faz açısını da üçüncü sayaç daha önce belirtildiği gibi bir süre bekler. Süre dolduğunda KAPAT komutu verir.

TARTIŞMA VE SONUÇ :

Bu cihazın laboratuvar çalışmaları iki ayrı sinüs generatör yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Cihazın işlerlik kazanabilmesi için şebeke ve alternatöre bağlanıp aşağıdaki uygulama ve çalışmalar yapılacaktır. Şekil 18.b'de belirtilen gerilim trafolarından başka gelen sinüsoidal gerilimin 50 Hz dışındaki harmoniklerini ve geçici bileşenleri süzecek birer süzgeç devresi de kullanılacaktır. Senkron alternatör üzerinde tahrik makinasının eylemsizliğinden meydana gelecek gecikmeler ölçülecek, buna göre programda gerekli zamanlamalar yapılacak, gereken yerlere gecikme programları eklenecektir. Faz açısının 10 derecenin altına düşmesi durumunda "kapat" komutu için kesicinin zaman sabiti göz önüne alınarak uygun gecikme programa konulacaktır.







EKLER

EK 1 : Z-80 Merkezi İşlem Biriminin (CPU) Blok Diyagramı:

Şekil E.1. Z-80 merkezi işlem biriminin blok diyagramını göstermektedir. Z,80 Merkezi işlem birimi, diyagramdan da görüldüğü gibi komut çözücü ve CPU kontrol, komut kayıtçısı, aritmetik mantık birimi, CPU kayıtçıları ile veri ve adres taşıtı kontrol birimlerinden oluşmuştur. Her birim aşağıda açıklanmıştır.

E.1.1. CPU Kayıtçıları :

Z-80 CPU kayıtçıları statik RAM kullanılarak yapılmışlardır. Kayıtçıların altı tanesi, tek tek, 8 bitlik kayıtçı olarak kullanıldığı gibi (B, C, D, E, H, L) ikişer ikişer, 16 bitlik kayıtçı (BC, DE, HL) olarak da kullanılabilir. Bu kayıtçılar yanında bir akümülatör (A) ve bayrak kayıtçısı (F) vardır. Genel amaçlı denilen bu kayıtçıların birer kopyaları da vardır. Bu kayıtçılara yedek kayıtçılar denir. İstendiği zaman EXX komutu yardımıyla asıl kayıtçıların içerikleri ile alternate kayıtçıların içerikleri değiştirilebilir. EX AF, AF' komutu ile yalnız akümülatör ve bayrakların içeriklerinin değiştirilmesi de mümkündür. CPU'daki özel amaçlı kayıtçılar şunlardır.

E.1.1.1. Program Sayacı (Program Counter PC) : Bu kayıtçı o anda bellekten alınıp getirilen komutun 16 bitlik adresini içerir. Bu kayıtçı içeriği adres taşıtına verildikten sonra otomatik olarak arttırılır. Programda başka bir adrese atlama yapılacağı zaman PC kayıtçısı o adresi gösterecektir.

E.1.1.2. Yığıt Göstergesi (Stack Pointer SP) : Dışarıdaki RAM tipi belleğin enbüyük adresini (16 bitlik) içerir. Dı-

şarındaki bellek son giren- ilk çıkan şeklinde düzenlenir. Verilen CPU'nun herhangi bir kayıtçısından alınıp yığıta (stack) aktarılabilir ve gene oradan geriye alınabilir. Bu işlemler için PUSH ve POP komutları kullanılır.

E.1.1.3. İndex Kayıtçılar (IX ve IY) : İndex adresleme modunda kullanılmak üzere 16 bitlik iki index kayıtçısı vardır. Bu modda index register, alınacak datanın adresini içerir. Bu modda yapılan adresleme ile büyük veri tabloları ile işlem yapmak çok kolaylaşmaktadır.

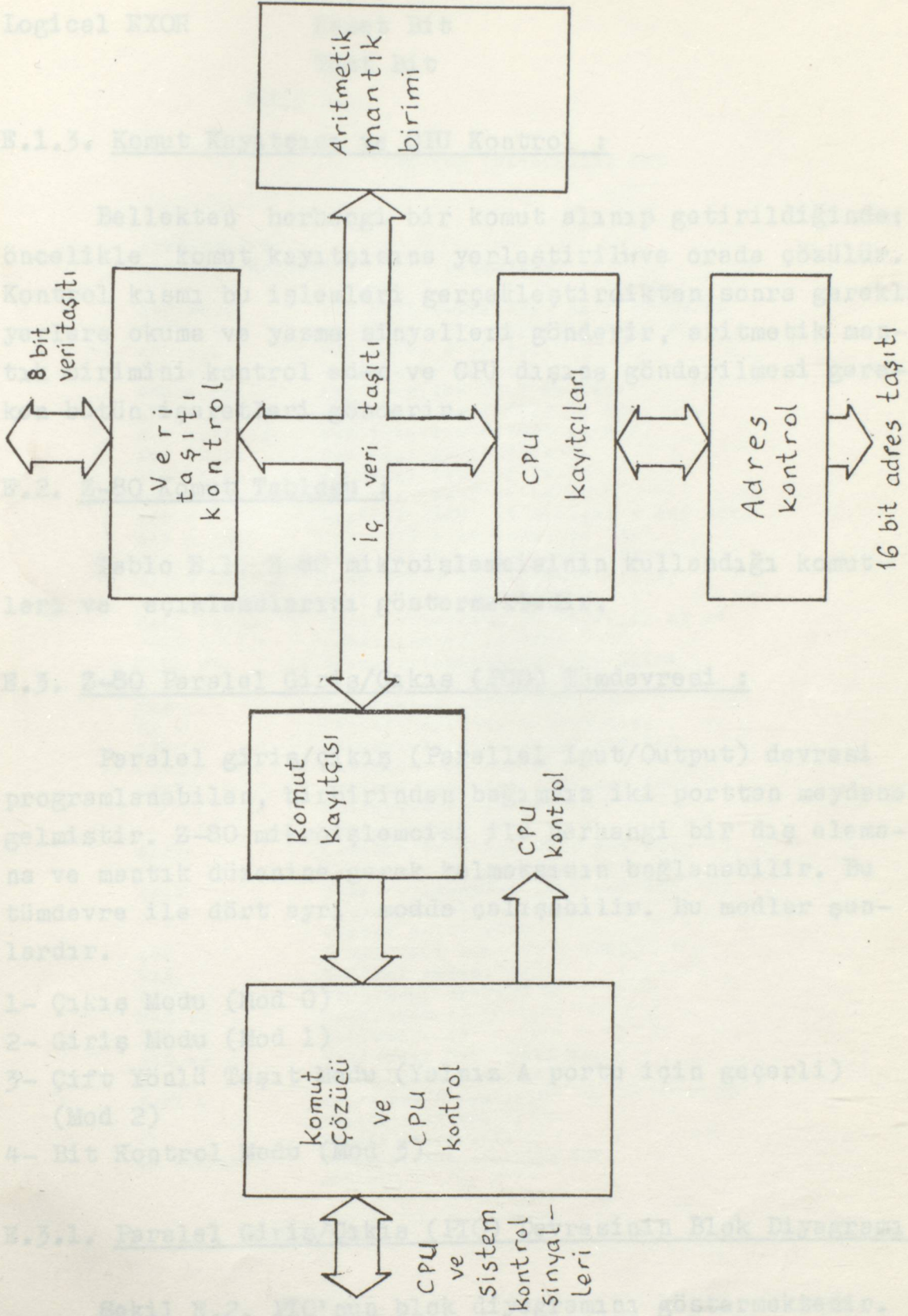
E.1.1.4. Kesinti Adres Kayıtçısı (I) : Z-80 CPU kesinti isteğine tepki olarak bellekteki bir adrese gidip, oradaki komutları işleyebilmektedir. Bu adresin 8 biti bu kayıtçıda saklanmaktadır. Bu özellik sayesinde bellekte herhangi bir yere yerleştirilen programlara minimum zamanda ulaşılabilir.

E.1.1.5. Bellek Yenileme Kayıtçısı (R) : Dinamik belleklerin kullanımını için yapılmıştır. Bu 7 bitlik kayıtçı her komutun alınıp getirilmesinden sonra bir arttırılır. CPU bellekten alınan komutu çözüp işlerken, bu kayıtçadaki veri, \overline{RFSH} sinyali ile adres taşıtına konur. Programcı tarafından genellikle kullanılmayan bu kayıtçı, bazen test amacıyla yüklenebilir.

E.1.2. Aritmetik İşlem Birimi :

8 bit aritmetik ve mantık işlemleri bu birimde yapılır. Diğer kayıtçılar ve dış veri taşıtı ile bağlantısını iç veri taşıtı sağlamaktadır. Bu birimin gerçekleştirdiği fonksiyonlar şunlardır :

Add	Left or right shifts or rotates
Subtract	Compare
Logical And	Increment
Logical Or	Decrement
	Set bit



Şekil E1

Logical EXOR

Reset Bit

Test Bit

E.1.3. Komut Kayıtçısı ve CPU Kontrol :

Bellekten herhangi bir komut alınıp getirildiğinde; öncelikle komut kayıtçısına yerleştirilir ve orada çözülür. Kontrol kısmı bu işlemleri gerçekleştirdikten sonra gerekli yerlere okuma ve yazma sinyalleri gönderir, aritmetik mantık birimini kontrol eder ve CPU dışına gönderilmesi gereken bütün işaretleri gönderir.

E.2. Z-80 Komut Tablosu :

Tablo E.1. Z-80 mikroişlemcisinin kullandığı komutları ve açıklamalarını göstermektedir.

E.3. Z-80 Paralel Giriş/Çıkış (PCO) Tümdevresi :

Paralel giriş/çıkış (Parallel Input/Output) devresi programlanabilen, birbirinden bağımsız iki porttan meydana gelmiştir. Z-80 mikroişlemcisi ile herhangi bir dış elemana ve mantık düzenine gerek kalmaksızın bağlanabilir. Bu tümdevre ile dört ayrı modda çalışabilir. Bu modlar şunlardır.

- 1- Çıkış Modu (Mod 0)
- 2- Giriş Modu (Mod 1)
- 3- Çift Yönlü Taşıt Modu (Yalnız A portu için geçerli)
(Mod 2)
- 4- Bit Kontrol Modu (Mod 3)

E.3.1. Paralel Giriş/Çıkış (PIO) Devresinin Blok Diyagramı :

Şekil E.2. PIO'nun blok diyagramını göstermektedir.

TABLO E.1

Z80-CPU INSTRUCTION SET

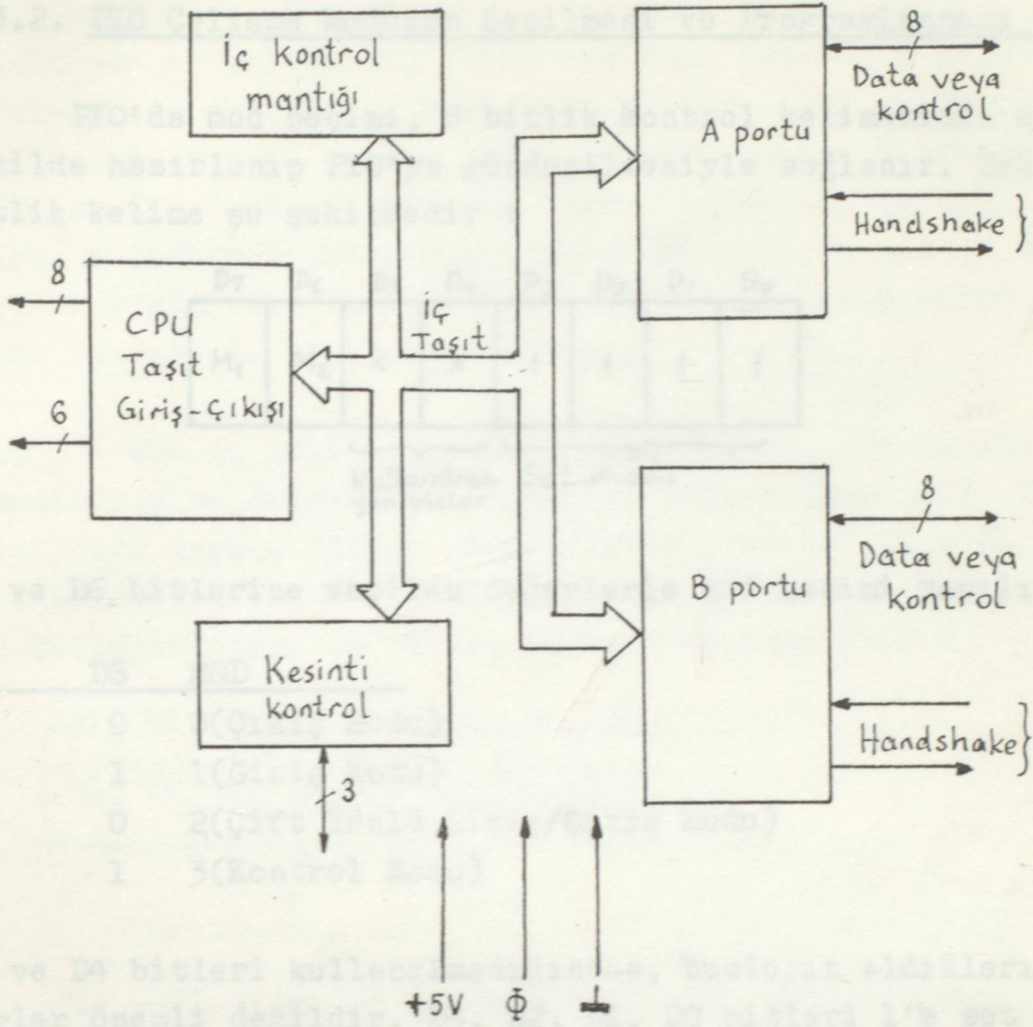
ALPHABETICAL ASSEMBLY MNEMONIC	OPERATION
ADC HL,ss	Add with Carry Reg. pair ss to HL
ADC A,s	Add with carry operand s to Acc.
ADD A,n	Add value n to Acc.
ADD A,r	Add Reg. r to Acc.
ADD A,(HL)	Add location (HL) to Acc.
ADD A,(IX+d)	Add location (IX+d) to Acc.
ADD A,(IY+d)	Add location (IY+d) to Acc.
ADD HL,ss	Add Reg. pair ss to HL
ADD IX,pp	Add Reg. pair pp to IX
ADD IY,rr	Add Reg. pair rr to IY
AND s	Logical AND of operand s and Acc.
BIT b,(HL)	Test BIT b of location (HL).
BIT b,(IX+d)	Test BIT b of location (IX+d)
BIT b,(IY+d)	Test BIT b of location (IY+d)
BIT b,r	Test BIT b of Reg. r
CALL cc,nn	Call subroutine at location nn if condition cc is true
CALL nn	Unconditional call subroutine at location nn
CCF	Complement carry flag
CP s	Compare operand s with Acc.
CPD	Compare location (HL) and Acc. decrement HL and BC
CPDR	Compare location (HL) and Acc. decrement HL and BC, repeat until BC=0
CPI	Compare location (HL) and Acc. increment HL and decrement BC
CPIR	Compare location (HL) and Acc. increment HL, decrement BC repeat until BC=0
CPL	Complement Acc. (1's comp)
DAA	Decimal adjust Acc.
DEC m	Decrement operand m
DEC IX	Decrement IX
DEC IY	Decrement IY
DEC ss	Decrement Reg. pair ss
DI	Disable interrupts
DJNZ e	Decrement B and Jump relative if B≠0
EI	Enable interrupts
EX (SP),HL	Exchange the location (SP) and HL

EX (SP),IX	Exchange the location (SP) and IX
EX (SP),IY	Exchange the location (SP) and IY
EX AF,AF'	Exchange the contents of AF and AF'
EX DE,HL	Exchange the contents of DE and HL
EXX	Exchange the contents of BC,DE,HL with contents of BC',DE',HL' respectively
HALT	HALT (wait for interrupt or reset)
IM 0	Set interrupt mode 0
IM 1	Set interrupt mode 1
IM 2	Set interrupt mode 2
IN A,(n)	Load the Acc. with input from device n
IN r,(C)	Load the Reg. r with input from device (C)
INC (HL)	Increment location (HL)
INC IX	Increment IX
INC (IX+d)	Increment location (IX+d)
INC IY	Increment IY
INC (IY+d)	Increment location (IY+d)
INC r	Increment Reg. r
INC ss	Increment Reg. pair ss
IND	Load location (HL) with input from port (C), decrement HL and B
INDR	Load location (HL) with input from port (C), decrement HL and decrement B, repeat until B=0
INI	Load location (HL) with input from port (C); and increment HL and decrement B
INIR	Load location (HL) with input from port (C), increment HL and decrement B, repeat until B=0
JP (HL)	Unconditional Jump to (HL)
JP (IX)	Unconditional Jump to (IX)
JP (IY)	Unconditional Jump to (IY)
JP cc,nn	Jump to location nn if condition cc is true
JP nn	Unconditional jump to location nn
JR C,e	Jump relative to PC+e if carry=1
JR e	Unconditional Jump relative to PC+e
JR NC,e	Jump relative to PC+e if carry=0

LDI	Load location (DI) with location (HL).
LDI	Load location (DI) with location (HL).
JR NZ, e	Jump relative to PC+e if non zero (Z=0)
JR Z, e	Jump relative to PC+e if zero (Z=1)
LD A, (BC)	Load Acc. with location (BC)
LD A, (DE)	Load Acc. with location (DE)
LD A, I	Load Acc. with I
LD A, (nn)	Load Acc. with location nn
LD A, R	Load Acc. with Reg. R
LD (BC), A	Load location (BC) with Acc.
LD (DE), A	Load location (DE) with Acc.
LD (HL), n	Load location (HL) with value n
LD dd, nn	Load Reg. pair dd with value nn
LD dd, (nn)	Load Reg. pair dd with location (nn)
LD HL, (nn)	Load HL with location (nn)
LD (HL), r	Load location (HL) with Reg. r
LD I, A	Load I with Acc.
LD IX, nn	Load IX with value nn
LD IX, (nn)	Load IX with location (nn)
LD (IX+d), n	Load location (IX+d) with value n
LD (IX+d), r	Load location (IX+d) with Reg. r
LD IY, nn	Load IY with value nn
LD IY, (nn)	Load IY with location (nn)
LD (IY+d), n	Load location (IY+d) with value n
LD (IY+d), r	Load location (IY+d) with Reg. r
LD (nn), A	Load location (nn) with Acc.
LD (nn), dd	Load location (nn) with Reg. pair dd
LD (nn), HL	Load location (nn) with HL
LD (nn), IX	Load location (nn) with IX
LD (nn), IY	Load location (nn) with IY
LD R, A	Load R with Acc.
LD r, (HL)	Load Reg. r with location (HL)
LD r, (IX+d)	Load Reg. r with location (IX+d)
LD r, (IY+d)	Load Reg. r with location (IY+d)
LD r, n	Load Reg. r with value n
LD r, r'	Load Reg. r with Reg. r'
LD SP, HL	Load SP with HL
LD SP, IX	Load SP with IX
LD SP, IY	Load SP with IY
LDD	Load location (DE) with location (HL), decrement DE, HL and BC
LDDR	Load location (DE) with location (HL), decrement DE, HL and BC; repeat until BC=0

LDI	Load location (DE) with location (HL), increment DE,HL, decrement BC
LDIR	Load location (DE) with location (HL), increment DE,HL, decrement BC and repeat until BC=0
NEG	Negate Acc. (2's complement)
NOP	No operation
OR s	Logical 'OR' of operand s and Acc.
OTDR	Load output port (C) with location (HL) decrement HL and B, repeat until B=0
OTIR	Load output port (C) with location (HL), increment HL, decrement B, repeat until B=0
OUT (C),r	Load output port (C) with Reg. r
OUT (n),A	Load output port (n) with Acc.
OUTD	Load output port (C) with location (HL), decrement HL and B
OUTI	Load output port (C) with location (HL), increment HL and decrement B
POP IX	Load IX with top of stack
POP IY	Load IY with top of stack
POP qq	Load Reg. pair qq with top of stack
PUSH IX	Load IX onto stack
PUSH IY	Load IY onto stack
PUSH qq	Load Reg. pair qq onto stack
RES b,m	Reset Bit b of operand m
RET	Return from subroutine
RET cc	Return from subroutine if condition cc is true
RETI	Return from interrupt
RETN	Return from non maskable interrupt
RL m	Rotate left through carry operand m
RLA	Rotate left Acc. through carry
RLC (HL)	Rotate location (HL) left circular
RLC (IX+d)	Rotate location (IX+d) left circular
RLC (IY+d)	Rotate location (IY+d) left circular
RLC r	Rotate Reg. r left circular
RLCA	Rotate left circular Acc.
RLD	Rotate digit left and right between Acc. and location (HL)
RR m	Rotate right through carry operand m
RRA	Rotate right Acc. through carry
RRC m	Rotate operand m right circular

RRCA	Rotate right circular Acc.
RRD	Rotate digit right and left between Acc. and location (HL)
RST p	Restart to location p
SBC A,s	Subtract operand s from Acc. with carry
SBC HL,ss	Subtract Reg. pair ss from HL with carry
SCF	Set carry flag (C=1)
SET b,(HL)	Set Bit b of location (HL)
SET b,(IX+d)	Set Bit b of location (IX+d)
SET b,(IY+d)	Set Bit b of location (IY+d)
SET b,r	Set Bit b of Reg. r
SLA m	Shift operand m left arithmetic
SRA m	Shift operand m right arithmetic
SRL m	Shift operand m right logical
SUB s	Subtract operand s from Acc.
XOR s	Exclusive 'OR' operand s and Acc.

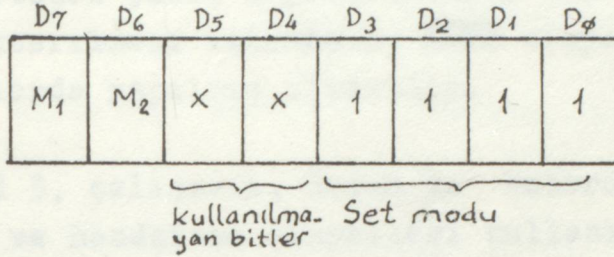


PIO blok diyagramı

Şekil E 2

E.3.2. PIO Çalışma Modunun Seçilmesi ve Programlanması :

PIO'da mod seçimi, 8 bitlik kontrol kelimesinin uygun şekilde hazırlanıp PIO'ya gönderilmesiyle sağlanır. Sekiz bitlik kelime şu şekildedir :



D7 ve D6 bitlerine verilen değerlerle mod seçimi yapılır.

D7	D6	MOD
0	0	0(Çıkış Modu)
0	1	1(Giriş Modu)
1	0	2(Çift Yönlü Giriş/Çıkış Modu)
1	1	3(Kontrol Modu)

D5 ve D4 bitleri kullanılmadığından, bunların aldıkları değerler önemli değildir. D3, D2, D1, D0 bitleri 1'e set edilerek, set modunda çalışıldığı belirtilir.

MOD 0 : Bu modda; CPU tarafından, portun çıkış kayıtçısına yazılan herhangi bir verinin, portun veri taşıtına yüklenmesi sağlanır. CPU, porta, istenilen herhangi bir anda, yeni bir veri kelimesi yükleyerek çıkış kayıtçısının içeriğini değiştirebilir. Çıkış kayıtçısının herhangi bir andaki değeri giriş komutuyla okunabilir.

MOD 1 : Bu mod, portu giriş moduna sokar. "Handshake" çalışmasını başlatabilmek için CPU porttan bir okuma işlemini gerçekleştirir.

MOD 2 : Tüm "Handshake" sinyallerinin kullanıldığı bu modda iki yönde veri iletimi yapılır. Bu modda yalnızca A portu

kullanılabilir. Bu mod, çıkış kontrolü için A portunun handshake sinyallerini, giriş kontrolü için de B portunun handshake sinyallerini kullanır. Böylece ARDY ve BRDY sinyalleri aynı anda aktif olur. Bu modun çıkış olarak kullanılması ile "mod 0" arasında işlem farklılığı vardır. Bu fark; A portunun çıkış kayıtçısındaki verinin portun veri taşıtına aktarılması işleminin, \overline{ASTB} sinyalinin aktif olduğu zamanlarda yapılmış olmasıdır.

MOD 3 : Mod 3, çalışması, durum ve kontrol uygulamalı için amaçlanmış ve handshake sinyalleri kullanılmamıştır. Bu mod seçildiği zaman, PIO'ya gönderilecek olan bir sonraki kontrol kelimesi, portun veri taşıtının giriş veya çıkış olduğunu belirtmelidir. Bu kelime şöyle düzenlenmiştir :

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
I/O ₇	I/O ₆	I/O ₅	I/O ₄	I/O ₃	I/O ₂	I/O ₁	I/O ₀

Bu bitlerden herhangi birinin 1 olması, 0 bite karşı düşen veri taşıt hattının giriş olması demektir. Tersine olarak 0 olması da çıkış olması anlamına gelmektedir.

KAYNAKLAR

- (1) Senkronizasyon ve Paralel Bağlama Tesisleri,
Prof.Dr.Mustafa Bayram, İ.T.Ü.,1981
- (2) Elektrik Makinalarının Temelleri,
Prof.Dr.M.Kemal Sarıoğlu, İ.T.Ü., 1981
- (3) Gemi Elektriği Dersleri, Yük.Müh.Adnan Kaynar,
Em.Tümamiral, İ.T.Ü., 1965.
- (4) Regülatörler, Prof.Dr.Mehmet İnan, İ.T.Ü., 1973.
- (5) Elektrik Makinaları Dersleri, Cilt III, Kısım I,
Prof.Dr.Turgut Boduroğlu, İ.T.Ü.,
- (6) Regulateurs, A.Action Rapide, Type JB 1/1
Brown, Boveri CIE, Baden-SUISSE
- (7) Build Your Own Z-80 Computer, S.Ciarcia.
- (8) Z-80 Assembly Language Programming, L.Leventhal,
1979, Mc Graw-Hill.
- (9) Elektronik Devreler, Yard.Doç.Dr.Halit Pastacı,
Nesil Matbaacılık Yayın San.Tic.A.Ş.1986, İst.
- (10) Technical Manual Z-80 Microprocessors Family 3 rd.
Edition, Dec.1984, SGS-ATES.
- (11) Linear Data Book, National Semicon,Co.

ÖZGEÇMİŞ

- Adı Soyadı : Sevdet Yavuz
- Doğum Yeri ve Yılı : Manastır, 1954
- İlk Öğrenim : 1961 'de girdiğim İ.A.Gövsa İlkokulunu 1966 'da bitirdim.
- Orta Öğrenim : 1966 'da Şehremini Orta Okulunda başlayan orta öğrenimimi Davut Paşa Lisesi'nde 1973'te tamamladım.
- Yüksek öğrenim : 1973 te girdiğim İ.D.M.M.A.Elektrik Fakültesi gece bölümünden 1980'de mezun oldum.
- Üniversite Sonrası : 1984 yılından bu yana Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Yüksek lisans öğrencisiyim.

1981 ile 1983 yılları arası iki yıla yakın bir süre Cerrahoğulları A.Ş.ne ait M/V M.Ereğli ve Işıkdeniz A.Ş.ne ait Celal Cesur gemilerinde Elektrik Zabiti olarak görev yaptım. 1984'te Yıldız Üniversitesi Kocaeli Müh.Fak. Elektrik Müh. Bölümünde Arş.Gör. olarak göreve başladım. 1986 yılı başından bu yana Dokuz Eylül Üniversitesi M.M.F.Elektrik ve Elektronik Müh. Bölümünde aynı görevi sürdürmekteyim.

