

29730

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KÜÇÜK KAPASİTELERİ HASSAS ÖLÇEN
MİKRODENETLEYİCİLİ ÖLÇÜ ALETİ**

Elektronik Müh. Erdal ARABACI

**F.B.E. Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı Elektronik Programında
hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof.Şefik SARIKAYALAR

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

İSTANBUL, Ekim 1993

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	v
ÖZET	vi
SUMMARY	vii
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 KAPASİTE ÖLÇME YÖNTEMLERİ	3
2.1 Genel Kapasite Ölçme Yöntemleri	3
2.2 Negatif Geribesleme Tekniğine Dayanan Ölçme Yöntemi	8
BÖLÜM 3 MİKRODENETLEYİCİNİN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ	13
3.1 TMS 77C82'nin Yapısı	13
3.2 Merkezi İşlem Biriminin (MİB) Yapısı	16
3.3 Genel Amaçlı Paralel Giriş Çıkış Kapıları	17
3.4 Çalışma Modları	19
3.5 Kesme İşlemleri	21
3.6 Proglamlanabilir Zamanlayıcı / Olay Sayıcı	25
3.7 UART	27
3.8 TMS 77C82 Sembol Tanımlamaları	28
3.9 Adresleme Modları	28
3.10 EPROM	32
BÖLÜM 4 SİSTEMİN DONANIMI	34
4.1 Kapasite Ölçme Devresi	34
4.1.1 DC-AC Dönüştürücü	34
4.1.2 AC-DC Dönüştürücü	38
4.1.3 Kapasite Algılayıcı Devre	38
4.1.4 Farksal İntegratör	39
4.1.5 Dengeleyici Devre	40
4.2 Mikrodenetleyici Devresi	42
4.3 Devrede Kullanılan Besleme Kaynakları	47

BÖLÜM 5	SİSTEMİN YAZILIMI	50
5.1	Programlama Dili ve Mantığı	50
5.2	Akış Diyagramı	50
BÖLÜM 6	CİHAZIN KULLANIMI	56
6.1	Tuş Takımının Tanıtımı	56
6.2	Cihazın Çalıştırılması	57
BÖLÜM 7	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	60
KAYNAKLAR		61
EKLER		63
ÖZGEÇMİŞ		100



ÖNSÖZ

Günümüzde, teknolojinin getirdiği yeniliklerden yararlanmak ve bu yenilikleri hayatı kolaylaştırmaya yönelik yeni ürünleri tasarlamada kullanmak bizlerin kaçınılmaz görevidir. Bu görevin küçük bir parçasını yerine getirmeme olanak sağlayan, böyle bir tez çalışmasının hazırlanmasında yol göstererek yardımlarını esirgemeyen hocam Sayın Prof. Şefik Sarıkayalar'a ve değerli fikir ve yardımlarıyla çalışmalarına katkıda bulunan dostlarıma, arkadaşlarıma ve meslektaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Eylül 1993
İSTANBUL

Erdal Arabacı

ÖZET

Küçük kapasitelerin mikrodnetleyici kullanılarak ölçülmesini gerçekleyen ve negatif geribesleme tekniğine dayanan bir ölçme yöntemi bu tezde ele alınmıştır. Yarıiletken elemanların jonksiyon kapasitelerinin de ölçülebildiği bu yöntemde kapasite diyodlarının (varikap) ölçülmesi olayı da incelenmiştir.

İlk olarak, genel kapasite ölçme yöntemlerinden bahsedildikten sonra özellikle bu tezde ele alınan kapasite ölçme yöntemi irdelenerek getirdiği avantaj ve dezavantajlar anlatılmıştır.

Daha sonra analog ölçme devresinden bilgilerin alınıp sayısal olarak değerlendirilmesini sağlayan ve ölçme aletindeki tüm kontrol işlemlerini gerçekleyen mikrodnetleyici tümdevre elemanının yapısı ve özellikleri ele alınmıştır. Mikrodnetleyici tanıtıldıktan sonra sistemi oluşturan başlıca iki kısımdan sözedilmiştir. Bunlardan birincisi; analog ölçme devresi ile bu devreden alınan bilgilerin değerlendirildiği ve sistemin kontrolünün sağlandığı mikrodnetleyicili donanım kısmıdır. İkincisi ise ölçme sisteminin kontrolünü sağlayan mikrodnetleyicinin yazılımıdır. Bu kısımda yazılımın mantığını ortaya koyan akış diyagramı üzerinde durularak bilgi verilmiştir.

12 fonksiyonlu telefon tuştakımı yardımıyla ölçme aletinin nasıl kontrol edildiği ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Kapasite ölçme ve kapasite diyodlarının kapasite-gerilim eğrilerinin çizdirildiği kademe olmak üzere başlıca iki kademe vardır. Ayrıca her iki kademenin içinde de 0-120 pF ve 0-1200 pF olmak üzere iki kademe daha vardır. Bu kademelerin seçimi tuştakımı ile yapılmaktadır. Kapasite ölçme kademesinde ölçülen kapasite göstergede doğrudan verilir. Kapasite diyodu konumunda her gerilim adımına karşı gelen kapasite değeri grafiksel olarak veya tablo halinde verilir. Bütün bu kademe seçimleri ve kontrol işlemleri kullanıcı tarafından tuştakımından girilmektedir.

Pratik olarak gerçekleştirdiğimiz ölçme aletinin beklenen özellikleri ne derece sağladığı ve aletin yapılacak ekleme ve çalışmalarla daha da geliştirilebileceği konuları Sonuçlar ve Öneriler Bölümünde ele alınmıştır.

SUMMARY

A measurement method based on negative feedback technique is explored in this thesis for measuring small capacitances using a microcontroller. Junction capacitances of semiconductors can also be measured using the method presented in this thesis. The problem of measuring diode capacitance is another subject dealt with in this thesis.

In the introduction three general techniques for measuring capacitances are mentioned. Then the method used in this thesis, a self-balance-type capacitance-to-DC voltage converter technique, is compared and contrasted with the other methods to present the advantages and disadvantages.

The structure and properties of the microcontroller, which converts the signal from the analog measurement circuit to digital signal and controls the measurement equipment, is explained in a later section. Two main parts of the system design are then explained in detail. One of these is the microcontroller hardware that controls the whole system including the analog measurement circuit and the circuit responsible for the conversion of signals. The other one is the software of the microcontroller. In this particular section information on the software logic is presented in the form of flow diagrams.

Control of the measurement system is done by use of a 12 button telephone keyboard. A section is devoted to the explanation of this system. There are two selections possible in this system. These are the measurement of the capacitance and the drawing of the capacitance-voltage graphs of the capacitance diodes. Each one of these selections is made up of two stages, 0-120 pF and 0-1200 pF, and it is possible to make a 0-adjustment by use of the telephone keyboard. The capacitance measured in the capacitance measurement stage, can be seen directly on the display. Selecting diode capacitance stage will cause a plot of the capacitance versus voltage steps of the measurement be displayed either as a line graph or as a table.

The measurement equipment is practically realized by the author of this thesis. A discussion of the functionality and properties of the equipment as well as suggestions on further improvements are given in the last section.

BÖLÜM 1 GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerin inanılmaz hızla sürmesi ölçme sistemleri üzerinde de etkisini göstermektedir. Eskiden analog ölçme tekniklerinin kullanıldığı bu alanda artık sayısal tekniklerde kullanılmaya başlanmıştır. Sayısal teknikte ; cihaz kullanımının kolay olması, güvenilir olması, bilgiyi depolamadaki kolaylık ve bu bilgiyi amaca uygun olarak kullanmada esneklik gibi avantajlar mevcuttur.

Bu tez çalışmasında küçük kapasitelerin mikrodnetleyici ile hassas ölçülmesi konusu üzerinde durulmuştur. Teorik ve pratik çalışma sonucunda istenilen çıkışları veren ölçü aleti tasarlanmıştır. Ölçme sisteminin tasarımı, donanım ve yazılım olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Kapasite ölçme devresi ve bundan alınan analog bilgilerin sayısal olarak değerlendirildiği mikrodnetleyicili devre birinci aşamayı sağlamaktadır. İkinci aşamayı ise ölçme sisteminin kontrolünü sağlayan mikrodnetleyici programı oluşturmaktadır.

Negatif geri besleme tekniğine dayanan bu ölçme yönteminde kapasite gerilime dönüştürülerek ölçüm yapılmaktadır. Kapasite ölçümü 0-120pF ve 0-1200pF olmak üzere iki kademedede gerçekleştirilmektedir. Birinci kademedede 100mV 1pF'a karşı gelmektedir. Dolayısıyla oldukça hassas bir ölçüm yapılmaktadır. İkinci kademedede ise 10mV 1pF'a karşı gelmektedir. Dolayısıyla ölçme hassasiyeti biraz azalmaktadır. Ölçülecek kapasite ya da kapasite diyodu bir işlemsel kuvvetlendiricinin geri besleme yoluna yerleştirildiğinden, istenilmeyen ve kaçınılmaz olan parazitik kapasitelerin etkileri, ölçme yapılmadan önce kullanılan dengeleyici devre ile ortadan kaldırılmaktadır. İstenilmeyen ve kaçınılmaz olan parazitik kapasitelerin etkilerinin konpanze edilmesi bu yöntemin küçük kapasitelerin ölçülmesinde ideal bir yöntem olduğunu gösterir.

Bu tez çalışmasında küçük kapasitelerin ölçülmesi yanı sıra kapasite diyotlarının ölçülmesi üzerinde de durulmuştur. Oluşturulan ölçme sistemindeki kapasite diyotlarına ters yönde mikrodenetleyici tarafından uygulanan gerilim adımına karşılık elde edilen kapasite değerleri göstergede çizilmekte veya tablo halinde verilmektedir. Oluşturulan ölçme düzeni yarıiletken elemanların jonksiyon kapasitelerini ölçmeye de müsaittir. Oluşturulan iki kademe ile 1200pF'a kadar kapasite değerini ölçmek mümkündür.

12 fonksiyonlu telefon tuş takımı kullanılarak ölçme aletinin kontrolü sağlanmaktadır. Kapasite ölçme konumu veya kapasite diyodu ölçme konumu, ayrıca bu kademelerde yer alan düşük ve yüksek kapasite ölçme konumları tuş takımı aracılığıyla seçilmektedir. Ayrıca göstergedeki bilgilerin kaydırılması ve konum değiştirilmesi olayları da tuş takımıyla sağlanmaktadır.

İstenenleri azami ölçüde sağlayan ve geliştirilmeye açık olan ölçme cihazı ek çalışmayla daha da fonksiyonel hale getirilebilir.

BÖLÜM 2 KAPASİTE ÖLÇME YÖNTEMLERİ

2.1 Genel Kapasite Ölçme Yöntemleri

Bu bölümde tez konusu olan yöntemin dışında genel olarak belli başlı kapasite ölçme yöntemleri hakkında bilgi verilecektir.

Bir çok özel yöntem olmakla beraber, genel olarak köprü yöntemi, rezonans yöntemi ve sayısal ölçmeye dayalı kondansatörün dolma ya da boşalma süresinden yararlanılan yöntem olmak üzere, meseleyi üç ana bölümde ele alabiliriz.

Kapasite ölçmede kullanılan en yaygın yöntemlerden birisi AC köprü devresidir. Basit bir köprü, dört kol, bir güç kaynağı ve denge dedektöründen oluşur. Güç kaynağı istenilen frekans ve genliğe sahip AC işareti köprüye uygular. Denge, köprünün bir ya da iki kolunun ayarlanması ile sağlanır. Şekil 2.1'de A ve C noktalarındaki potansiyellerin aynı olması, dedektörün sıfır göstermesi anlamına gelip, köprünün dengede olduğunu gösterir. Bu durumda B ile A arasındaki gerilimle B ile C arasındaki gerilim birbirine eşit olur ve aşağıdaki ifade yazılır [14].

$$I_1 Z_1 = I_2 Z_2 \quad (2.1)$$

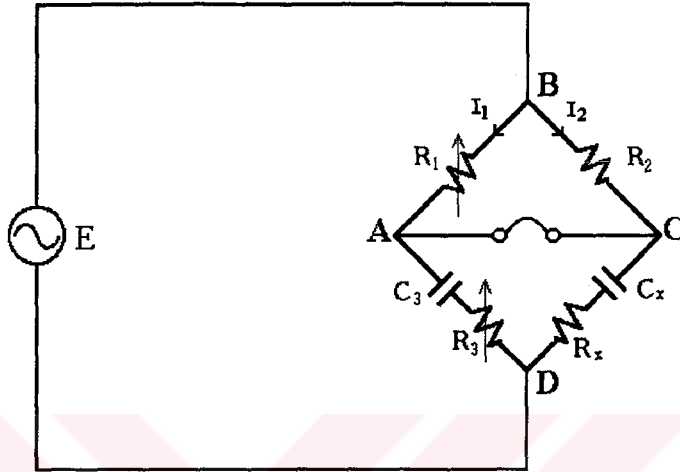
Yukarıdaki (2.1) bağıntısında akım ve empedanslar kompleks yapıdadır. Ayrıca denge durumunda A ile C arasında bir akım akmaz.

$$I_1 = \frac{E}{Z_1 + Z_3} \quad (2.2)$$

$$I_2 = \frac{E}{Z_2 + Z_4} \quad (2.3)$$

(2.2) ve (2.3) no'lu denklemler (2.1) no'lu denklemde yerine konursa,

$$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3 \quad (2.4)$$



Şekil 2.1 Kapasite karşılaştırma köprüsü

(2.4) no'lu bağıntı en genel halde bir köprünün denge halidir. Kapasitenin bulunduğu kolda bulunan direnç kapasitenin seri direncidir. Diğer bilinen kapasiteye eklenen direnç ise dengeye getirmek için kullanılan ayarlı dirençtir. Bu durumda empedanslar yazılırsa,

$$Z_1 = R_1$$

$$Z_2 = R_2$$

$$Z_3 = R_3 - j \frac{1}{\omega C_3}$$

$$Z_x = R_x - j \frac{1}{\omega C_x}$$

ve (2.4) no'lu ifadeye yukarıdaki empedanslar yerleştirilirse,

$$R_1 \left(R_x - j \frac{1}{\omega C_x} \right) = R_2 \left(R_3 - j \frac{1}{\omega C_3} \right)$$

$$R_1 R_x - j R_1 \frac{1}{\omega C_x} = R_2 R_3 - j R_2 \frac{1}{\omega C_3} \quad (2.5)$$

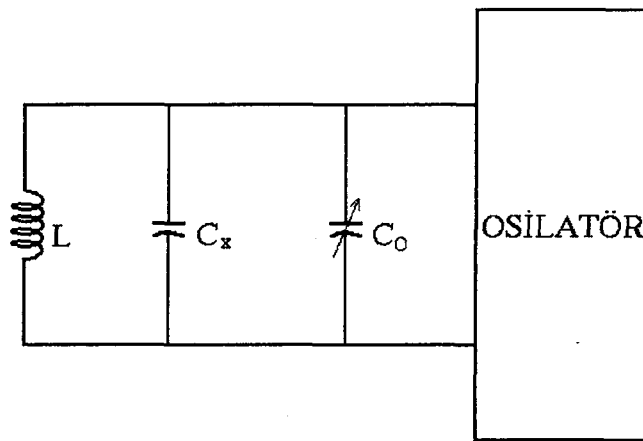
(2.5) no'lu denklemlerden de görüldüğü gibi her iki taraftaki gerçel ve sanal kısımların birbirine eşit olması gerekir.

$$R_1 R_x = R_2 R_3 \quad \text{veya} \quad R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1} \quad (2.6)$$

$$R_1 \frac{1}{\omega C_x} = R_2 \frac{1}{\omega C_3} \quad \text{veya} \quad C_x = C_3 \frac{R_1}{R_2} \quad (2.7)$$

olur. Burada kullanılan R_1 ve R_3 dirençlerinin ayarlanması ile köprü dengeye getirilir. (2.6) ve (2.7) yardımıyla C_x , R_x elde edilir. Köprü yöntemi ile hassas bir ölçme yapılabilir. Elle ayarlama yapılması, sayısal bir sisteme uygunluğunun zor olması nedeniyle tercih edilmemiştir. Fakat günümüzde sayısal donanım ve yazılım kullanılarak sayısal köprü yöntemleri geliştirilmiştir [6],[3],[8].

Kapasite ölçmede kullanılan diğer bir yöntem rezonans yöntemidir. Bilinmeyen kapasitenin ayarlama kapasitesine eklenerek frekans değişiminin ölçülmesine dayanan bir yöntemdir. Şekil 2.2'de görüldüğü gibi değişken bir kondansatör (C_0) ile bobin bağlanarak osilatör elde edilir. Bu durumdaki rezonans frekansı f_0 olur. Ölçülecek kapasite eklendiğinde osilatörün frekansı değişir ve yeni bir rezonans frekansı oluşur.



Şekil 2.2 Rezonans devresi

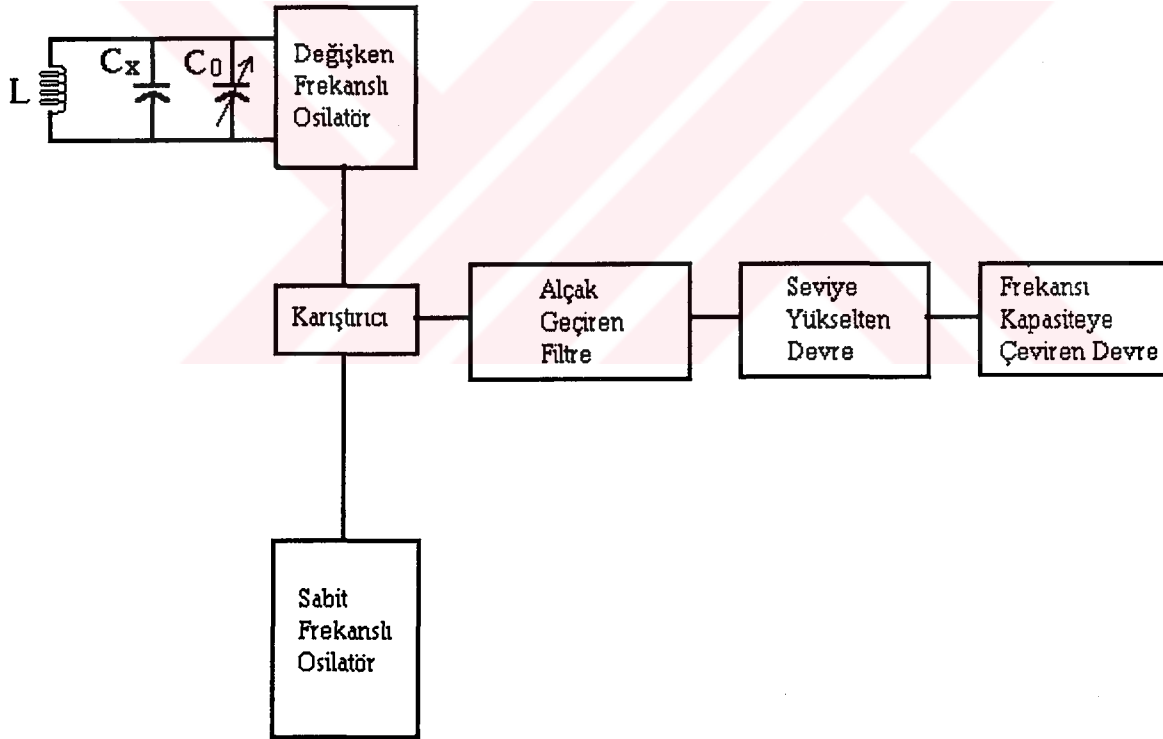
Şekil 2.2'deki kapasite ile frekans değişimi arasında (2.8) bağıntısı mevcuttur.

$$C_x = C_o \left[\left(\frac{f_o}{f_x} \right)^2 - 1 \right] \quad (2.8)$$

Burada C_x : bilinmeyen kapasite, C_o :bilinen kapasite, f_o :yanlızca C_o olduğu durumdaki frakans, f_x ise C_o ile C_x 'in paralel bağlanması durumdaki frekansıdır. Eğer kullanılan C_o , C_x 'ten çok büyük ise bu ifade,

$$C_x = 2C_o \frac{f_o - f_x}{f_o} \quad (2.9)$$

olur.



Şekil 2.3 Rezonans yöntemiyle kapasite ölçme düzeneği

Şekil 2.3'de ise rezonans yönteminden yararlanılarak oluşturulan düzenek verilmiştir. Burada yanılszca sabit olarak f_o frakansını üreten bir osilatör ve C_o

kapasitesine ölçülecek kapasitenin eklenmesiyle oluşan değişken frekanslı osilatör mevcuttur. Bu iki osilatörün çıkışları bir karıştırıcıda karıştırılmakta ve çıkıştaki düşük frekanslı bileşen bir alçak geçiren filtre yardımıyla süzülmemektedir. Daha sonra bu işaret uygun seviyeye getirilerek (örneğin TTL seviye) oluşan fark işaretinin frekansı ölçülür.

Bu düzenekte yüksek frekanslarda ölçme yapıldığından eleman bağlantıları ve kablolardan kaynaklanan seri endüktansın oluşması gibi bir problem çıkmaktadır. Dolayısıyla yüksek frekanslarda seri endüktans, kapasite yanında ihmal edilemez haldedir. Bu da ölçmenin hatalı olmasına neden olur.

Kapasite ölçmede yaygın olarak kullanılan bir diğer yöntem ise kapasitenin dolma yada boşalma süresinden yararlanılarak oluşturulan ölçme yöntemleridir. Bilinmeyen kapasitenin uçlarındaki elektrik yükünün miktarı, uçlarındaki V_s gerilimiyle orantılı olarak $C_x V_s$ olur. Bu yük bilinen C_s kapasitesine aktarılırsa, C_s 'in üzerindeki gerilim, $(V_s/C_s)C_x$ olur. Dolayısıyla bilinmeyen C_x kapasitesi, bilinen C_s kapasitesi üzerine düşen gerilimin ölçülmesiyle elde edilir.

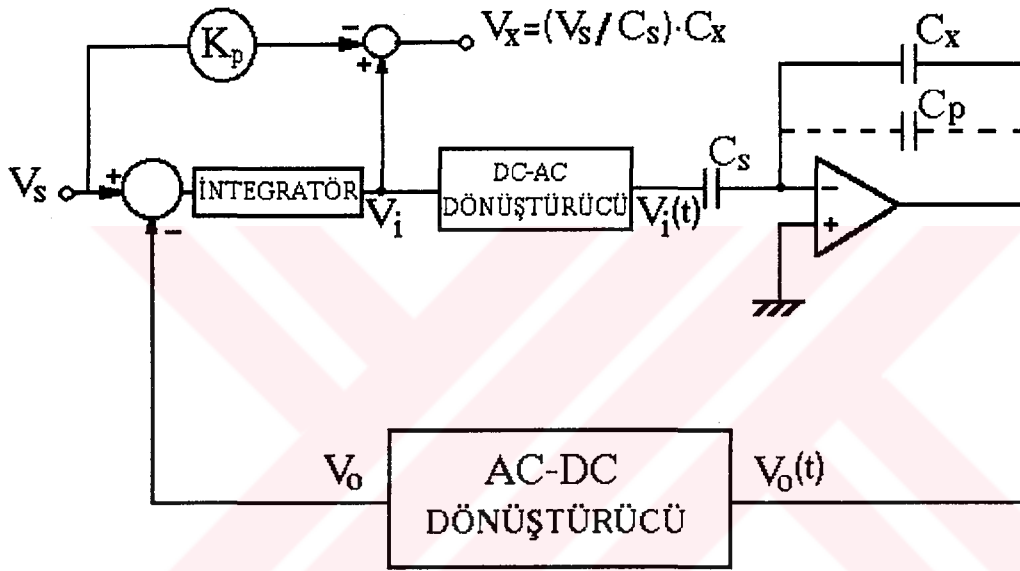
Yöntemin diğer bir uygulama şekli daha vardır. Sabit bir doğru akım kaynağı tarafından yüklenen bir kondansatörün uçlarındaki gerilim artışının eğimi, onun kapasitesiyle orantılıdır. Dolayısıyla bu eğimden bilinmeyen kapasite rahatlıkla ölçülebilir.

Ayrıca RC boşalma süresinden yararlanılarak ölçme yapılabilir. İlk olarak ölçülecek kapasite belli bir doğru gerilime kadar doldurulur ve daha sonra belirli bir R_s direnci üzerinden boşaltılır. Boşalma süresince gerilim üstel bir özellik gösterir. Dolayısıyla yükün boşalmaya başlaması ve tamamen boşalması arasında geçen zaman $R_s C_x$ ile orantılıdır. İşte bu zaman aralığı bilinmeyen kapasitenin değerini verir.

Bütün bu anlatılanlardan başka daha pek çok yöntem mevcuttur. Bu bölümde en çok kullanılan genel yöntemlerden bahsedilmiştir. Daha sonraki bölümlerde ise yalnızca tezdeki yöntem ele alınacaktır.

2.2 Negatif Geribesleme Tekniğine Dayanan Ölçme Yöntemi

Tezde kullanılan yöntem negatif geribesleme tekniğine dayanmaktadır. Ölçme düzeneğinin devre yapısı Şekil 2.4'de gösterilmiştir. Bu yapı içerisinde bir V_s gerilim kaynağı, bir integratör, bir DC-AC çevirici, bir C_s referans kapasitesi, bir işlemsel kuvvetlendirici (burası kapasitenin test edildiği ve algılandığı kısımdır), bir AC-DC çevirici ve bir fark alan devre kullanılmıştır [5].



Şekil 2.4 C-V dönüştürücüsünün şematik diyagramı

Devre ayarlandığında integratör bir doğru gerilim üretir. Bu gerilim V_i olarak tanımlanırsa, DC-AC dönüştürücü V_i 'nin genliğine bağlı olarak $V_i(t)$ gibi bir merdiven basamağı şeklinde sinüzoidal işaret oluşur. Bu $V_i(t)$ işareti, kapasite algılayıcı devre olarak bilinen işlemsel kuvvetlendiricinin (kapasite ölçme devresi) girişine uygulanır. Giriş empedansı ölçme yapılırken aynı zamanda referans empedansı olarak kullanılır. Referans empedansı kapasite ya da direnç olabilir. Fakat test frekansının keyfi seçilmesi durumunda kapasite kullanmak daha uygundur. Bu çalışmada da referans olarak sadece kapasite kullanılmıştır.

İşlemsel kuvvetlendiricinin çıkış gerilimi $V_o(t)$,

$$V_o(t) = \left[\frac{C_s}{C_x + C_p} \right] V_i(t) \quad (2.10)$$

şeklindedir. Burada,

C_s : Referans kapasitesi;

C_x : Bilinmeyen (ölçülecek) kapasite;

C_p : İşlemsel kuvvetlendiricinin geribesleme yolundaki ek parazitik kapasitedir.

AC işaret olan $V_o(t)$ aynı zamanda ölçülen kapasite üzerine düşen gerilimdir. Eğer $V_o(t)$ doğrultulup, doğru gerilime çevrilirse $V_o(t)$ 'nin genliğine eşit V_o değerinde bir doğru gerilim elde edilir. Bu V_o gerilimi ile bağımsızca ve keyfi olarak uygulanan V_s gerilimi arasındaki fark integratörün girişine uygulanır. İntegratör ise aşağıdaki eşitliği sağlayacak şekilde çalışır.

$$V_s - V_o = 0 \quad (2.11)$$

(2.10) ve (2.11) nolu eşitliklerden,

$$V_i = \left(\frac{V_s}{C_s} \right) (C_x + C_p) \quad (2.12)$$

(2.12) nolu denklemde gösterildiği gibi integratörün çıkış gerilimi işlemsel kuvvetlendiricinin geri besleme kolundaki kapasiteyle orantılı olarak değişmektedir. Ayarlama yolunda AC-DC çevirici sabit bir V_s geriliminde çalışır. Bundan dolayı AC-DC çeviricinin lineer olmama hataları ölçme hatalarını etkilemez. Ayrıca kaçak olarak gelen C_p kapasitesinin etkisi, K_p gibi kazancı ayarlanan bir gerilimle, bir fark devresi kullanarak ortadan kaldırılır. Bu fark devresinin çıkış gerilimi,

$$V_x = \left(\frac{V_s}{C_s} \right) (C_x + C_p) - K_p V_s = 0 \quad (2.13)$$

şeklindedir. C_x kapasitesini algılayıcı devreye bağlamadan önce C_p 'nin etkisini ortadan kaldıracak (sıfırlayacak) şekilde, K_p ile kazanç ayarlanmalıdır. Bu durumda V_x gerilimi,

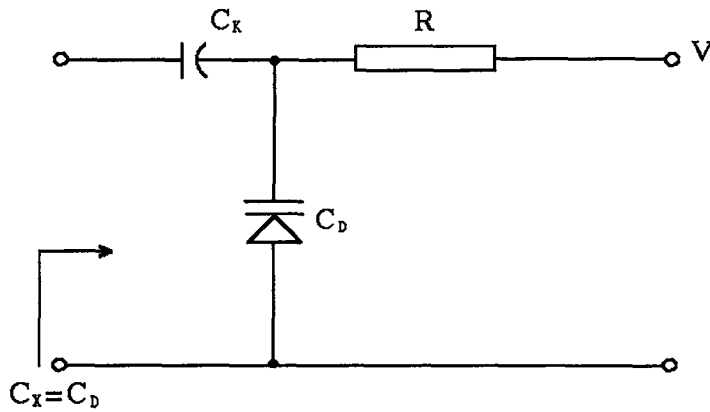
$$V_x = \left(\frac{V_s}{C_s} \right) C_p - K_p V_s = 0 \quad (2.14)$$

olur. Daha sonra C_x 'in bağlanmasıyla çıkarcının çıkış gerilimi,

$$V_x = \left(\frac{V_s}{C_s} \right) C_x \quad (2.15)$$

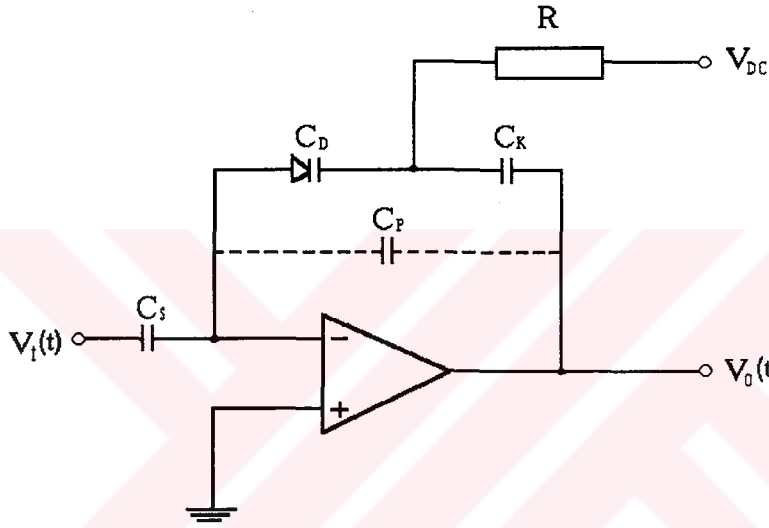
olur. Bu durumda bilinmeyen C_x kapasitesiyle orantılı olarak artan bir doğru gerilim elde edilmiş olur.

Eğer Şekil 2.4'deki devrede C_x kapasitesi yerine bir kapasite diyodu konacaksa, devre Şekil 2.5'deki duruma dönüşür. Şekil 2.6'da ise kapasite diyodunun kapasitesinin eşdeğeri görülmektedir.



Şekil 2.5 Kapasite diyodunun kapasitesinin gerilimle değişimini elde etmek için gerekli düzenek

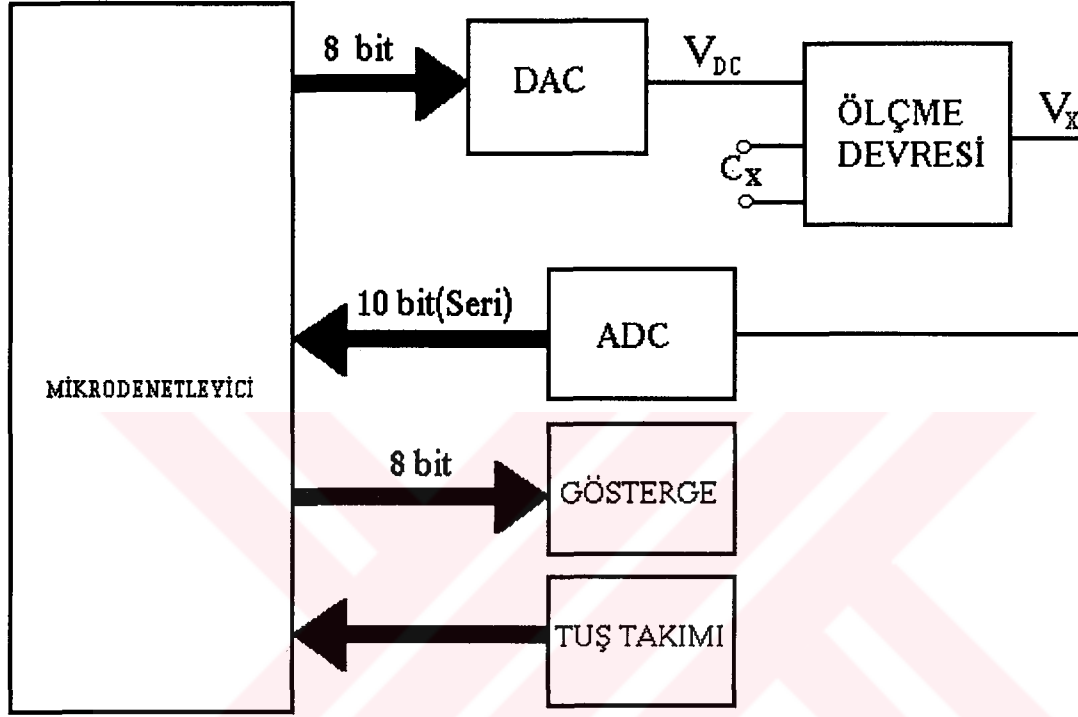
V_{DC} kapasite diyoduna ters yönde uygulanan doğru gerilimi göstermektedir. R , kutuplama direncidir ve mertebesi bir kaç yüz kiloohm'dur. Eğer kapasite diyodu ters yönde kutuplanırsa akıtacağı kaçak akım birkaç nanoamperden büyük olmadığından dolayı, R direnci üzerinde oluşan gerilim ihmal edilebilir. Buradaki C_K kapasitesi devrenin çıkışını doğru gerilimden yalıtır. Bu kapasitenin değeri, ölçülecek kapasite diyodunun kapasitesinden yeterince büyük olmalıdır.



Şekil 2.6 Kapasite diyodu kullanılması durumunda ölçme devresi

Analog olarak elde edilen V_X gerilimi, sayısal işarete çevrilerek mikrogenetleyiciye gönderilir. Buradan kapasite değeri nokta matrisli sıvı kırystal göstergeye aktarılır. Bu gösterge aynı zamanda grafik çizme özelliğine sahiptir. Eğer ölçme, kapasite diyodu için yapılırsa, bu durumda mikrogenetleyici tarafından 0.8V-30V arası gerilim oluşturulur. Bu gerilim, daha önce bahsedildiği gibi kapasite diyoduna uygulamak üzere V_{DC} gerilimidir. Bu gerilim bir sayısal-analog çevirici ve bir kuvvetlendirici yardımıyla elde edilir. Her adıma karşı bir V_{DC} gerilimi dolayısıyla kapasite değeri okunur ve gerilim-kapasite eğrisi göstergede çizdirilir. Bütün değerler için aynı işlem yapılır ve sonuçta Kapasite-Gerilim eğrisi elde edilir. Aynı zamanda kullanılan bir tuş takımı yardımıyla, her gerilime karşı bir kapasite değeri sayısal olarak nokta

matrisli sıvı kristal göstergede tablo halinde verilmiştir. Bu özelliklerin tasarımı bundan sonraki bölümde ayrıntılı olarak incelenecektir. Sistemin blok şeması Şekil 2.7'de verilmiştir.



Şekil 2.7 Sistemin blok şeması

BÖLÜM 3 MİKRODENETLEYİCİNİN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ

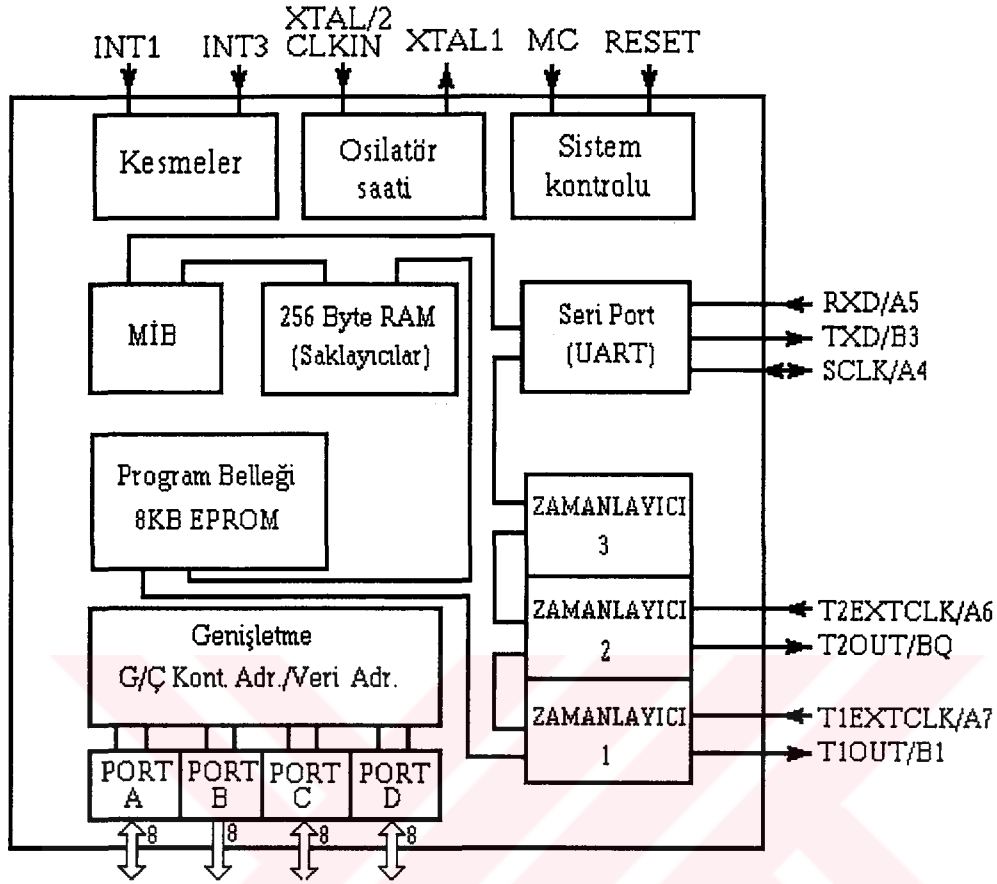
3.1 TMS 77C82'nin Yapısı

TMS 77C82 Mikrodenetleyicisi 40 bacaklı, 8 bitlik bir mikrodenetleyici olup, 16 adres yolu vardır. Bacak bağlantıları Şekil 3.1'de gösterilmiştir [17],[18].

B5/R/W	1	40	VSS
B7/CLOCK	2	39	B6/ENABLE
B0/T2OUT	3	38	B4/ALATCH
B1/T1OUT	4	37	B3/TXD
B2	5	36	MC
A0	6	35	C7
A1	7	34	C6
A2	8	33	C5
A3	9	32	C4
A4/SCLK	10	31	C3
A7/EC1	11	30	C2
INT3	12	29	C1
INT1	13	28	C0
RESET	14	27	D0
A6/EC2	15	26	D1
A5/RXD	16	25	VCC
XTAL2/CLKIN	17	24	D2
XTAL1	18	23	D3
D7	19	22	D4
D6	20	21	D5

Şekil 3.1 TMS 77C82 bacak bağlantıları

TMS 77C82, 8K program belleğine (EPROM), 256 Byte bellek kapasitesine, 32 adet giriş-çıkış bacağı, 3 adet zamanlayıcı, UART ve 6 adet kesme kullanma fonksiyonuna sahiptir. Burada 2 adet dış kesme ve 3 adet iç kesme için kullanılır. Diğer kesme ise RESET'tir.



Şekil 3.2 TMS 77C82 blok diyagramı

Terminal Fonksiyonları :

A0	(G/Ç)	: AO-A7 genel amaçlı iki yönlü bacaklardır
A1	(G/Ç)	
A2	(G/Ç)	
A3	(G/Ç)	
A4 / SCLK	(G/Ç)	: Veri G/Ç / Seri iskele saati
A5 / RXD	(G/Ç)	: Veri G/Ç / Seri iskele alıcı
A6 / EC2	(G/Ç)	: Veri G/Ç / Zamanlayıcı 2 olay sayıcı
A7 / EC1	(G/Ç)	: Veri G/Ç / Zamanlayıcı 1 olay sayıcı

B0 / T2OUT	(ÇIKIŞ)	: BO-B3 sadece çıkıştır. B4-B7 tek yonga modunda sadece çıkıştır, diğer bütün modlarda bellek arabirim bacaklarıdır. B0 ve B1 Zamanlayıcı 2 ve Zamanlayıcı 1 için çıkıştır.
B1 / T1OUT	(ÇIKIŞ)	
B2	(ÇIKIŞ)	
B3 / TXD	(ÇIKIŞ)	: Veri çıkışı/Seri iskele verici
B4 / ALATCH	(ÇIKIŞ)	: Veri çıkışı/Bellek arabirimi adres tutma kontrolü
B5 / RW_	(ÇIKIŞ)	: Veri çıkışı/Bellek oku/yaz işareti
B6 / ENABLE	(ÇIKIŞ)	: Veri çıkışı/Bellek arabirimi izin kontrolü
B7 / CLKOUT	(ÇIKIŞ)	: Veri çıkışı/İç saat çıkışı
C0-C7	(G/Ç)	: C iskelesi çift yönlü veri iskelesidir. Mikroişlemci çevre-birim genişletme ve tam genişletme modlarında C iskelesi çoğullanmış bir düşük adres ve veri yoludur.
D0-D7	(G/Ç)	: D iskelesi çift yönlü veri iskelesidir. Mikroişlemci ve tam genişletme modunda yüksek adres yoludur.
INT1_	(GİRİŞ)	: En yüksek önceliğe sahip dıştan maskelenebilen kesme
INT3_	(GİRİŞ)	: En düşük önceliğe sahip dıştan maskelenebilen kesme
RESET_	(GİRİŞ)	: Aletin yeniden başlatılması
MC	(GİRİŞ)	: Mod kontrol bacağı, mikro-işlemci modu için Vcc'dir.
XTAL2/CLKIN	(GİRİŞ)	: İç osilatörün kontrolü için kristal girişi
XTAL1	(ÇIKIŞ)	: İç osilatörün kontrolü için kristal çıkışı
Vcc		: Besleme gerilimi (pozitif)
Vss		: Toprak referansı

3.2 Merkezi İşlem Birimi (MİB)'nin Yapısı

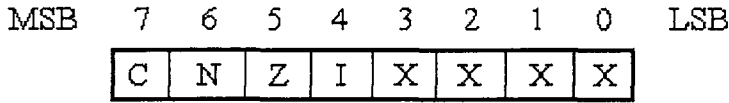
TMS 77C82 mikrodenetleyicisinde MİB, A ve B adlarını alan iki adet akümülatör, 8 bit yığın göstergesi, 16 bit program sayacı ve 4 adet bayrak içeren durum saklayıcısından oluşur. Denetleyicinin adres haritasında 0.ve 1. sayfaları işgal eden alanlara özel isimler verilmiştir. ve MİB tarafından özel bir şekilde kullanılırlar. 0.sayfada saklayıcı kütüğü denilen RAM bellek yer alır. 1.sayfada ise yonga üzerinde çevre birimlerin durum ve denetim saklayıcıları bulunur. 256 byte uzunluğundaki bu alana da çevre birim kütüğü denir.

Saklayıcı Kütüğü-RF: TMS 72C82'de 0. sayfa da denilen > 0000-> 00FF adresleri arasında 256 Bayte RAM bellek bulunur. RAM belleğin gözlerine bellek adresi yanında R notasyonu ile de erişilir. Belleğin her bir gözü bir saklayıcı gibi R0'dan R255'e kadar kullanılabilir. Bu tür bir organizasyonun faydası tek aktarma komutu ile bellek-bellek aktarımın yapılabilmesidir. Akümülatörler de MİB içinde değil yonga üzerindeki RAM bellekte yer alırlar. Akümülatörlere A ve B yerine R0 ve R1 olarakta erişilebilir.

Çevre Birim Kütüğü-PF: Çevre Birim Kütüğü , P0-P255 olarak gösterilen ve bellek haritasında >0100->01FF adresleri arasında yer alan 256 Byte uzunluğunda bir alandır. Bu alan kesme kontrolü, paralel G/Ç iskeleleri, zamanlayıcı kontrolü, bellek genişletme kontrolü ve seri iskele kontrolü için kullanılan 8 bit PF kütüğü içerir. Bu alanda bulunan 256 adresin tamamı yonga tarafından kullanılmaz. Kullanılmayan adreslerin yonga dışına aktarılması mümkündür. Doğrudan PF üzerinde işlem yapan komutlarla Durum Saklayıcıları yonga içinde ve dışında kullanılabilir.

Yığın Göstergesi-SP: Yığın Göstergesi 8 bit uzunluğunda olup RAM bellek üzerinde yer alır. Reset anında SP 01 ile yüklenir ve B akümülatörünü işaret eder. Yığının bellekte hangi adreslerde yer alacağı kullanıcı tarafından bellirlenir. Veri yığına atıldığında yığın göstergesi otomatik olarak artar ve veri yığından çekildiğinde otomatik olarak azalır.

Durum Saklayıcısı-ST: Durum saklayıcısı 3 adet koşul bayrağı (C,N,Z) ve 1 adet topyekün kesme izin bayrağından (I) oluşur. C,N ve Z bayrakları aritmetik işlemler , bit döndürme ve koşullu dallanma için kullanılır.



Şekil 3.3 Durum saklayıcıları

- * Elde bayrağı C-Bit 7: Döndürme ve aritmetik işlemlerinde elde/borç biti olarak kullanılır.
- * İşaret bayrağı N-Bit 6: Komut işlendikten sonra varış operandının en yüksek anlamlı bitini içerir.
- * Sıfır bayrağı Z-Bit 5: Komut işlendikten sonra varış operandı sıfır olmuşsa bu bayrak "1" yüklenir.
- * Topyekün kesme izin bayrağı I-Bit 4: Kesmelerin kabul edilebilmesi için bu bayrağın "1" yapılması gerekir. Kesme iznini vermek için özel komutlar vardır.

Program Sayacı-PC: MİB'deki 16 Bit Program Sayacı iki adet 8 bit saklayıcı içerir. Bu saklayıcılar program sayacının 16 bit adresinin en az ve en fazla ağırlıklı bitlerini içerir.

3.3 Genel Amaçlı Paralel G/Ç Kapıları

TMS 77C82'de 4 adet 8 bit uzunluğunda G/Ç kapısı vardır. Bu kapılardan A, C ve D iskeleleri çift yönlü, B iskelesi ise sadece çıkış olarak kullanılır. Çift yönlü kapılarda her bir uç tek başına giriş veya çıkış olarak kullanılabilir. Paralel kapıların kontrolü her bir kapıya ait Yön Saklayıcıları ve Veri Saklayıcıları ile yapılır. Yön Saklayıcısı 8 bit iskelenin her bir bitinin giriş veya çıkış olma bilgisini saklar. Aynı şekilde Veri Saklayıcıları da her bir G/Ç ucuna ait veri bitlerini taşırlar. Yön Saklayıcısına bir değer yazmak Veri Saklayıcısındaki

değeri bozmaz. Geçici durumların önlenmesi açısından, herhangi bir iskele çıkış olarak proglanmadan önce, ilgili Veri Saklayıcısına gerçek verinin yazılması faydalı olacaktır.

TMS77C82'de paralel iskeleleri kontrol eden saklayıcıların çevre birim kütüğü adresleri şöyledir :

ADDR	P5	A kapısı yön saklayıcısı
ADATA	P4	A kapısı veri saklayıcısı
BDATA	P6	B kapısı veri saklayıcısı
CDDR	P9	C kapısı yön saklayıcısı
CDATA	P8	C kapısı veri saklayıcısı
DDDR	P11	D kapısı yön saklayıcısı
DDATA	P10	D kapısı veri saklayıcısı

A İSKELESİ: TMS 77C82'de A iskelesi tamamıyla çift yönlüdür. Bununla birlikte seri iskele kullanıldığında A5/RXD ve A4/SCLK bacakları seri bilgi alıcı çıkışı ve seri saat olarak hizmet eder. A6/EC2 ve A7/EC1 de yonga üzerindeki zamanlayıcı/olay sayıcılar, zamanlayıcı 1 ve 2 için saat olarak kullanılabilir. A iskelesinin her bir bacağı Veri Yön Saklayıcısı (P5) ile giriş veya çıkış olarak programlanır.

P5 Bit=1 ise buna karşı düşen A İskelesi ucu çıkıştır.

P5 Bit=0 ise buna karşı düşen A İskelesi ucu yüksek empedanslı giriştir.

B İSKELESİ: Tek yonga çalışma modunda sadece çıkış iskelesidir. Diğer bütün hafıza modlarında B İskelesi 4 bit uzunluğunda iki parçaya ayrılır ve bu parçalardan yüksek anlamlı 4 bit mikrodenetleyici zamanlama işaretini oluşturur.

C VE D İSKELELERİ: Çift yönlü G/Ç iskeleleridir. Çalışma moduna göre ya ikisi birden yada sadece C iskelesi olarak dış adres ve veri yolunu taşırlar.

3.4 Çalışma Modları

TMS 77C82 mikrodnetleyicisi 4 farklı çalışma moduna sahiptir. Yonganın çalışma modu , MC mod kontrol bacağı ve Çevre Birim Kütüğündeki iki bit ile seçilerek G/Ç uçlarının ve bellek alanının yapısı belirlenir.

TABLO 3.1 Mod Seçim Koşulları

ÇALIŞMA MODU	Mod Seçim Koşulları	
	Mod Kontrol Ucu (MC)	IOCNT0 Bit 7,6
Tek Yonga	V_{SS}	0 0
Çevre Bilim Genişletme	V_{SS}	0 1
Tam-Genişletme	V_{SS}	1 0
Mikroişlemci	V_{CC}	X X

Tek Yonga Modu: Bu modda 77C82 mikrodnetleyicisi dış adresleme yapmadan sadece kendi üzerindeki bellekler ve çevre birimler ile çalışır.

MC = V_{SS} ve PF saklayıcısı IOCNT0 = 00XX XXXX olduğu zaman seçilir.

Var olan bütün G/Ç uçları kullanılabilir. Bellek haritasında PF'nin kullanılmayan gözleri ve yonga üzerinde kalıcı bellekten arta kalan alan kullanılamaz. Bu adresleri okumak belirsiz değerlerin elde edilmesine yol açar.

TABLO 3.2 TMS 77C82 Bellek Haritası

Tek Yonga Modu	Çevre-Birim Geniş Modu	Tam-Geniş Modu	Mikroişlemci Modu	77C82 Adres
Saklayıcı Kütüğü	Saklayıcı Kütüğü	Saklayıcı Kütüğü	Saklayıcı Kütüğü	>0000 >00FF
Yonga Üzer Kütük	Yonga Üzer G/Ç Kütüğü	Yonga Üzer G/Ç Kütüğü	Yonga Üzer G/Ç Kütüğü	>0100 >0123
Uygun Değil	Çevre Birim Genişletme	Çevre Birim Genişletme	Çevre Birim Genişletme	>0124 >01FF
	Uygun Değil	Bellek Genişletme	Bellek Genişletme	>0200 >DFFF
	8K ROM/ EPROM	8K ROM/ EPROM		>EDDD >FFFF

Çevre Birim Genişletme Modu: Yonga üzerinde bulunan çevre birimler tasarımcının ihtiyacını karşılamadığı zaman 16 adet G/Ç ucunu birden kaybetmemek için bu çalışma modu yapıya eklenmiştir. Çevre Birim Genişletme Modunda yonga dışında 8 bitlik bir G/Ç kapısından 8 bit adres ve 8 bit veri çoğullamalı olarak çıkartılır. Adresler PF'nin yonga üzerinde kullanılmayan adresleridir ve yaklaşık olarak 220 adettir. Devreye bellek haricinde bazı çevre birimler örneğin A/S eklenmesi gerektiğinde bu çalışma modu zaten kısıtlı olan G/Ç uçlarını en verimli şekilde kullanmayı sağlar. Çoğullamalı sürülen adres ve veriyi birbirinden ayırmak için gerekli olan kontrol ve zamanlama işaretleri de denetleyici tarafından üretilerek dışarıda ayrıca mantık devrelerinin kullanılmasına gerek bırakmaz.

MC = Vss ve PF saklayıcısı IOCNT0 = 01XX XXXX olduğu zaman seçilir.

Tam Genişletme Modu: Yonga üzerinde bulunan bellekler yetersiz kaldığında Tam-Genişletme Moduna geçilir. Tam-Genişletme Modunda 64K uzunluğundaki adres alanının tamamı kullanılabilir. 16 bit adres ve 8 bit veri , 16

G/Ç ucundan çoğullamalı olarak yonga dışına çıkartılır ve denetleyicinin bellek veya çevre birim olarak kullanmadığı tüm adresler dış adres olarak elde edilebilir. Yine çoğullamalı olarak verilen adres ve veriyi birbirinden ayırmak için gerekli olan zamanlama ve kontrol işaretleri denetleyici tarafından üretilir.

MC = V_{ss} ve PF saklayıcısı IOCNT0 = 10XX XXXX olduğu zaman seçilir.

Mikroişlemci Modu: Denetleyici üzerinde bulunan bellekler hiçbir şekilde ihtiyacı karşılamıyorsa , adres haritasında yonga üzerindeki kalıcı program belleğini çıkartmak ve RAM bellek ve PF'nin kullanılan gözleri hariç tüm adresleri yonga dışında kullanmak mümkündür. 16 bit adres ve 8 bit veri ile adresleme yapılarak yaklaşık 63K uzunluğunda bir alan yonga dışında kullanılabilir. Mikroişlemci modunun en önemli avantajlarından biri yonga üzerindeki program belleği kullanılmadığından , bir denetleyici yerine diğerinin rahatlıkla takılabilesidir.

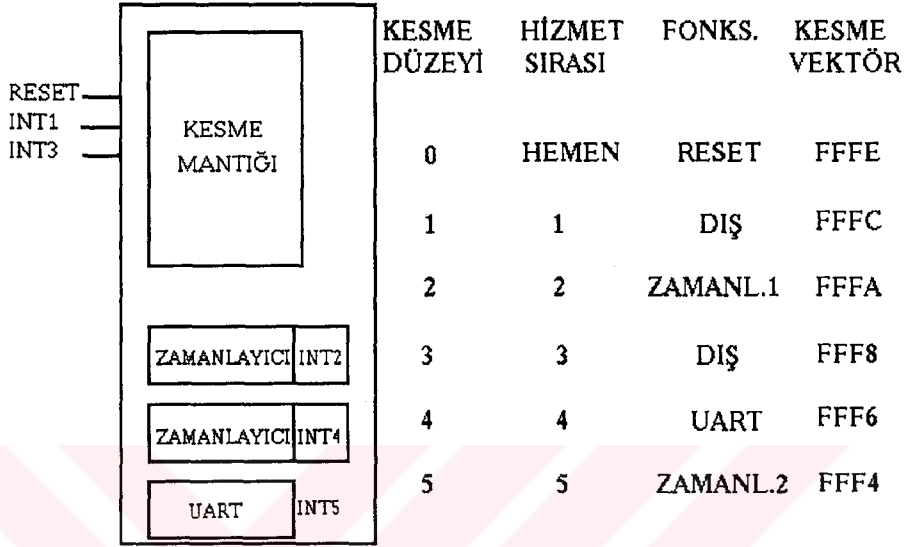
MC = V_{cc} ve PF saklayıcısı IOCNT0 = XXXX XXXX olduğu zaman seçilir.

3.5 Kesme İşlemleri

TMS 77C82'de 5adet donanım kesmesi yer almaktadır (Reset hariç). Bu kesmelerden iki tanesi dış kesmedir ve yonga üzerinde birer uç olarak bulunurlar. Diğer üç kesme ise yonga üzerindeki çevre birimlere aittir. Kesmeler arasında yonganın yapısına bağlı, sabit bir öncelik sırası vardır. Öncelik düzeyi, aynı anda iki veya daha fazla kesme aktif hale geçtiğinde ilk önce hangisine hizmet verileceğinin belirlenmesi için gereklidir. TMS 77C82'deki kesme öncelik düzeyleri şekil 3.4'de gösterilmiştir.

Kesme Kontrolu: Kesmelerin maskelenmesi ve dış kesmelerin programlanması gibi işlemler çevre birimi kütüğündeki üç adet denetim saklayıcısıyla yapılır. TMS 77C82'de maskelenmez kesme yer almaz. Her kesmenin bir kesme izin bayrağı, bir de kesme isteğinin saklandığı kesme bayrağı

vardır. 0. kesmenin bayrağına ;0 yazıldığı zaman o kesme maskelenir, 1 yazıldığı zaman kesme isteği kaydedebilir.

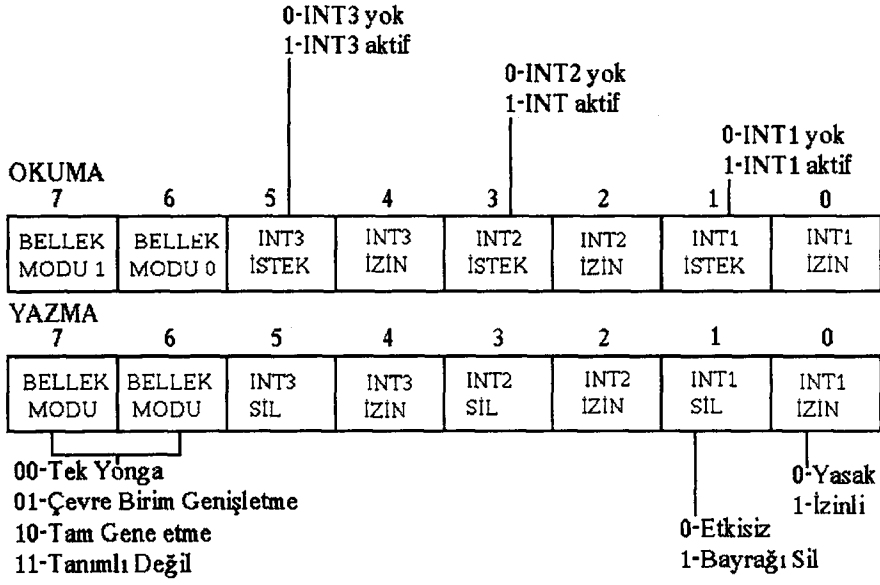


Şekil 3.4 77C82 Kesme Düzeni Vektör Yapısı

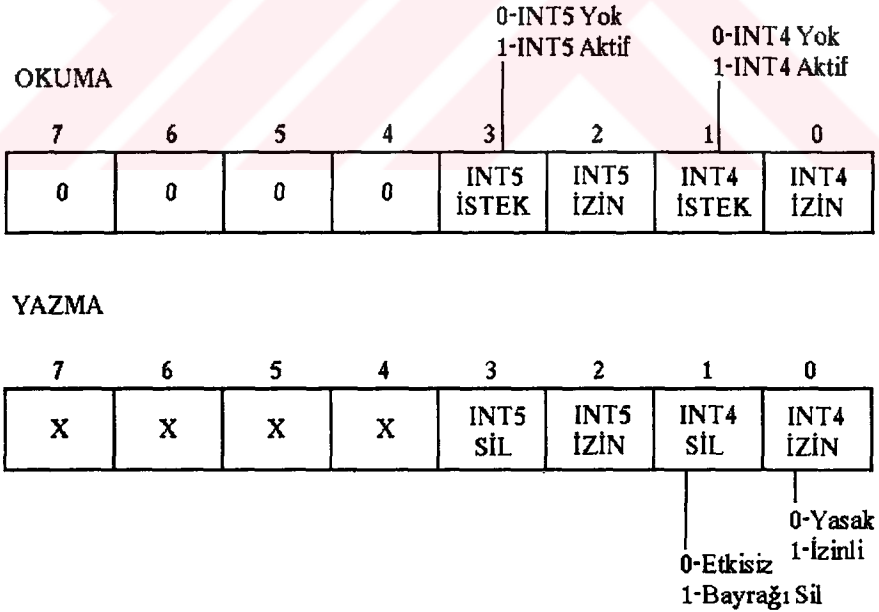
Kesme kontrol saklayıcılarından ilki mikrodenetleyicinin çalışma metodunun belirlenmesini de sağlayan IOCNT0 saklayıcısıdır. Şekil 3.4'de IOCNT0'ın bir haritası verilmiştir.

IOCNT0 saklayıcısı içinde 1, 2 ve 3 numaralı izin ve istek bayrakları yer alır. Çevre Birim Kütüğündeki bazı saklayıcılar donanımsal sebepler nedeniyle denetleyicinin okuma ve yazma çevrimlerinde farklı bitleri adreslerler. IOCNT0 saklayıcısında şekilden de anlaşılacağı gibi okuma ve yazma bit haritaları birbirinden farklıdır.

Yazma durumunda her kesme için birer silme bayrağı ayrılmıştır. Silme bayrakları bu kesmeye hizmet verdikten sonra kesme isteğinin ortadan kaldırılması için kullanılırlar. Kesme hizmet programının sonunda o kesmeye ait silme bitini "1" yaparak isteğin bir kez daha algılanmasını engellemek programcıya bırakılmıştır. 4 ve 5 numaralı kesmelerin kontrolü IOCNT1 saklayıcısı ile yapılır. IOCNT1'in bit haritası Şekil 3.5'de verilmiştir.



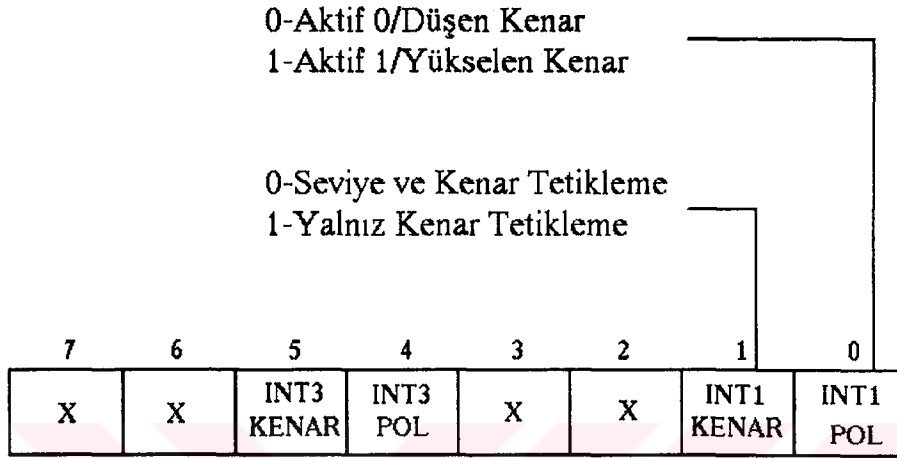
Şekil 3.5 Giriş-çıkış kontrol sayıcısı 0 (IOCNT0) bit haritası



Şekil 3.6 Giriş-çıkış kontrol saklayıcısı 1 (IOCNT1) bit haritası

TMS 77C82'de dış kesmeler kenar ve/veya seviye tetiklemeli, aktif "1" veya aktif "0" olarak programlanabilirler. INT1 ve INT3 kesmelerinin

programlanması IOCNT2 saklayıcısına yazılan veriler ile belirlenir. Buna ait bit haritası Şekil 3.7'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7 Giriş-çıkış saklayıcısı 2 (IOCNT2) bit haritası

TMS 77C82 RESET Çevirimi: Besleme gerilimi devreye ilk uygulandığı anda gerek duyulan RESET işaretini üretmek için basit bir R-C devresi yeterlidir. Kullanılacak kapasite ve direnç değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$t_{rst} = 2 \frac{V_{cc}}{V_{il}} (1.25 * t_c(C)) + t_{pwr} = RC$$

Bu formüldeki değişkenler:

t_{rst} : RESET ucunun lojik 0'da tutulduğu toplam süre.

V_{cc} : Besleme gerilimi .

V_{il} : Düşük seviye giriş gerilimi .

$t_c(C)$: Makina çevrimi periyodu.

t_{pwr} : Besleme geriliminin yükselme zamanı.

R: Direnç değeri (Ω). Maksimum 1 M Ω .

C: Kapasite değeri (F).

3.6 Programlanabilir Zamanlayıcı/Olay Sayıcılar

TMS 77C82'de iki adet 18+5 bit uzunluğunda, bir adet de 8+2 bit uzunluğunda zamanlayıcı vardır. Zamanlayıcılar klasik aşağı sayma fonksiyonu yanında, yakalama ve olay sayma fonksiyonlarında gerçekleştirirler. 1 ve 2 numaralı zamanlayıcılar, fonksiyonlar açısından eşdeğerdirler. 3 numaralı zamanlayıcı ise UART baud üretici olarak kullanılması için tasarlanmıştır ve daha kısıtlı fonksiyonlara sahiptir. UART kullanıldığı zaman ise genel amaçlı bir sayıcı görevi görür.

1 ve 2 numaralı zamanlayıcılar ard arda da kullanılabilirler. Bu durumda 1. zamanlayıcının çıkışı 2. zamanlayıcının önbölücü girişine tetikleme işareti olarak gelir. Ard arda bağlamada tersi durum mümkün değildir.

Zamanlayıcıların en temel çalışma biçimi sürekli saymadır. Önbölücü ve sayıcı yükleme saklayıcılarına kullanıcı tarafından yazılan değerler, başla komutu verildiğinde önbölücü ve sayıcıya yüklenir. Tanımlanmış saat işaretinin her anlamlı kenar geçişinde önbölücünün içeriği bir azalır. Önbölücü sıfıra ulaştığında 16 bitlik ana sayaca bir tetikleme darbesi gönderir ve önbölücü yükleme sayıcısındaki değerler tekrar önbölücüye yüklenir. Ana sayaca giden tetikleme darbesi sayacın içeriğini bir azaltır. Ana sayaç sıfıra ulaştığında yine kullanıcı tarafından tanımlanmış fonksiyonları gerçekleştirir ve yükleme sayıcısındaki değerle yeniden yüklenerek çalışmasına aynı şekilde devam eder. Kontrol saklayıcıları ile ana sayacın sıfır geçişlerinde bir kesme üretmesini ve/veya zamanlayıcı çıkış ucundaki veriyi evirmesini sağlayabiliriz.

Yakalama Fonksiyonu: Zamanlayıcıların diğer bir fonksiyonu da yakalama sayaçlarıdır. 1. ve 2. zamanlayıcılara ait 16 bit uzunluğunda iki adet yakalama saklayıcısı vardır. Yakalama fonksiyonları dış olayların belirli bir zaman referansına göre ne zaman oluştuğunun ölçülmesinde kullanılır. Zamanlayıcı belirli bir değerde çalışmaya başladıktan sonra, bu işe atanmış bir kesme girişinin aktif değer almasıyla zamanlayıcının içeriği yakalama saklayıcılarına atanır. Atanma işlemi donanımla yapıldığı için kesmenin geldiği andaki sayaç değeri doğru olarak okunabilir. Yakalama saklayıcıları darbe genişlik ölçümü, frekans ölçümü gibi uygulamalarda kullanılırlar.

Olay Sayma: Zamanlayıcıların diğer bir fonksiyonu da olay saymadır. Mikrodenetleyicinin dışında meydana gelen bir olayın belirli bir süre içinde kaç kere tekrarlandığının bulunması için kullanılır. Her iki zamanlayıcı için de yonga üzerinde birer adet ECn ucu vardır. Olay sayma modunda zamanlayıcı saat işareti kaynağı olarak bu olay sayma bacaklarından denetleyiciye verilen dış işaret kullanılır. Dışarıdan verilen saat işareti önbölücüyü tetikler ve zamanlayıcının geriye kalan kısmı da aynen temel sayma işlemlerinde olduğu gibi çalışır. Olay sayma fonksiyonu yüksek hızlı işaretlerin periyodunu ölçme gibi birçok uygulamada kullanılırlar.

Zamanlayıcı Kesmeleri: Zamanlayıcı ana sayıcı sıfır geçişi yaptığında MİB'ne bir kesme gönderir ve ilgili kesme istek bayrağı "1" olur. 1. zamanlayıcı INT2, 2. zamanlayıcı ise INT5 kesmelerini üretirler. Kesmeler istenildiğinde izin bayrakları kaldırılarak pasif yapılabilirler. İki kesme arasındaki periyodu hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılır:

$$t_{INT} = t_{CLK} * (PR + 1) * (TR + 1)$$

Formülde:

t_{INT} : Zamanlayıcı kesmeleri arasındaki zaman.

t_{CLK} : Zamanlayıcı saat işareti periyodu.

PR: 5 bit önbölücü değeri.

TR: 16 bit sayaç değeri.

TMS 77C82'de zamanlayıcı saat işareti periyodu 4/f olarak verilir.

Zamanlayıcı Kontrol Saklayıcıları: TMS 77C82'de zamanlayıcıların kontrolü aşağıdaki çevre birim saklayıcıları ile yapılır:

T1CTL0	P15	1. Zamanlayıcı kontrol
T1CTL1	P14	1. Zamanlayıcı kontrol
T1MSDATA	P12	1. Zamanlayıcı sayaç (yükleme değerinin yüksek anlamlı sekizlisi)
T1LSDATA	P13	1. Zamanlayıcı sayaç (yükleme değerinin düşük anlamlı sekizlisi)
T2CTL0	P19	2. Zamanlayıcı kontrol
T2CTL1	P18	2. Zamanlayıcı kontrol

T2MSDATA	P16	2. Zamanlayıcı sayaç (yükleme değerinin yüksek anlamlı sekizlisi)
T2LSDATA	P17	2. Zamanlayıcı sayaç (yükleme değerinin düşük anlamlı sekizlisi)
T3DATA	P23	3. Zamanlayıcı sayaç

Kontrol saklayıcılarından sayaç yüklemeye değerlerini içeren TnMSDATA ve TnLSDATA saklayıcıları MİB'nin okuma ve yazma çevrimlerinde farklı adreslere ulaşırlar. Yazma işlemi sırasında bu saklayıcılar sayaç yüklemeye saklayıcısını işaret ederler. Okuma sırasında ise, 16 bit yakalama saklayıcılarının içeriklerini okurlar. Zamanlayıcı kontrol saklayıcıları şekil 3.7'de gösterilmiştir.

3.7 UART

TMS 77C82, G/Ç kapasitesini çok artıran bir seri haberleşme birimine sahiptir. Yonga üzerinde bulunan UART, G/Ç kapıları ve yazılımla elde edilmesi imkansız hızlarda çevre birimlerle haberleşmeyi sağlar. Çift yönlü çalışan UART, alıcı-RX, verici-TX ve baund üretici adında üç bölümden oluşur. Yazılımla koşullama esasında seri kapının çalışma hızı, alınan/gönderilen karakter uzunluğu, tek/çift/hiç parite ile çalışması ve sonlama bitlerinin sayısı programlanır. UART'ın üç farklı çalışma modu vardır:

Asenkron Çalışma: Terminaller, seri yazıcılar gibi standart RS-232 formatını kullanan çevre birimlerle bağlantı kurulması için kullanılır.

İsosenkron Çalışma: Yüksek hızlı veri iletimi sağlar. Haberleşme uçları arasında senkron bir saat işareti gereksinim duyulur.

Seri G/Ç Modu: Özel haberleşme protokollerine gerek duymayan seri birimlerle haberleşmede kullanılır. Örneğin, aynı devre üzerindeki seri A/S, ötelemeli saklayıcı, gösterge sürücü vs.

3.8 TMS 77C82 Sembol Tanımlamaları

TMS 77C82 Assembler dilinde kullanılan bazı semboller aşağıda verilmiştir:

A	: MİB akümülatörü
B	: MİB akümülatörü
Rn	: Saklayıcı kütüğünün n numaralı elemanı
Pn	: Çevre birim kütüğünün n numaralı elemanı
iop	: İvedi veri
>	: 16'lı sayı belirteci
?	: 2'li sayı belirteci
'..'	: Karakter katarı belirteci
%	: İvedi veri belirteci
Ø	: 16 bit mutlak adres belirteci
\$	: Program sayacının o anki değeri
s	: Kaynak operandı
d	: Varış operandı
b	: Bit numarası ($0 \leq b \leq 7$)
(..)	: İndekse bağlı dolaylı adresleme belirteci
*	: Saklayıcıya bağlı dolaylı adresleme belirteci

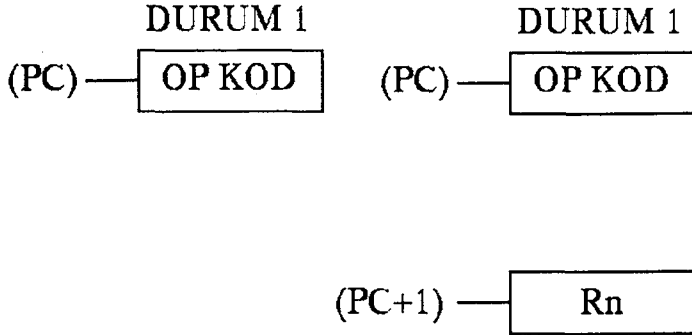
3.9 Adresleme Modları

TMS 77C82'de 8 farklı adresleme modu vardır. Bazı adresleme modları 16 bit operandlar ile kullanılır ve Gelişmiş Adresleme Modları adını alır.

Tek Saklayıcı Adresleme: Tek saklayıcı üzerinde işlem yapan komutlarda kullanılır. Genel şekli

(komut) Rn

olan adresleme modudur. A ve B akümülatörleri kullanıldığı zaman adres komut içinde yer alır.



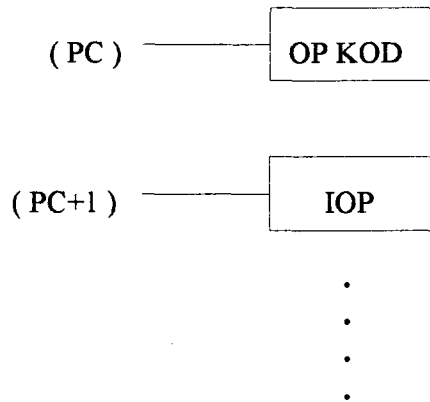
Şekil 3.8 Tek saklayıcı adresleme

Çift Saklayıcı Adresleme: Çift saklayıcı adresleme modunu kullanan komutlar 8 bit operandlar içeren kaynak ve varış saklayıcılarını kullanırlar. Genel şekli

(komut) Rn, Rm
olarak verilebilir.

İvedi Adresleme: Üzerinde işlem yapılacak operandlardan biri ivedi olarak komutla verilen adresleme modudur. İvedi veri 8 bit olabilir. MOVD komutu ile özel bir formatta 16 bit ivedi veri kullanmak da mümkündür. Genel şekli,

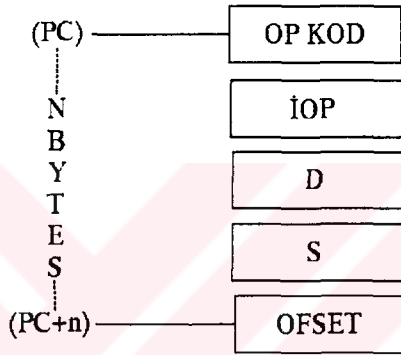
(komut) %iop, varış



Şekil 3.9 İvedi adresleme

Program Sayacına Bağlı Bağlı Adresleme: Bütün dallanma komutları program sayacına bağlı bağlı adresleme modunu kullanırlar. Her dallanma komutu bir hedef adres içerir. Derleyici hedef adresten PC'nin değerini çıkartarak kaymayı hesaplar ve komut kodundan sonraki alana yerleştirir. Denetleyici böyle bir komutla karşılaştığında kayma değerini okuyarak PC'ye ekler ve elde edilen adrese dallanır. Genel şekli

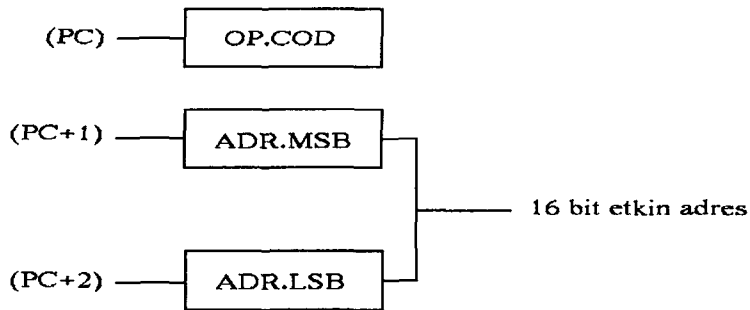
(komut) (hedef adres)



Şekil 3.10 Program sayacına bağlı bağlı adresleme

Mutlak Adresleme: 8 bitlik operandın bellekteki 16 bit mutlak adresinin verildiği komutlarla kullanılır. Genel şekli,

(komut) ∂ (16 bit adres)

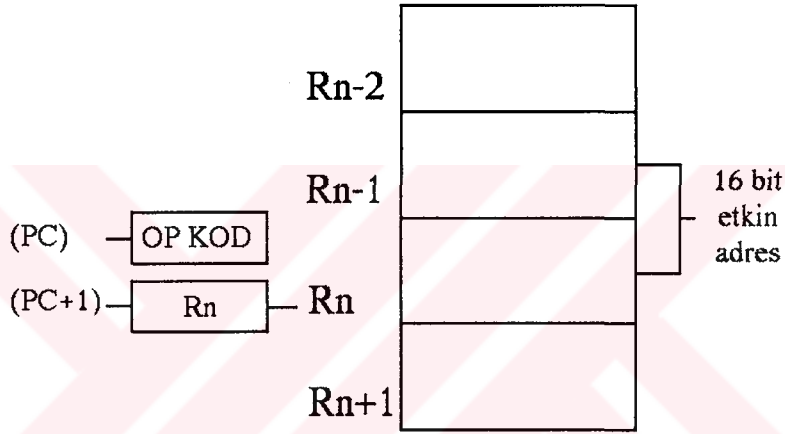


Şekil 3.11 Mutlak adresleme

Saklayıcı İle Dolaylı Adresleme: 16 bit dolaylı adresleme yapmak için geliştirilmiştir. Komutun üzerinde işlem yapacağı operandın adresi RF'deki saklayıcı çiftinde yer alır. Genel şekli

(komut) *R_n

olan bu adresleme modunda operandın adresi saklayıcı kütüğünde R_{n-1}: R_n saklayıcı çiftinden alır.

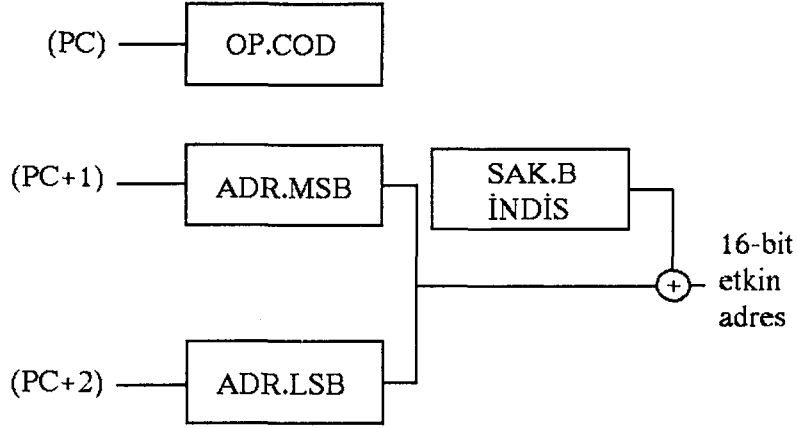


Şekil 3.12 Saklayıcı ile dolaylı adresleme

Sıralı Adresleme: Bu adresleme modu bir sıra saklayıcısına bağlı olarak adresleme yapmak için kullanılır. Sıra saklayıcısı olarak daima B akümülatörü kullanılır. Genel şekli ,

(komut) ∅ (16 bit adres) (B)

gibidir. Komutun üzerinde işlem yapacağı operand adresi , komutla birlikte verilen 16 bit mutlak adrese B sıra saklayıcısının içeriğinin eklenmesiyle bulunur.



Şekil 3.13 Sıralı adresleme

Çevre Birim Kütüğü Adresleme: Bu modu kullanan dört adet komut vardır :

- | | |
|--------|--------|
| * MOVP | * ANDP |
| * ORP | * XORP |

Bu komutlar kaynak operand olarak A ve B akümülatörlerini veya ivedi veri kullanabilirler. Çevre birim adreslemesi yapıldığında denetleyici normal alma çevriminden farklı bir alma çevrimi icra eder.

3.10 EPROM

TMS 77C82'de yonga üzerinde 8 K EPROM bulunmaktadır. Program belleğinin yer aldığı EPROM alanı bellek haritasında en yüksek adresler olan >E006->FFFF adresleri arasında yer alır. Program belleğinin ilk 6 Bayt uzunluğundaki kısmı yonga üzerindeki test devreleri tarafından kullanılır ve kullanıcıya yasaklanmıştır. Kullanıcı programlarının daima >E006 adresinden başlaması gerekmektedir. EPROM'un en sonunda yazılım ve donanım kesme vektörleri yer alır.

TMS 77C82 EPROM'u standart 27C64 EPROM'ları ile eşdeğerdir. Yonga üzerindeki EPROM'un programlanması için yonganın bacaklarını 27C64'ün bacaklarına dönüştüren bir adaptörün sağlanması yeterlidir. Adaptör kullanılarak TMS 77C82 mikrodenetleyicisi 27C64 programlayan herhangi bir EPROM programlayıcıda programlanabilir. Pencereci tiplerin silinmesi için de yine 27C64'de uygulanan ışık şiddeti ve uzaklık parametreleri geçerlidir.

TMS 77C82'de EPROM'a yazılan programın istenmeyen kişiler tarafından kopyalanmasını engellemek için özel bir donanım yapısı mevcuttur. Buna R bit yazılım koruma özelliği denir. R biti programlanmış denetleyicilerin program belleği bir EPROM programlayıcı ile okunmaya kalkıldığında sanki bellek boşmuş gibi bütün adreslerde >FF okunur. Yongaya tekrar erişebilmek için program belleğinin UV ışıkta tamamen silinmesi gerekir.



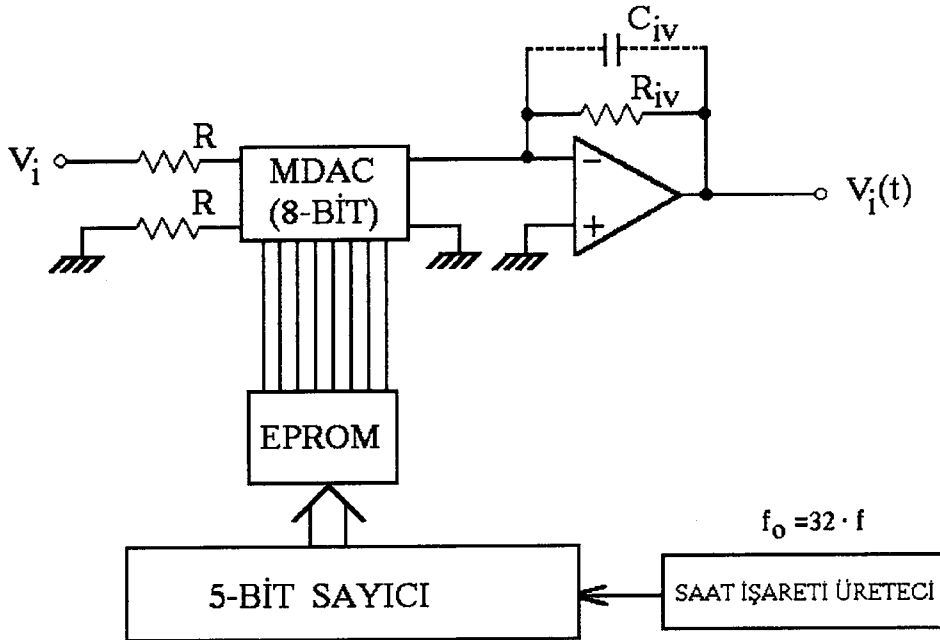
BÖLÜM 4 SİSTEMİN DONANIMI

4.1 Kapasite Ölçme Devresi

Daha önce de belirtildiği gibi kapasite ölçme devresi DC-AC dönüştürücü, kapasite algılayıcı devre ve AC-DC dönüştürücü, farksal integratör ve dengeleyici (çıkarıcı) bloklarından oluşur. Şimdi kullanılan blokları tek tek inceleyelim.

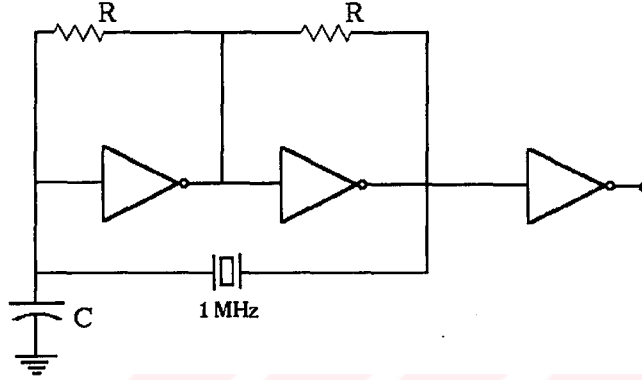
4.1.1 DC-AC Dönüştürücü

DC-AC dönüştürücü, integratör tarafından üretilen V_i doğru gerilimini genliği V_i olan sinüzoidal $V_i(t)$ gerilimine çevirir. Bu dönüşüm 8 bitlik bir sayısal-analog çevirici (DAC), akımı gerilime çevirmek ve yükseltmek için (I-V) bir işlemsel kuvvetlendirici ve 5 bitlik bir sayıcıyı çalıştırmak için sabit frekanslı bir osilatör kullanılmıştır. Devre yapısı Şekil 4.1'de gösterilmiştir [5].



Şekil 4.1 DC-AC dönüştürücü

Sayıcının girişine uygulanan işareti üreten bu osilatör, 1 MHz frekanslı bir TTL işaret oluşturmak üzere tasarlanmıştır. Frekansın kararlılığını sağlamak amacıyla kristal kullanılmıştır. Oluşturulan osilatör yapısı Şekil 4.2'de görülmektedir.



Şekil 4.2 TTL osilatör devresi

Düzende 74LS14 faz döndüren Schmitt tetikleme devresi kullanılmıştır. Devrenin çalışması, kapasitenin dirençler üzerinden dolup boşalması prensibine dayanır. Bu sırada schmitt tetikleme devresi, eşik gerilimleri aşıldıkça TTL seviyeli bir çıkış gerilimi üretir.

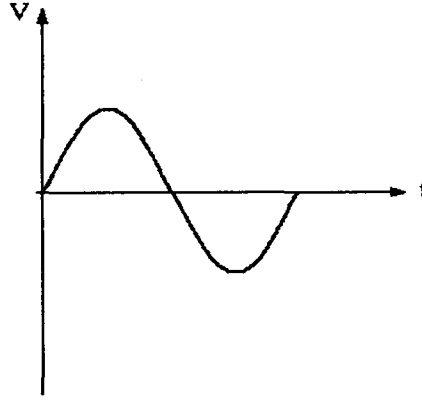
Daha sonra elde edilen saat işareti, CMOS 4040 12 bitlik sayıcıya uygulanır. Burada CD 4040 sayıcısının yalnızca ilk 5 biti kullanılmıştır, ve bu sayıcı $2^5=32$ bytelik bir bölgeyi tarayabilir. Zaten kullanılan 27C64 EPROM'unun ilk 32 byte'ında sayısal bilgiler mevcuttu. Buraya yazılan sayısal değerler, DAC 08 ve TL 074 işlemsel kuvvetlendiricisi kullanılarak sinüzoidal AC işaret elde etmeye yarayan bilgilerdir. 27C64'ün çıkışlarına bağlı DAC 08 içerideki sayısal bilgiyi analoğa çevirir. Akım çıkışlı bir tümdevre olduğundan devre çıkışına bir akım-gerilim çevirici olarak TL 074 işlemsel kuvvetlendiricisi kullanılmıştır. Ayrıca elde edilen işareti, DAC 08 girilen referans gerilimine göre AC işaretin tepe değerini ayarlamak amacıyla, kuvvetlendirici görevi gören TL 074 tümdevresinin diğer bir işlemsel kuvvetlendiricisi kullanılmıştır. TL 074 düşük güç harcamalı 4 MHz band genişliğine sahip yüksek kazançlı işlemsel kuvvetlendiriciyi içerir [13],[10].

<u>ADRES (HEX)</u>	<u>VERİ (HEX)</u>
000A	0D
000B	0C
000C	0B
000D	0A
000E	09
000F	08
0010	07
0011	06
0012	05
0013	04
0014	03
0015	02
0016	01
0017	00
0018	00
0019	01
001A	02
001B	03
001C	04
001D	05
001E	06
001F	07

Şekil 4.3'te görüldüğü gibi elde edilen işaret ayrıktır. Dolayısıyla tam bir sinüs değildir. Bu durumda yalnızca R_{iv} direnci var iken elde edilen çıkış işaretidir. Çıkış işaretinin Fourier açılımı aşağıdaki gibidir.

$$V_i(t) = V_i \sin wt + V_i \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{\sin(16n-1)wt}{16n-1} + \frac{\sin(16n+1)wt}{16n+1} \right]$$

Bu işaretin harmonik distorsiyonu, bütün kapasite ölçme ve algılama uygulamaları için yeterli küçüklüktedir. Ayrıca R_i direncine paralel olarak bir kapasite eklemek suretiyle harmonikbozulma büyük ölçüde (1/10) azaltılabilir. Bu durum Şekil 4.4'de gösterilmiştir. Kapasite kullanılarak işaret daha düzgün hale getirilmiştir. DC-AC çeviricinin doğrusal olmaması ölçmede bir hataya sebep olduğundan, doğrusal olmama kontrolü önemlidir.



Şekil 4.4 R_{IV} 'ye C_{IV} kapasitesi paralel bağlandığındaki çıkış işareti

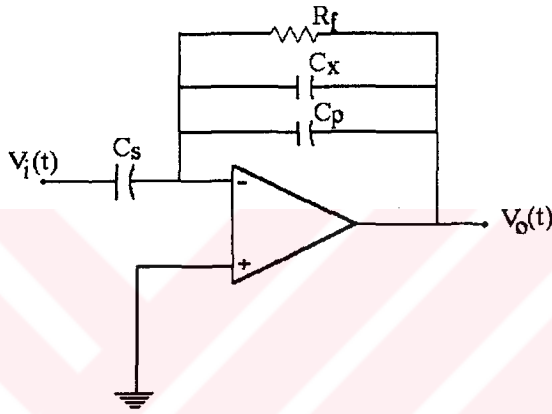
4.1.2 AC-DC Dönüştürücü

AC-DC Çevirici sabit bir 1 V'luk V_s gerilimi tarafından sürülmektedir. Dolayısıyla AC-DC çeviricinin lineer olmama hatası, bu dönüşümü etkilemez. İşlemsel kuvvetlendiricili devreler ile oluşturulacak AC-DC dönüştürücü kullanılacağı gibi, basit tek diyodlu AC-DC dönüştürücü rahatlıkla kullanılabilir. Bu çalışmada gerek basitlik gerekse maliyet açısından tek diyod ve kondansatör kullanılarak AC-DC dönüştürücü yapılmıştır.

4.1.3 Kapasite Algılayıcı Devre

Açık çevrim bandgenişliği içindeki frekanslarda, eğer küçük kapalı çevrim kazançlı bir işlemsel kuvvetlendiricinin evirici girişi topraklanmış ise bu işlemsel kuvvetlendiricinin evirici girişindeki işaret seviyesi zahiri toprak seviyesine dönüşür. Ayrıca işlemsel kuvvetlendiricinin çıkış empedansı da küçüktür. Bütün bunların ışığında, evirici giriş ve toprak arasındaki parazitik kapasiteler ve çıkış ile toprak arasındaki kapasiteler kuvvetlendiricinin karakteristiğini önemli ölçüde değiştirmez. Burada kullanılan işlemsel kuvvetlendirici TL 074, band genişliği 4 MHz ve yüksek kazançlı bir işlemsel kuvvetlendiricidir.

Ölçülecek kapasite evirici giriş ve çıkış arasına yerleştirildiğinden, parazitik kapasiteler bilinmeyen kapasite üzerinde önemli bir hata oluşturmaz. Zaten bu oluşan etkiler bir çıkarıcı kullanılarak ortadan kaldırılır. Ayrıca devrenin kararlılığını sağlamak amacıyla $60\text{ M}\Omega$ mertebesinde R_f direnci kullanılmıştır. Daha önce de belirtildiği gibi buraya konulan kapasiteye göre çıkış değişmektedir. Bu devrenin çıkışı bir gerilim izleyici aracılığı ile AC-DC dönüştürücünün girişine bağlanır [9].



Şekil 4.5 Kapasite algılayıcı devre

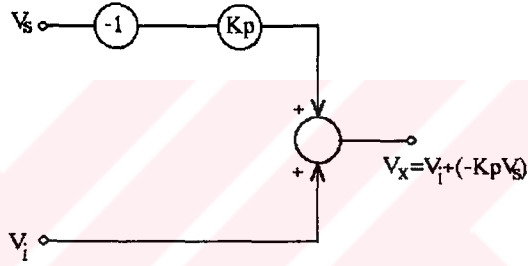
4.1.4 Fark İntegratörü

Fark integratörü olarak LM 3900 işlemsel kuvvetlendirici tümdevre elemanı kullanılmıştır. Küçük kapalı çevrim kazançlı 4 MHz bandgenişliğine sahip kararlı bir işlemsel kuvvetlendiricidir. Hızlı integral alma uygulamalarında kullanıldığı için tercih edilmiştir [11].

Kapasite ölçme devresinde önemli bir fonksiyona sahip olan integratör girişine uygulanan doğru gerilimlerin farkına bağlı olarak integral alır. Girişine uygulanan gerilimlerden biri $V_s=1\text{V}$ diğeri ise V_o gerilimidir. $V_s - V_o = 0$ olduğu zaman kapasite değeri belirlenmiş olur. Çünkü integratörün çıkışı V_i , kapasitenin gerilim olarak değerini verir. Bu gerilim aynı zamanda DC-AC dönüştürücünün girişine uygulanır.

4.1.5 Dengeleyici Devre

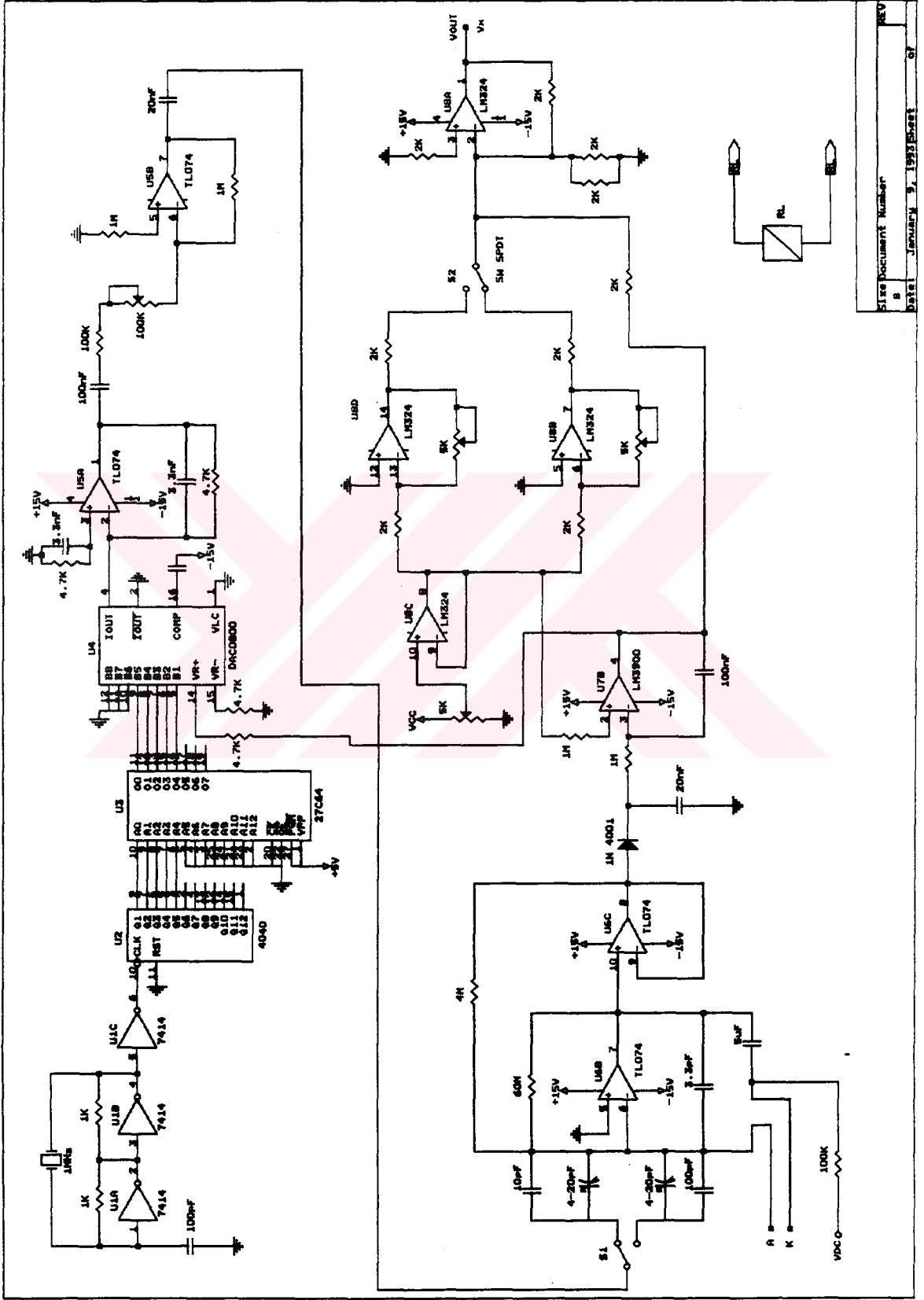
Daha önce de bahsedildiği gibi V_i ölçülen kapasitenin değerini vermektedir. Ancak kapasite algılayıcı devrede bilinmeyen C_x kapasitesi konulmadan önce, istenilmeyen fakat kaçınılmaz olan kaçak ve parazitik kapasitelerin etkileri mevcuttur. Dolayısıyla ölçme yapmadan önce bu istenilmeyen kapasitelerin oluşturduğu etkileri çıkartmak amacıyla bir çıkarıcı devre eklenmiştir. Burada LM 324 işlemsel kuvvetlendirici elemanı kullanılmıştır. Birbirinden bağımsız 4 adet işlemsel kuvvetlendirici bir pakette toplanmıştır.



Şekil 4.6 Dengeleyici devrenin blok şeması

Burada K_p ayarlı olmak suretiyle C_x kapasitesi devrede yokken V_x çıkış geriliminin sıfır yapılmasını sağlar. Zaten cihaz üzerinde sıfır ayarı yapmak amacıyla bir potansiyometre konulmuştur. Eğer parazitik kapasiteler varsa bunların etkileri potansiyometrelerle sıfırlanır.

Referans kapasitesi 10 pF, $V_s=1V$ ve besleme gerilimi 15V olduğundan teorik olarak ölçülecek en büyük kapasite değeri 150 pF'tır. Fakat pratik sınırlamalar nedeniyle ölçülebilecek en büyük kapasite değeri 120 pF'lar mertebesinde kalır. Dolayısıyla daha büyük kapasitelerin ölçülmesi için yeni bir kademe daha oluşturmak gereklidir. Bu da 100 pF referans kapasite konmasıyla rahatlıkla elde edilir. Bu çalışmada küçük kapasitelerin çok iyi bir hassasiyetle ölçülmesi ele alındığından daha büyük kapasitelerin ölçülmesi ele alınmamıştır. Ancak daha büyük kapasitelerin de ölçülmesi olanaklıdır.



Şekil 4.7 Analog ölçme devre şeması

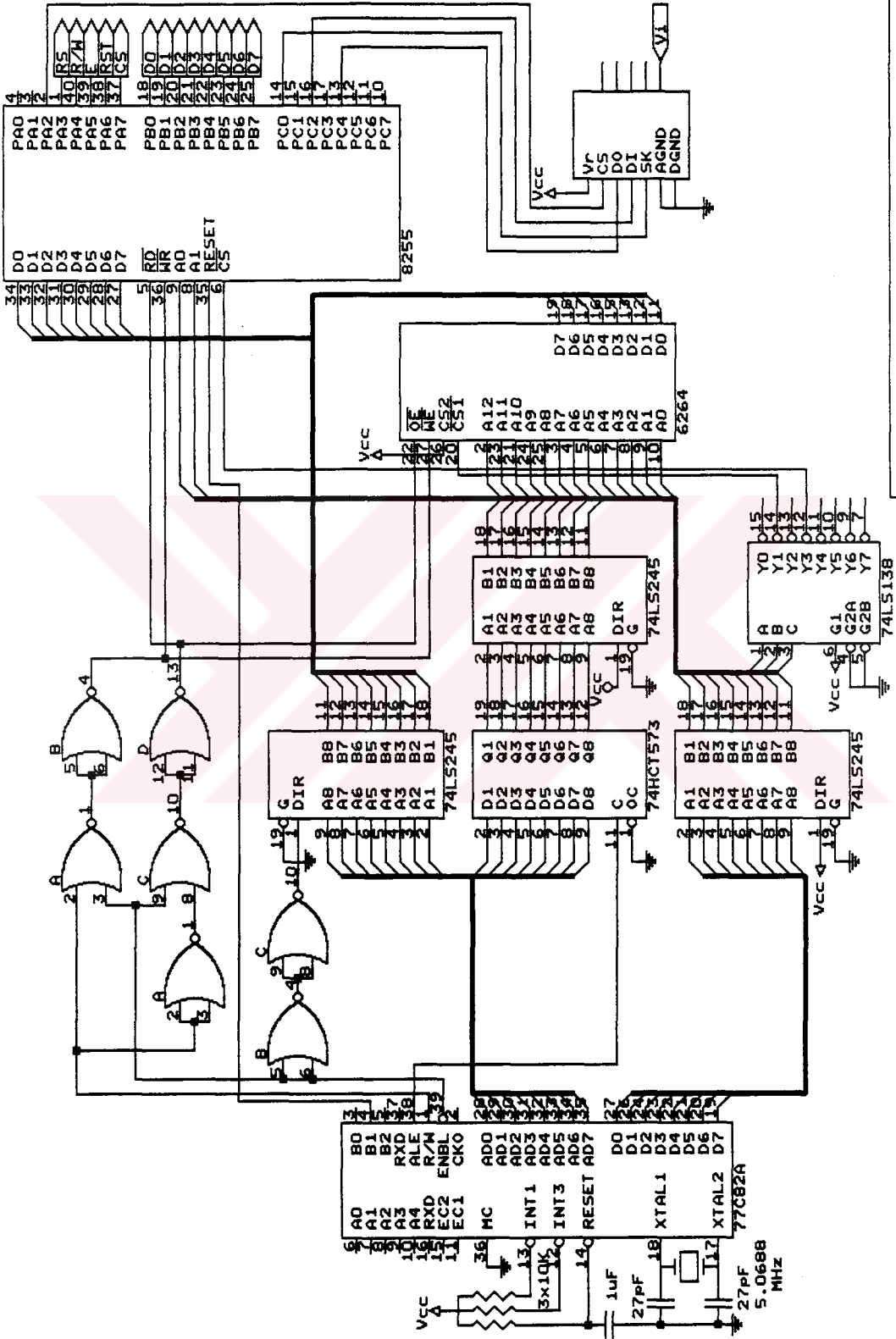
Burada ikinci kademenin oluşturması ile başka bir kademeye geçme durumu ortaya çıkmıştır. Burada kademe değiştirme, elle kullanılan bir komitatör kullanılarak gerçekleştirmek yerine, mikrodeneleyici yardımıyla yapılmıştır. Kullanılan iki kontaklı 4 yollu bir röle bir tuşa basmak kaydıyla konum değiştirir. Böylece bir konumdan öteki konuma geçilmiş olur.

4.2 Mikrodeneleyici Devresi

Analog olarak gerçekleştirilen devrelerin otomasyonunu sağlamak amacıyla Bölüm 3'te de yapısal özellikleri anlatılan, Texas Instruments firmasının 8 bitlik bir ürünü olan TMS 77C82 mikrodeneleyicisi kullanılmıştır. Kullanılan sisteme ait devre şeması şekil 4.8 ve şekil 4.9'de verilmiştir. Sistemi oluşturan temel elemanlar : TMS 77C82 mikrodeneleyicisi, 6264 yaz-okuy (RAM), 2 adet 8255 paralel giriş-çıkış elemanı, tuş takımı ve DMG 64240 gösterge modülüdür. Sistemde ayrıca adres bilgisini tutan bir adet 74HCT473, veri ve adres bilgilerinin iki yönlü iletimini sağlayan üç konumlu 4 adet 74LS245, adres kodlarını çözen 74LS138 ve $R/\overline{W}$ işatini $\overline{RD}$ ve $\overline{WR}$ olarak ikiye ayırmak amacıyla oluşturulan 74LS02 iki girişli veya değil (NOR) kapıları kullanılmıştır. Sistem 5.0668 MHz'lik saat işaretiyle ve +5 V'luk besleme gerilimiyle çalışmaktadır [5],[10].

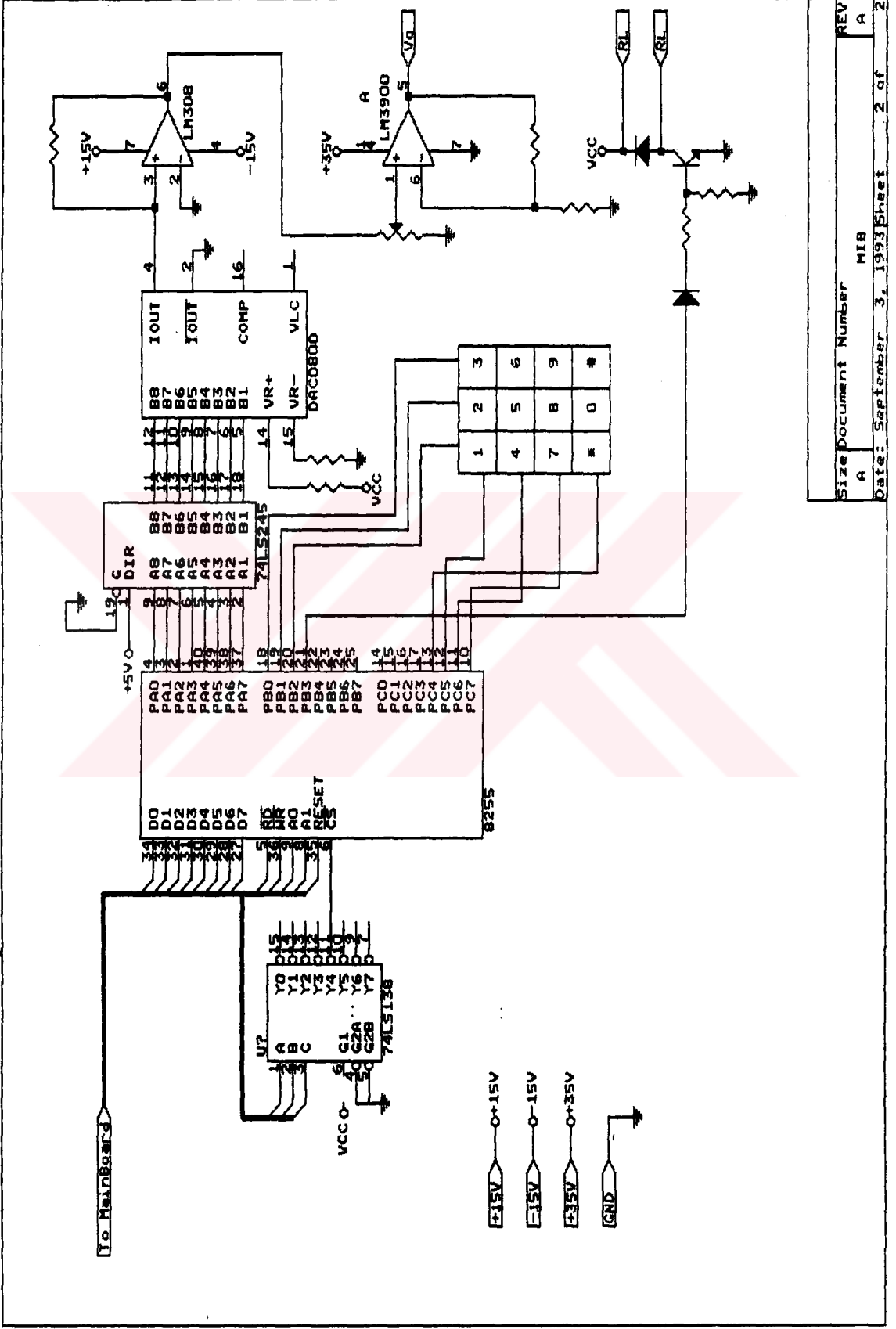
TMS 77C82 mikrodeneleyicisi üzerinde 8K silinebilir, programlanabilir, salt okuy bellek (EPROM-Erasable Programmable Read Only Memory) bulunmaktadır. Bellek haritasında EPROM >E006->FFFF adresleri arasında yer almaktadır. Geçici saklamalar için 8K kapasiteli 6264 yaz-okuy bellek (RAM-Random Access Memory) kullanılmıştır. Bellek haritasında yaz-okuy bellek (RAM) >2000->3FFF adresleri arasında bulunmaktadır.

8255, Intel mikroişlemciler için tasarlanmış bir genel amaçlı programlanabilir bir giriş/çıkış elemanıdır.  alışma modu vardır. Düzende bunlardan mod 0 kullanılmıştır. Bu modda elemanın toplam 24 bacağı ; iki adet 8 bitlik ve iki adet 4 bitlik grup oluşturur bunlar bütün halinde giriş veya çıkış olmak üzere programlanabilirler. Bu gruplar A, B ve C iskeleleri olarak adlandırılırlar [1].



Size	Document Number	REV
A	MIB	A
Date:	September 21, 1993	Sheet 1 of 2

Şekil 4.8 Mikrodenetleyici devre şeması



Şekil 4.9 Sayısal ve analog arabağlantı devre şeması

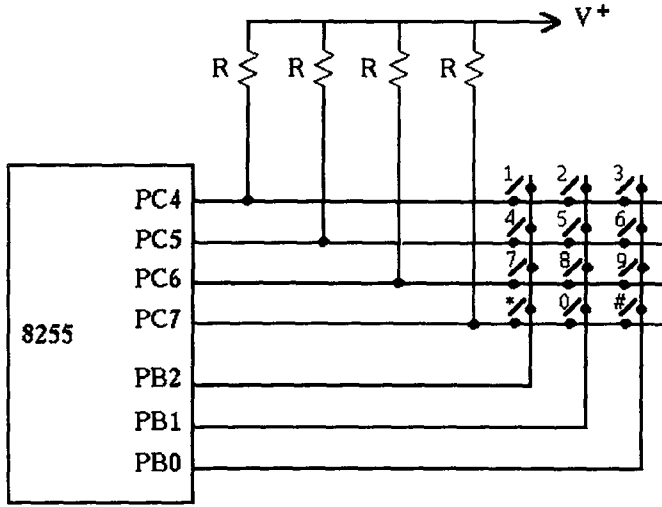
Bellek kod çözme işlemi 74LS138 3'e 8 adres kod çözücülerini yardımıyla yapılmaktadır. Girişlerine A13, A14 ve A15 adres bitleri girilerek bellek kod çözme işlemi yapılır. 74LS138 64 K'lık belleği 8 K'lık bölgelere ayırır, bu bölgelere çevre birim elemanlarını yerleştirir.

Analog-Sayısal Çevirici MC145053, paralel iletişim arabirimi olan 8255'in C iskelesine bağlanmıştır. MC145053 10 bitlik, 5 kanallı seri çıkışlı bir Analog-Sayısal Çeviricidir. Bu analog-sayısal çeviricinin 5 no'lu kanalı analog giriş çıkış olarak kullanılmış olup, seri çıkışı C iskelesinin PC4 biti ile 8255'e bağlıdır. C iskelesinin diğer bitlerinden PC0 ve PC2 sırasıyla saat işareti ve kanal seçimi için kullanılmıştır. Analog devrenin çıkışı olan V_x gerilimi bu elemana girer [10].

Ölçme sonuçlarının gösterildiği, kapasite-gerilim grafiğinin çizdirildiği ve gerilim-kapasite değerlerini içeren tablonun çıkarıldığı bir gösterge kullanılmıştır. Bu gösterge Data International firmasının ürettiği 64 satır 240 sütünlü nokta matrisli sıvı kristal DMG 64240 elemanıdır. Gösterge hazır bir modül olup, veri yolu ise 8255'in B iskelesine bağlanmıştır. Göstergede görülmek istenen karakterin ASCII kodunu göndermek yeterli olmaktadır. Göstergeyi kontrol etmek için 8255'in A iskelesinin son 4 biti kullanılmıştır.

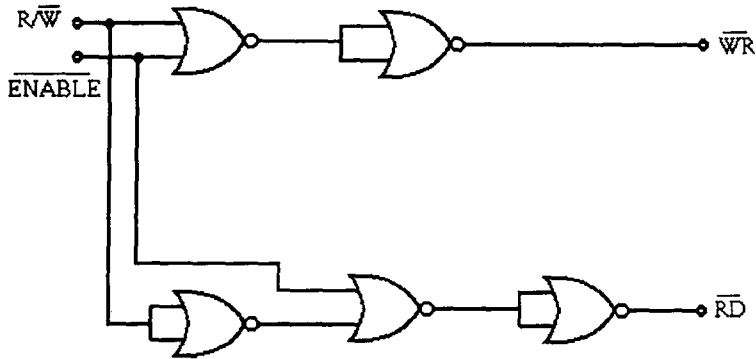
Sayısal-analog çevirici tuş takımı ve rölenin kontrolü için ikinci bir 8255 paralel giriş/çıkış elemanı daha kullanılmıştır. Bu 8255'in A iskelesine sayısal-analog çevirici olarak DAC 08 tümdevresi bağlanmıştır. Yazılımla hazırlanan basamak fonksiyonu şeklindeki sayısal işaret DAC 08 tümdevre bir işlemsel kuvvetlendiricisi kullanılmıştır. Burada elde edilen işaret, kapasite diyodu ölçme kademesinde kapasite dioduna uygulanır.

Tuş takımını okumak üzere 8255 elemanının C iskelesindeki 4,5,6,7 nolu bitler giriş, B iskelesindeki 0, 1, 2 nolu bitler ise çıkış olarak seçilmiştir. Bu şekilde 12 tuşun algılanması sözkonusudur. Tuş takımının bağlantı şeması Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Hangi tuşa basıldığının anlaşılması için bütün çıkışlar sırasıyla sıfırlanmaktadır. Herhangi bir basma işlemi yoksa girişler lojik 1 seviyesinde olmaktadır. Ama bir tuşa basıldığı zaman o tuşun bağlı olduğu giriş ve çıkış kısa devre olacağından her ikisinde sıfırlanacaktır. Dolayısıyla basılan tuşun ne olduğu anlaşılıp gerekli işlemler yapılmaktadır.



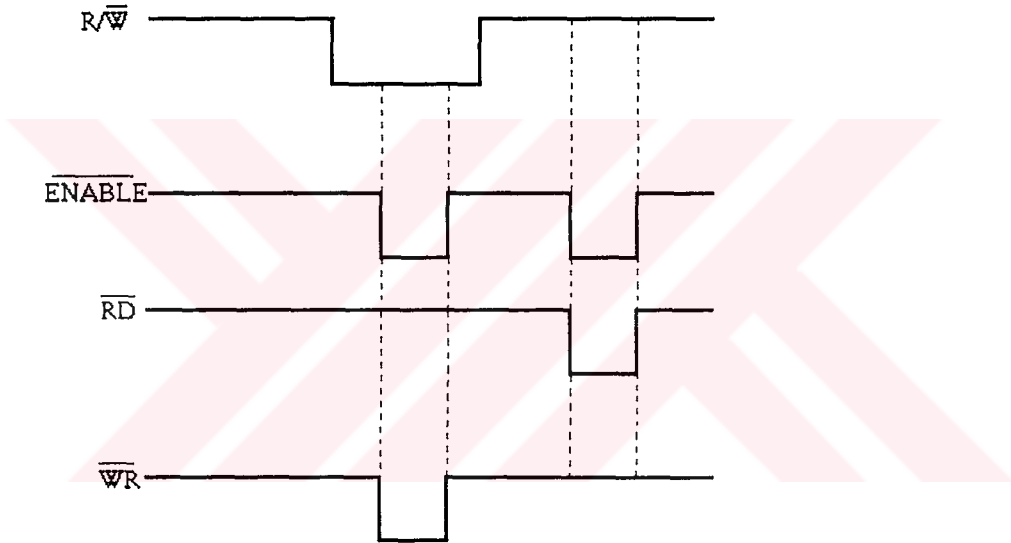
Şekil 4.10 Tuştakımı bağlantı şeması

Ayrıca B iskelesindeki 3 nolu bit, çıkış olarak şartlanmış olup bir transistör üzerinden röleyi kontrol etmek için kullanılmıştır. Daha önce de bahsedildiği gibi röle bu şekilde kullanılarak tuş takımı yardımıyla kademe değiştirme gerçekleştirilir.



Şekil 4.11 TMS 77C82'deki R/W işaretini $\overline{RD}$ ve $\overline{WR}$ olarak ayıran devre

Daha önce de bahsedildiği gibi 8255 paralel giriş/çıkış elemanı Intel mikroişlemciler için tasarlanmış olup, $\overline{RD}$ (okuma) $\overline{WR}$ (yazma) uçları ayrıktır. Oysa ki TMS 77C82 mikrodenetleyicisi Texas Instrument firmasının bir ürünü olup, $R/\overline{W}$ (yazma-okuma) ucu tektir. Lojik 1 olduğunda okuma, lojik 0 olduğunda yazma işlemleri gerçekleşir. Dolayısıyla TMS 77C82'nin 8255 çevre birimi ile uyumlu çalışmasını sağlamak için $R/\overline{W}$ ve $\overline{ENABLE}$ kontrol uçları ile sağlamaktadır. TMS 77C82'nin $R/\overline{W}$ kontrol ucu $\overline{RD}$ ve $\overline{WR}$ olmak üzere çoğullanması, Şekil 4.11'deki devre ile sağlanmıştır. Ayrıca $R/\overline{W}$, $\overline{ENABLE}$, $\overline{RD}$ ve $\overline{WR}$ işaretleri Şekil 4.12'de verilmiştir.

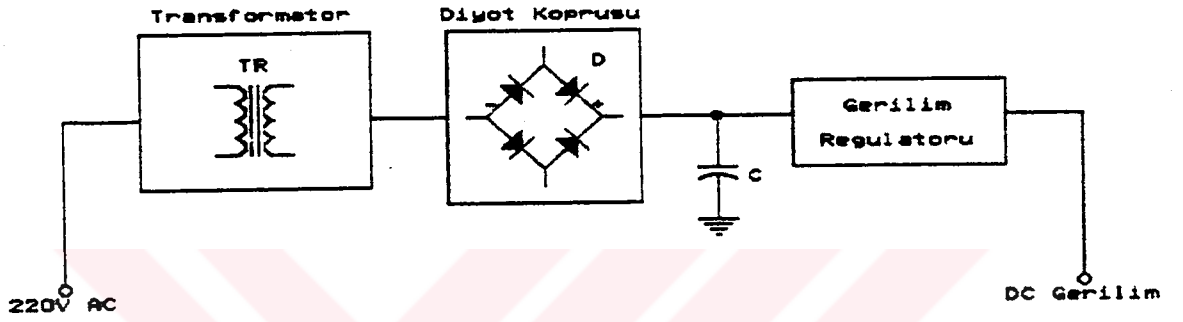


Şekil 4.12 Şekil 4.11'deki devrenin giriş ve çıkış işaretleri

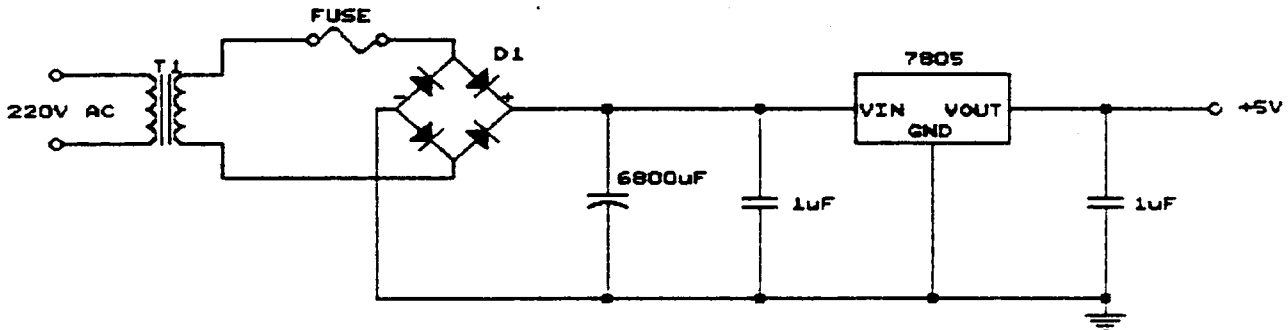
4.3 Devrede Kullanılan Besleme Kaynakları

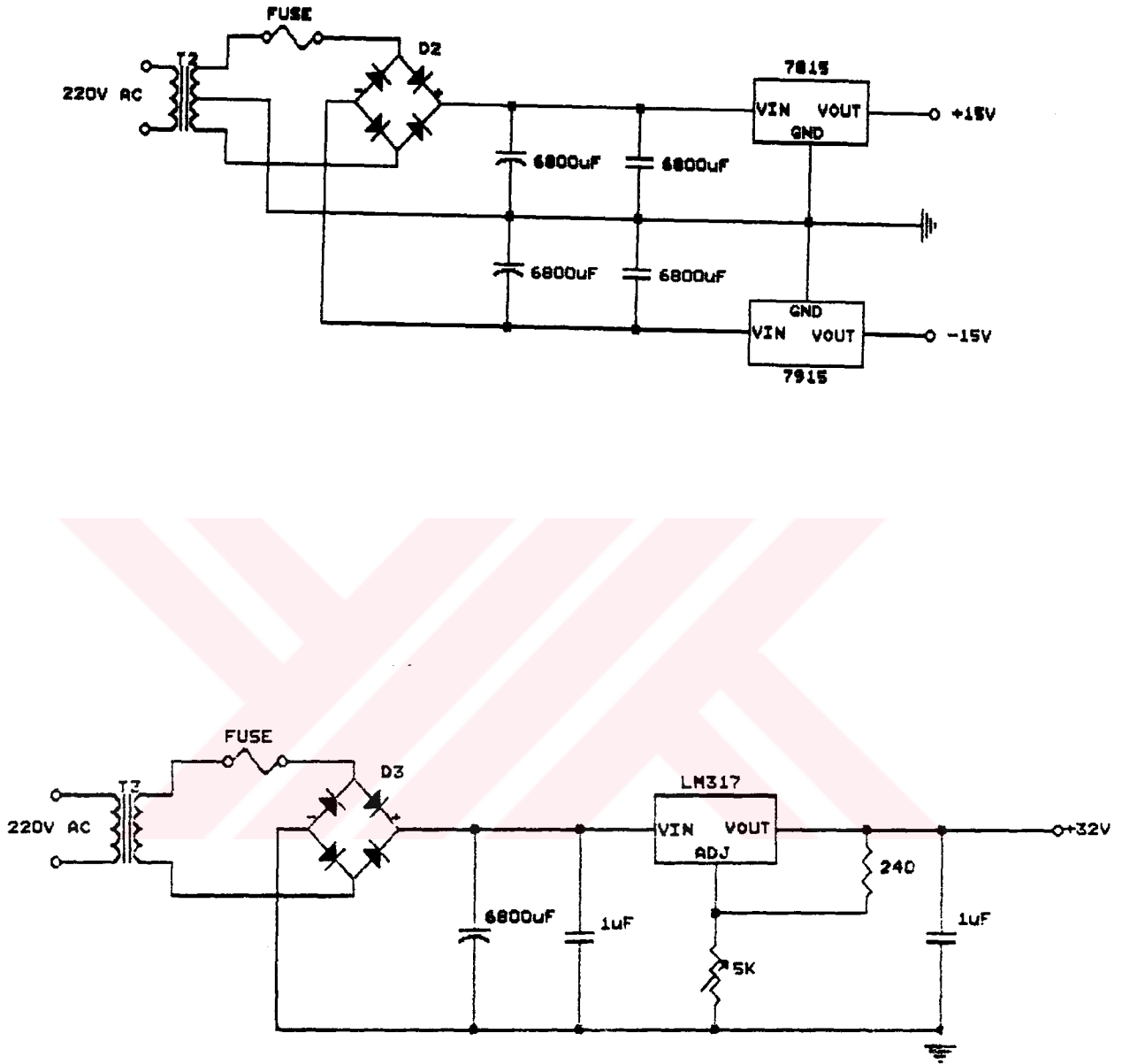
Tasarlanan sistemde ölçme işlemlerini yapan analog kısım ± 15 V, +5 V, sonuçları değerlendiren sayısal kısım ise +5 V'luk besleme gerilimle çalışmaktadır. Ayrıca devremizdeki kapasite diyoduna ters yönde uygulanacak maksimum 30 V'luk gerilime gereksinim vardır. Bu gerilimler; 2x15 V-15 W, 1x7 V-5 W, 1x7 V-5 W ve 1x35 V-10 W'lık 4 ayrı transformatör yardımıyla şebeke geriliminden doğrultularak elde edilmiştir. Kurulan düzene ilişkin blok şema Şekil 4.13'de verilmiştir. Buna göre şebeke gerilimi belirli oranda zayıflatılmakta sonra çift yönlü doğrultucudan geçirilerek süzölmektedir.

Regülasyon sağlamak amacıyla 7804, 7815 ve 7915 sabit çıkışlı gerilim regülatörü tümdevreleri kullanılmıştır. Kapasite diyoduna ters yönde uygulanacak gerilimi elde etmek için , LM 317 gerilim regülatörü tümdevresi kullanılmıştır [11].



Şekil 4.13 Güç kaynaklarının blok şeması





Şekil 4.14 Devrede kullanılan besleme kaynakları

BÖLÜM 5 SİSTEM YAZILIMI

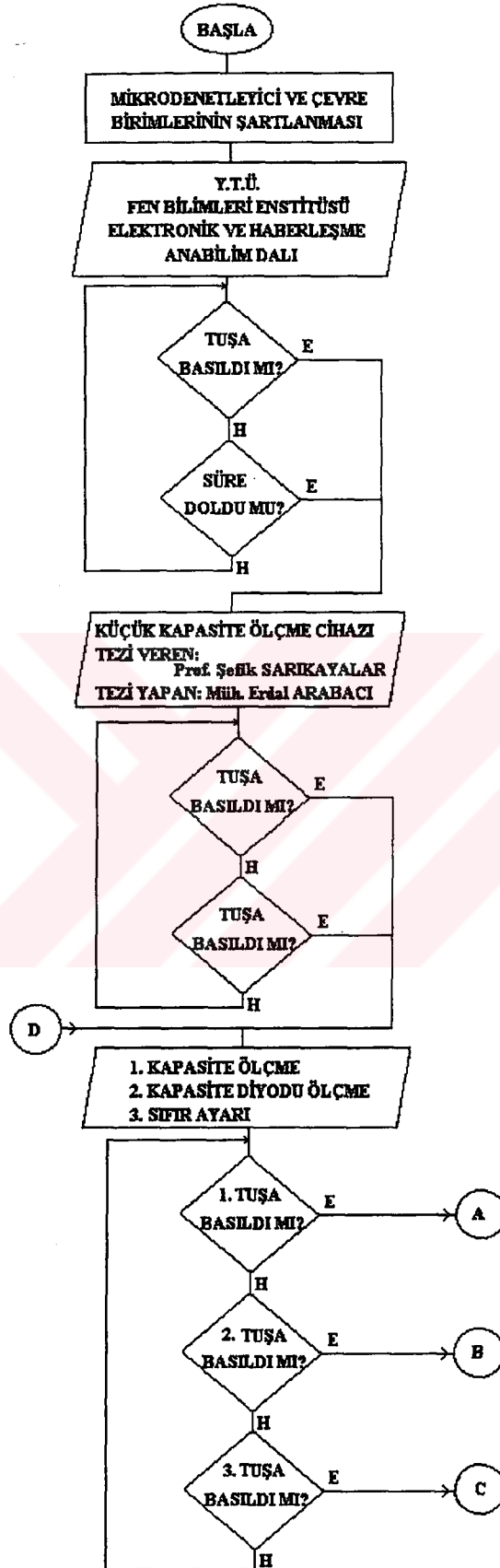
5. 1 Programlama Dili ve Mantığı

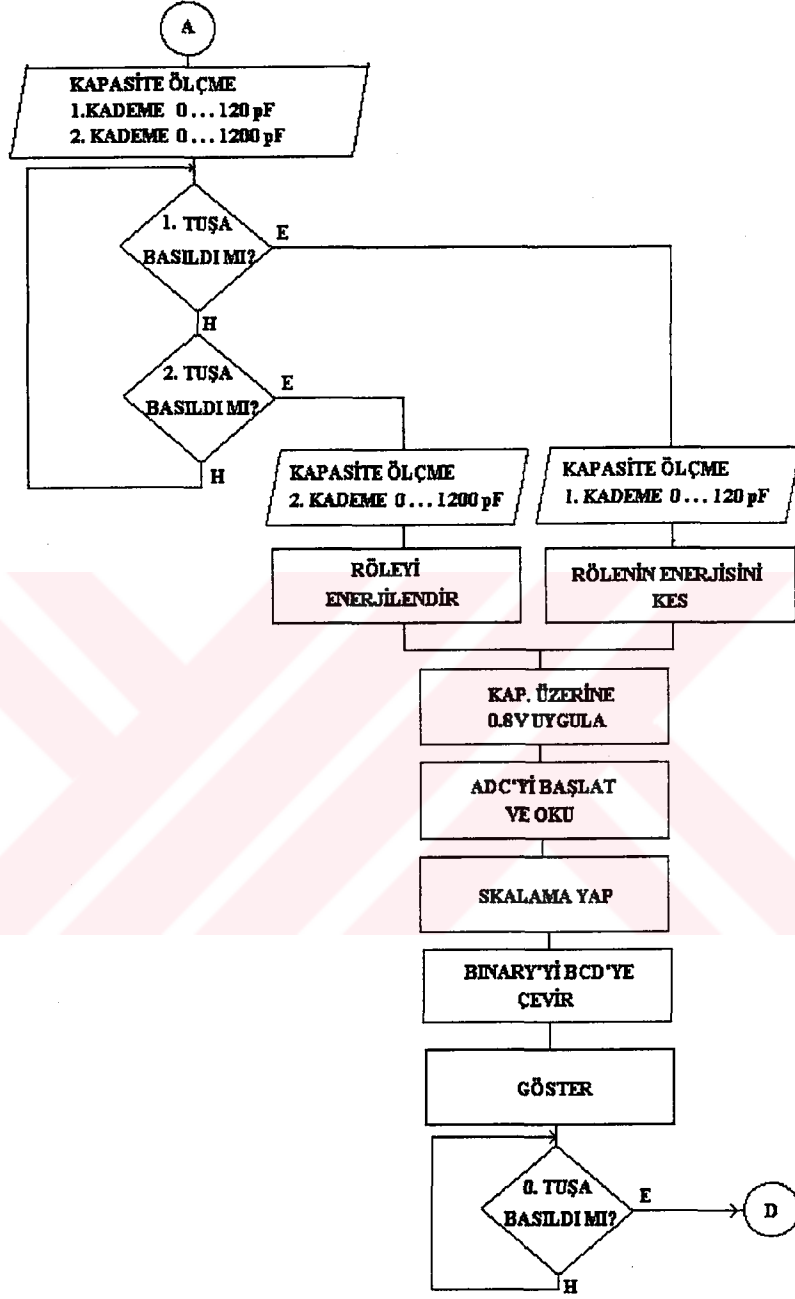
Cihazın kontrolu için TMS 77C82 mikrodenetleyicisini içeren bir kontrol devresi kullanıldığından, sistem yazılımı TMS 7000 makina dilinde yazılmıştır. Daha sonra XASM7.EXE programı aracılığıyla derlenmiş ve uygun bir modül oluşturularak bir EPROM programlayıcısıyla TMS 77C82'nin EPROM'u programlanmıştır.

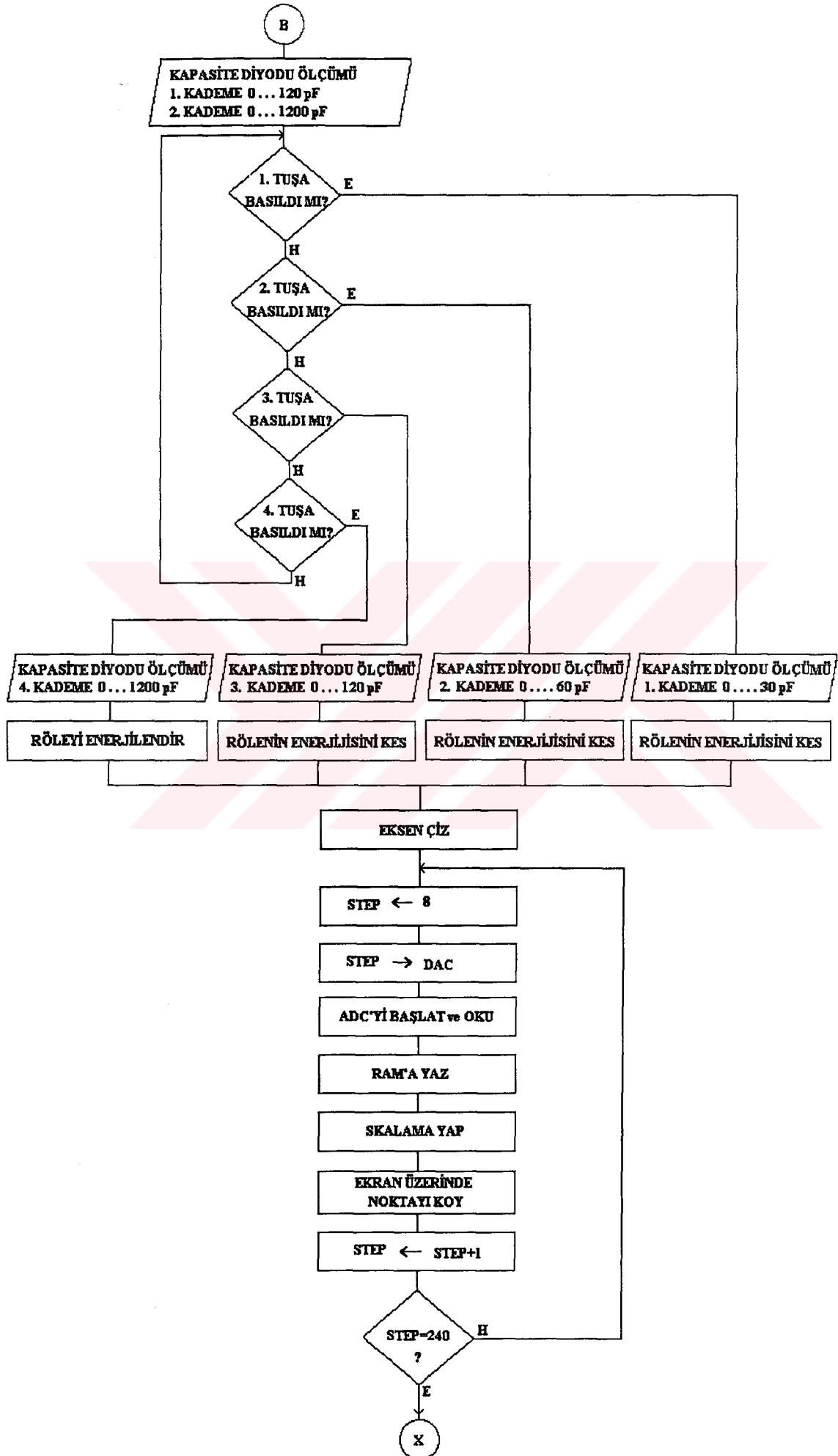
Genel olarak, program şu işlevleri yerine getirmektedir: Birincisi sıvı kristal gösterge sayesinde oluşturulan menü sistemi ile tuştakımından girilen verilerin düzenlenmesidir. İkincisi ölçülecek elemana (kapasite diyodu) 0.8V-30V arası gerilim uygulanması ve analog devreden alınan gerilim değerlerini kapasiteye çevirmektir. Diğer bir işlev ise, sonuçları kullanıcının isteğine göre grafik veya tablo halinde göstergede görülmesini sağlamaktır. Ayrıca ölçülecek elemana göre ölçme düzeneği hazırlanır. Örneğin kapasite ölçmek için herhangi bir gerilim adımları üretilmezken kapasite diyodu ölçmek için gerilim adımları üretilir.

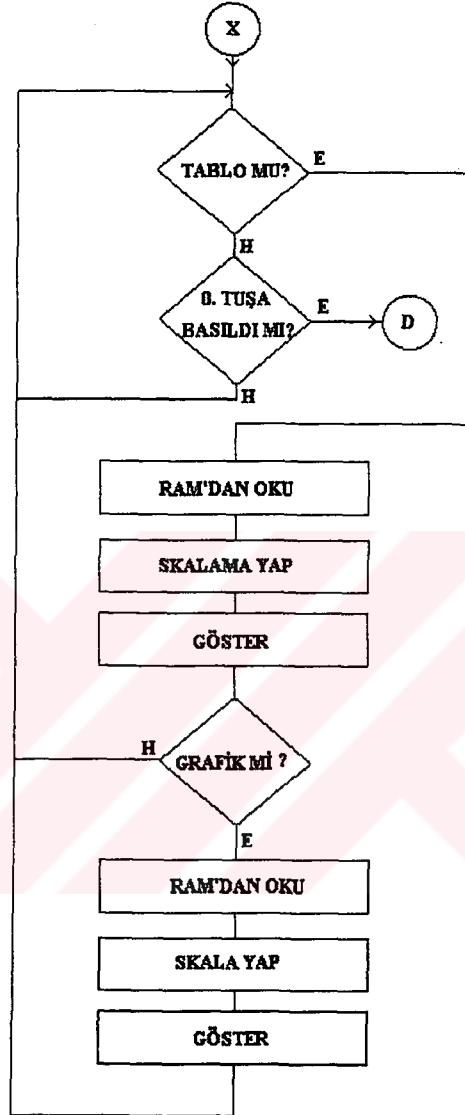
5. 2 Programın Akış Şeması

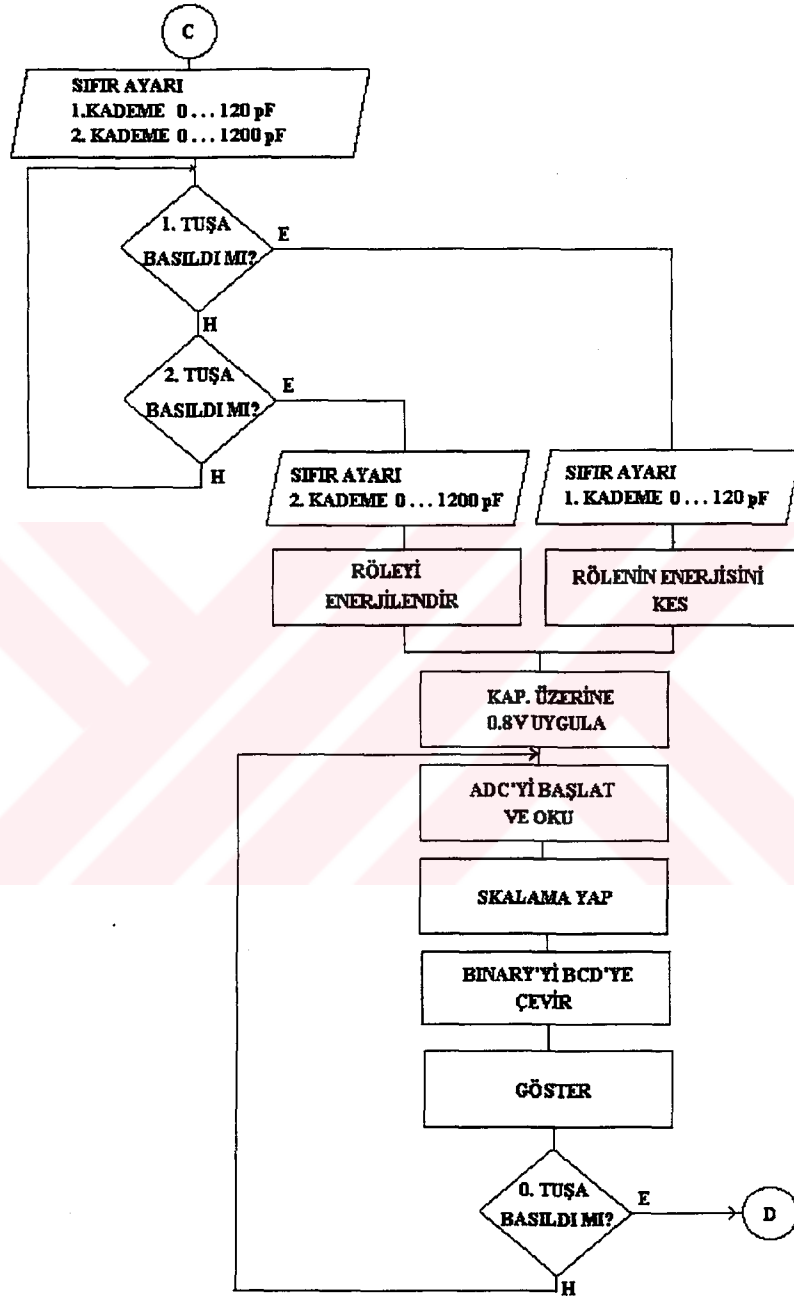
Tasarlanan sisteme ait ve belirtilen işlevleri yapan programların ayrıntılı akış şeması Şekil 5.1'de verilmiştir. Ayrıca verilen akış şemasına ilişkin mikrodenetleyici programı EK 1'da verilmiştir.











Şekil 5.1 Programın akış şeması

BÖLÜM 6 CİHAZIN KULLANIMI

6.1 Tuştakımının Tanıtımı

Cihazın kontrolü için standart bir telefon tuştakımı kullanılmıştır. Tuştakımının kullanımı menü sayesinde oldukça kolaylaştırılmıştır. Aşağıda tuş takımındaki tuşlar ve fonksiyonları açıklanmıştır.

Burada ilk olarak belirtmek gerekirse, bütün tuşların kendilerine has fonksiyonlarından başka hepsinin ortak bir fonksiyonu mevcuttur. Bu fonksiyon, göstergede çıkan tanıtım bilgilerini silmeyi ve ölçme durumuna geçmeyi sağlar. Aslında cihaza hiç bir müdahale yapılmazsa cihaz kendiliğinden belli bir süre sonra ölçme konumuna geçer. Fakat kullanıcıya kolaylık olması amacıyla beklemeksizin ölçme konumuna geçmek istendiğinde yukarıda belirtildiği gibi herhangi bir tuşa iki kere basmak yeterlidir. Aşağıda ise her tuşun kendine has olan işlevinden bahsedilmiştir.

0 : Bu tuş üç fonksiyonludur. Birinci fonksiyon ; Herhangi bir ölçme kademesinden ölçme işlemi yapıldıktan sonra tekrar menü kısmına dönmesini sağlar. İkinci fonksiyonu ; Kapasite diyodu ölçme kademesinde elde edilen kapasite gerilim eğrisinden tablo halinde gösterime geçmeyi sağlamaktır. Üçüncü fonksiyonu ; Kapasite diyodu ölçme kademesinde eğri çizilirken ölçmeyi durdurup, yeniden menü kısmına geçmek için kullanılır.

1 : Çift fonksiyonludur. İlk fonksiyonu kapasite diyodu ölçme kademesinde tablo şeklinde gösterime geçilmişse, tekrar eğriyi göstergede göstermektir. İkinci fonksiyonu ise göstergede çıkan menüde birinci kademeyi seçmektir.

2. 3. 4 : Tek fonksiyonlu tuşlardır. Göstergede oluşan menüden yararlanarak belirttikleri rakamı içeren kademeleri seçmek için kullanırlar.

* : Tek fonksiyonludur. Bu tuşun işlevi 0.8V - 30V arası oluşan gerilim kapasite tablosunu dörtlü paketler halinde göstermektir. Burada her * tuşuna basışta gerilime göre artan yönde dörtlü paketler göstergede oluşur. Burada gerilim değerleri 100mV'luk gerilimler halinde artar.

: Tek fonksiyonludur. * tuşunun tersi bir fonksiyona sahiptir. Dolayısıyla ekranda bulunan bir dörtlü paketten bir önceki dörtlü pakete dönmeyi sağlar.

6.2 Cihazın Çalıştırılması ve Kullanımı

Cihazın açma kapama anahtarı ON konumuna getirildikten sonra mikrodenetleyici devresi kendiliğinden reset olur ve ilk olarak sıvı kristal göstergede,

Y.T.Ü.
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRONİK VE HABERLEŞME
ANABİLİM DALI

bilgisi görülür. Eğer hiç bir tuşa basılmaz ise cihaz belli bir süre sonra öteki mesaja geçer. Fakat beklemeksizin öteki mesaja geçmek istenirse herhangi bir tuşa basmak koşuluyla işlem gerçekleşir. Bu durumda göstergede

KÜÇÜK KAPASİTE ÖLÇME CİHAZI
TEZ DANIŞMANI :

Prof. ŞEFİK SARIKAYALAR
TEZİ YAPAN : MÜH. ERDAL ARABACI

bilgisi görülür. Yukarıda anlatılanlar bu durum içinde geçerlidir. Yine herhangi bir tuşa basılmak suretiyle bir sonraki konuma geçilir. Eğer hiç bir tuşa basılmaz ise cihaz kendiliğinden bir sonraki konuma geçer. Bu iki konum cihazın ilk açıldığı zaman geçerlidir ve tanıtım amacıyla tasarlanmıştır. Daha sonra ölçme konumlarına geçildikten sonra bir daha bu iki konuma dönülmez.

Yukarıdaki işlemlerden sonra ölçme kademelerini gösteren

KÜÇÜK KAPASİTE ÖLÇME CİHAZI

1. KAPASİTE
2. KAPASİTE DİYODU
3. SIFIR AYARI

mesajı görülür. Yukarıda istenilen ölçmeyi yapmak veya sıfır ayarı yapmak, herbir kademenin önündeki rakama denk gelen tuşa basmak koşuluyla sağlanır. Eğer kapasite ölçmek isteniyorsa 1 tuşuna basılır. Bu durumda göstergede

KAPASİTE

- | | |
|-----------|---------------|
| 1. KADEME | 0120pF |
| 2. KADEME | 01200pF |

görülür. Burada 1 yada 2 tuşlarına basmak suretiyle kademeler seçilir. Eğer 1 tuşuna basılırsa,

KAPASİTE

- | | |
|-----------|--------------|
| 1. KADEME | 0120pF |
|-----------|--------------|

mesajı görülür. Kısa bir süre sonra göstergede ölçülen kapasite değeri görülür. Örneğin kapasite değeri 100pF ise göstergede

$$C = 100pF$$

görülür. Aynı durum ikinci kademe içinde geçerlidir. Bu kademe doğal olarak daha yüksek kapasite değerlerini ölçmek için kullanılır.

Yine ilk menü üzerinde kapasite diyodu ölçme kademesini seçmek için 2 tuşuna basılır. Bu durumda ,

- | | |
|-----------|--------------|
| 1. KADEME | 0.....30pF |
| 2. KADEME | 0.....70pF |
| 3. KADEME | 0.....120pF |
| 4. KADEME | 0.....1200pF |

bilgileri göstergede görülür. Hangi kademede ölçme yapmak istenirse o tuşa basılmalıdır. Örneğin birinci kademe için ölçme yapmak istenirse 1 tuşuna basılır. Böylece göstergede

KAPASİTE DİYODU ÖLÇÜMÜ

1. KADEME 0.....30pF

LÜTFEN BEKLEYİNİZ.....

mesajı görülür ve bir süre sonra grafik olarak eğri çizme işlemi yapılır. Eğri çizimi bittikten sonra elde edilen Kapasite-Gerilimi değerlerini sayısal olarak bir tablo halinde görmek için * tuşuna basılır. Daha önce de belirtildiği gibi * tuşuna her basışta dörtlü paketler halinde değerler görülür. # tuşu herhangi bir dörtlü paketten bir önceki dörtlü pakete geçmeyi sağlar. Aynı özellikler diğer kademeler için de geçerlidir.

Eğer herhangi bir kapasite diyodunun belverme gerilimi aşılsa cihaz kendiliğinden gerilim uygulamasını keser ve göstergede hangi gerilimde bu uygulamayı yaptığını gösterir.

BÖLÜM 7 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Burada tasarlanan ölçme cihazından ilk örnek olarak yeterli performansın elde edildiği söylenebilir. Kapasite algılayıcı devrede kapasite diyodu koyup ölçme yapılırsa, bu elamana ters yönde uygulanacak doğru gerilimden ölçme düzeni etkilenmez. Ayrıca analog ölçme devresinde kullanılan AC-DC çeviricinin sabit bir V_s gerilimi altında çalışması, AC-DC çeviricinin nonlineer hatalarını ortadan kaldırır. Dolayısıyla ölçme AC -DC çeviricinin nonlineerlik hatasından etkilenmez. Ayrıca birinci kademedede 100mV 1pF'a karşı gelmektedir. Dolayısıyla oldukça hassas bir ölçme yapılmaktadır.İkinci kademedede ise 10mV 1pF'a karşı gelmektedir.Bu konumda ölçme hassasiyeti biraz azalmakta, fakat ölçme aralığı artmaktadır. Ölçme cihazındaki tuştakımında yapılan kontrol ve göstergede kullanıcıya verilen mesajlar kullanım sırasında büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

Ancak ADC'nin $\pm 1/2$ LSB'lik ve DAC'ın ± 1 LSB'lik çevirme hataları ile referans gerilimlerinin hataları devrenin doğruluğunu olumsuz yönde etkiler.

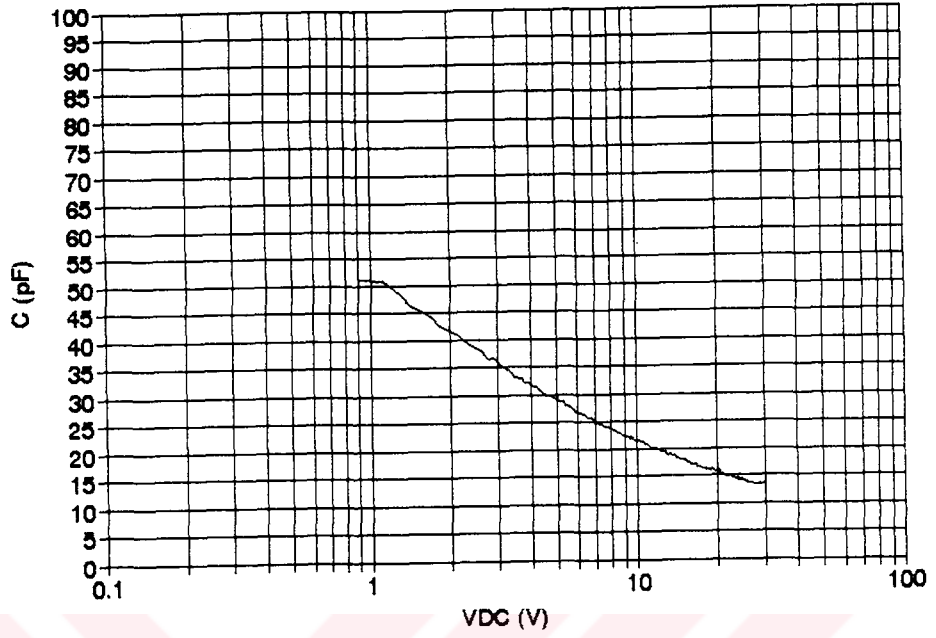
Mikrodenetleyici kartı TSC 232 (Tledyne) veya MAX 232 (Maxın) gibi bir seri haberleşme tümdevre elemanının takılmasına elverişlidir. Dolayısıyla belirli bir yazılım ve seri haberleşme tümdevre elemanı ilavesiyle ölçme cihazının bilgisayarla haberleşmesi sağlanabilir.

Ayrıca ölçme cihazı kullanılarak bazı ölçmeler yapılmıştır. Bunlardan BB 204 kapasite diyodu (varikap) için elde edilen ölçme sonuçları değer olarak Tablo 7.1'de grafik olarak da Şekil 7.1 (logaritmik) ve Şekil 7.3'te verilmiştir. BB 204 kapasite diyodunun katalogtan alınmış kapasite-gerilim eğrisi ise Şekil 7.2'de verilmiştir. Ölçme cihazından elde edilen C-V eğrisi ile katalogtan alınan C-V eğrisi karşılaştırılırsa yaklaşık olarak aynı eğrinin elde edildiği görülmektedir. Bu da ölçme cihazının iyi bir hassasiyete sahip olduğunu göstermektedir. Daha öncede belirtildiği üzere cihaz, ayrıca egrideki kapasite ve gerilim değerleri tablo halinde göstergede verilmektedir.

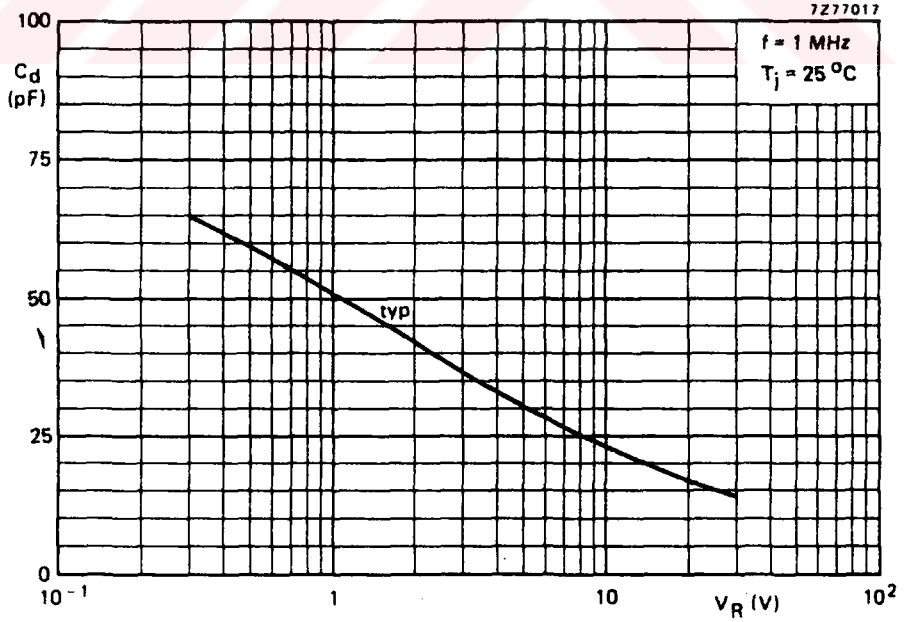
TABLO 7.1 BB 204 kapasite diyodunun ölçme sonucu elde edilen kapasite gerilim değerleri

V (V)	C (pF)	V (V)	C (pF)	V (V)	C (pF)
0.9	51.1	5.7	27.6	10.5	21.3
1.1	50.9	5.8	27.5	10.6	21.3
1.2	49.3	5.9	26.9	10.7	20.9
1.3	47.9	6.2	26.7	10.9	20.8
1.4	46.4	6.3	26.4	11.0	20.6
1.6	45.0	6.4	26.3	11.1	20.4
1.7	44.1	6.5	26.0	11.2	20.5
1.8	42.8	6.6	25.8	11.4	20.3
1.9	42.1	6.8	25.7	11.5	20.3
2.1	41.2	6.9	25.3	11.6	20.2
2.2	40.1	7.0	25.2	11.7	20.2
2.3	39.4	7.1	25.0	11.9	20.2
2.4	38.6	7.3	24.7	12.0	20.0
2.6	37.9	7.4	24.7	12.1	20.0
2.7	37.1	7.5	24.5	12.2	19.5
2.8	36.5	7.6	24.2	12.4	19.6
2.9	36.7	7.8	24.1	12.5	19.5
3.1	35.4	7.9	23.9	12.6	19.4
3.2	35.0	8.0	23.8	12.7	19.4
3.3	34.5	8.1	23.7	12.8	19.0
3.4	33.9	8.3	23.5	13.0	19.0
3.5	33.2	8.4	23.2	13.1	18.9
3.7	33.0	8.5	23.1	13.2	19.0
3.8	32.4	8.6	23.0	13.3	19.0
3.9	32.3	8.8	22.8	13.5	18.9
4.0	31.9	8.9	22.6	13.6	18.6
4.2	31.5	9.0	22.5	13.7	18.6
4.3	31.2	9.1	22.4	13.8	18.6
4.1	30.6	9.3	22.3	14.0	18.4
4.5	30.2	9.4	22.3	14.1	18.4
4.7	30.0	9.5	21.9	14.2	18.4
4.8	29.7	9.6	22.3	14.3	18.4
4.9	29.4	9.7	21.9	14.5	18.2
5.0	29.1	9.9	21.5	14.6	18.2
5.2	28.7	10.0	21.5	14.7	17.9
5.3	28.6	10.1	21.5	14.8	18.1
5.4	28.2	10.2	21.5	15.0	18.1
5.5	27.9	10.4	21.3	15.1	17.8

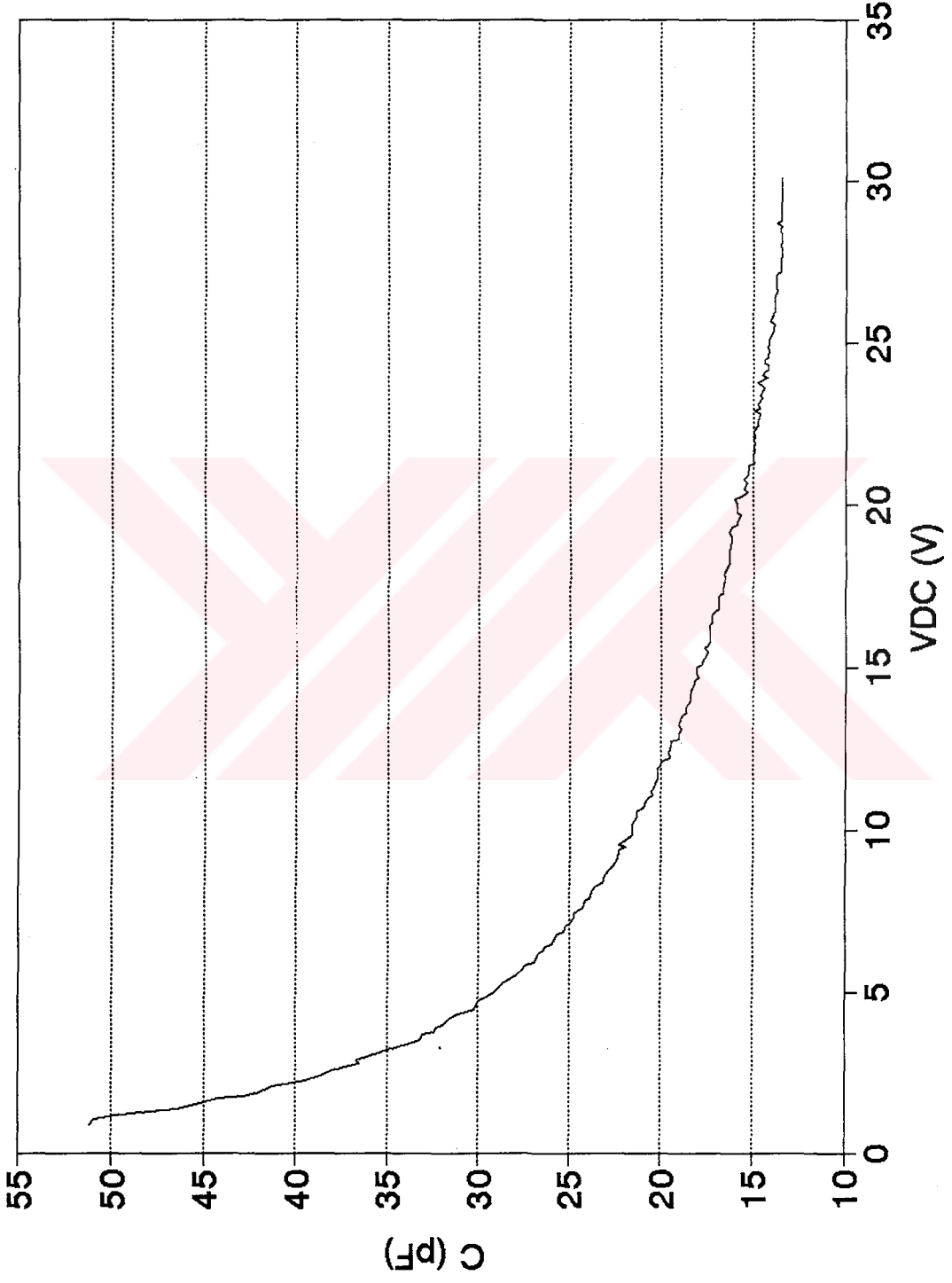
V (V)	C (pF)	V (V)	C (pF)	V (V)	C (pF)
15.2	17.8	20.3	15.6	25.2	14.0
15.3	17.6	20.4	15.3	25.4	13.9
15.5	17.5	20.5	15.4	25.5	13.9
15.6	17.6	20.7	15.3	25.6	13.8
15.7	17.5	20.8	15.4	25.7	14.0
15.8	17.3	20.9	15.3	25.9	13.9
15.9	17.3	21.0	15.2	26.0	13.8
16.1	17.3	21.2	15.2	26.1	13.8
16.2	17.3	21.3	14.9	26.2	13.8
16.3	17.3	21.4	15.0	26.4	13.8
16.4	17.2	21.5	15.0	26.5	13.8
16.6	17.2	21.7	14.9	26.6	13.6
16.7	17.1	21.8	15.0	26.7	13.7
16.8	16.8	21.9	14.9	26.9	13.7
16.9	16.8	22.0	15.0	27.0	13.7
17.1	16.8	22.1	14.9	27.1	13.7
17.2	16.8	22.3	15.0	27.2	13.5
17.3	16.6	22.4	14.8	27.4	13.5
17.4	16.6	22.5	14.7	27.5	13.5
17.6	16.6	22.6	14.7	27.6	13.5
17.7	16.5	22.8	14.6	27.7	13.4
17.8	16.5	22.9	14.9	27.9	13.4
17.9	16.6	23.0	14.6	28.0	13.5
18.1	16.4	23.1	14.7	28.1	13.4
18.2	16.3	23.3	14.5	28.2	13.4
18.3	16.3	23.4	14.6	28.3	13.4
18.4	16.3	23.5	14.5	28.5	13.5
18.6	16.3	23.6	14.3	28.6	13.4
18.7	16.2	23.8	14.7	28.7	13.6
18.8	16.2	23.9	14.2	28.8	13.4
18.9	16.1	24.0	14.5	29.0	13.4
19.0	16.1	24.1	14.3	29.1	13.4
19.2	16.3	24.2	14.2	29.2	13.4
19.3	16.1	24.3	14.2	29.3	13.4
19.4	15.8	24.4	14.3	29.5	13.4
19.5	15.8	24.5	14.3	29.6	13.4
19.7	15.7	24.6	14.2	29.7	13.4
19.8	15.8	24.8	14.1	29.8	13.4
19.9	15.8	24.9	14.2	30.0	13.4
20.0	15.8	25.0	14.1	30.1	13.4
20.2	16.0	25.1	14.1		



Şekil 7.1 Ölçme cihazından BB 204 kapasite diyodu için elde edilen Kapasite - Gerilim eğrisi



Şekil 7.2 BB 204 kapasite diyodu için katalogdan alınan Kapasite - Gerilim eğrisi



Şekil 7.3' BB204 kapasite diyodunun tasarlanan cihazdan elde edilen C-V eğrisi

KAYNAKLAR

- [1] ADALI, E., Mikroşlemciler Mikrobilgisayarlar, İ.T.Ü. Kontrol ve Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, MART 1991.
- [2] DATA INTERNATIONAL, LMG 24064 Alphanumeric and Graphic Dot Matrix Modules Reference Manual, 1990.
- [3] DUTTA, M., RAKSHITA, A. BHATTACHARYYA, S.N., CHOUDHURY, J.K., An Application of an LMS Adaptive Algorithm for a Digital AC Bridge, IEEE Trans. Instrum. Meas., Vol. IM-36, No.4, DECEMBER 1987.
- [4] HAGIVARA, N. , SAEGUSA, T., An RC Discharge Digital Capacitance Meter, IEEE Trans. Instrum. Meas., Vol. IM-32, June 1983.
- [5] HAGIWARA, N., YANASE, M. , SAEGUSA, T., A Self-Balance-Type Capacitance to DC - Voltage Converter for Measuring Small Capacitance, IEEE Trans. Instrum. Meas., Vol. IM-36, No.2, June 1987.
- [6] HELBACH, W., MARCZINOWSKI, P., TRENKLER, G., High-Precision Automatic Digital AC Bridge, IEEE Trans. Instrum. Meas., Vol. IM-32, No. 1, MARCH 1983.
- [7] HITACHI, IC Memory Data Book, 1990.
- [8] JHONSON, C.D.,CHEN, C., Bridge to Computer Data Acquisition System with Feedback Nulling, IEEE Trans. Instrum. Meas., Vol. IM-39, No. 3, JUNE 1990.
- [9] KURODA, S., A Simple Stray-Free Capacitance Meter by using an Operational Amplifier, IEEE Trans. Instrum. Meas., Vol. IM-32, No.4, DECEMBER 1983.
- [10] MOTOROLA, Semiconductor Technical Data, 1992.

- [11] NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION, Linear Databook 1-3, 1987.
- [12] NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION, TTL Data Book, 1988.
- [13] NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION, CMOS Logic Databook, 1988.
- [14] STOUT, M.B., Basic Electrical Measurements, Electrical Engineering Faculty University of Michigan, Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J., 1960.
- [15] TARIM, N., Mikroişlemci Kontrollü Dipolmetre, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 1992.
- [16] TERMAN F.E., Sc.D. , PETTIT J.M., PhD, Electronic Measurements, Mc. GRAW-HILL Book Company Inc., 1952.
- [17] TEXAS INSTRUMENTS, TMS 77C82 8-bit CMOS EPROM Microcomputer, FEBRUARY 1988.
- [18] TEXAS INSTRUMENTS, TMS7000 Family Data Manual 8-Bit Microcontrollers, 1991.

EK 1 MİKRODENETLEYİCİ PROGRAMI

```

      IDT      'TEZ'
*
STACK EQU      >C0
*
IOCNT0 EQU      P0
IOCNT1 EQU      P2
IOCNT2 EQU      P1
APORT EQU      P4
ADDR EQU      P5
BPORT EQU      P6
CPORT EQU      P8
CDDR EQU      P9
DPORT EQU      P10
DDDR EQU      P11
T1MSDA EQU      P12
T1LSDA EQU      P13
T1CTL1 EQU      P14
T1CTL0 EQU      P15
T2MSDA EQU      P16
T2LSDA EQU      P17
T2CTL1 EQU      P18
T2CTL0 EQU      P19
SMODE EQU      P20
SCTL0 EQU      P21
SSTAT EQU      P22
T3DATA EQU      P23
SCTL1 EQU      P24
RXBUF EQU      P25
TXBUF EQU      P26
*
IREG EQU      R10
DREG EQU      R11
LREG1 EQU      R12
LREG2 EQU      R13
ROWLB EQU      R14
ROWHB EQU      R15
ROW EQU      R16
COL EQU      R17
DISPAH EQU      R18
DISPAL EQU      R19
DIGIT EQU      R20
INTX8 EQU      R21
INTX EQU      R22
XX EQU      R23
X EQU      R24
YY EQU      R25
```

Y	EQU	R26
DELAY1	EQU	R27
DELAY2	EQU	R28
DELAY3	EQU	R29
DATA	EQU	R30
INDEX	EQU	R31
DLY	EQU	R32
LREG1T	EQU	R33
BCD2	EQU	R34
BCD3	EQU	R35
BCD4	EQU	R36
BCDREG	EQU	R37
ADCDT1	EQU	R38
ADCDT2	EQU	R39
BCDO1	EQU	R40
BCDO2	EQU	R41
BCDO3	EQU	R42
BCDO4	EQU	R43
BCDO5	EQU	R44
DISPR1	EQU	R45
DISPR2	EQU	R46
DISPR3	EQU	R47
BUT	EQU	R48
RSLT0	EQU	R49
RSLT1	EQU	R50
RSLT2	EQU	R51
RSLT3	EQU	R52
RSLT4	EQU	R53
XH	EQU	R54
XL	EQU	R55
YH	EQU	R56
YL	EQU	R57
KDMREG	EQU	R58
DIGCNT	EQU	R59
STEP	EQU	R60
SATIR	EQU	R61
RANGE	EQU	R62
DIVID	EQU	R63
DIVIDE	EQU	R64
DIVID1	EQU	R65
DIVID2	EQU	R66
*		
TABLE	EQU	R81
MATRIX	EQU	R83
MSGBUF	EQU	R85
ADR	EQU	R87
*		
BINARY	EQU	R103
*		
PIOA	EQU	>8000
PIOB	EQU	>8800
PIOC	EQU	>8400
PIOCNT	EQU	>8C00
PIOA1	EQU	>6000
PIOB1	EQU	>6800

```
PIOC1 EQU >6400
PIOCN1 EQU >6C00
RAMH EQU >2000
RAML EQU >3000
*
PRINT $MACRO ROW, COL, MESAJ
      MOVD %:MESAJ.S:, MSGBUF
      MOV :ROW.S:, ROW
      MOV :COL.S:, COL
      CALL @WRTMSG
      $END
*
WRITE $MACRO ROW, COL, DIGIT
      MOV :DIGIT.S:, DIGIT
      MOV :ROW.S:, ROW
      MOV :COL.S:, COL
      CALL @WRTDIG
      $END
*
      AORG >E000
*
RESET DINT
      MOV %STACK, B
      LDSP
*
      MOVP %>00, IOCNT2
      MOVP %>80, IOCNT0
      MOVP %>00, IOCNT1
      MOVP %>FA, BPORT
      MOVP %>F8, BPORT
      MOVP %>FF, APORT
      MOVP %>DF, ADDR
*
      MOV %>89, A
      STA @PIOCNT
      MOV %8, B
      LDA @DAC(B)
      STA @PIOA
*
      MOV %>88, A
      STA @PIOCN1
      MOV %>8C, A
      STA @PIOA1
      MOV %>CC, A
      STA @PIOA1
      MOV %>00, A
      STA @PIOB1
      STA @PIOC1
*
      MOVP %>00, T1LSDA
      MOVP %>20, T1MSDA
      MOVP %>00, T1CTL1
      MOVP %>80, T1CTL0
      MOVP %>88, IOCNT0
      MOVP %>8C, IOCNT0
```

```

        MOV     %>FF,DISPR1
        MOV     %>FF,DISPR2
        MOV     %>FF,DISPR3
        EINT
*
        CALL    @DSPLAY
        MOV     %>0,DELAY1
        MOV     %>0,DELAY2
        MOV     %>0F,DELAY3
DELAYD  BTJZ     %>F0,DISPR1,KEYDSP
        BTJZ     %>F0,DISPR2,KEYDSP
        BTJZ     %>F0,DISPR3,KEYDSP
        DJNZ     DELAY1,DELAYD
        DJNZ     DELAY2,DELAYD
        DJNZ     DELAY3,DELAYD
*
KEYDSP  CALL     @CLRSCR
        PRINT    %1,%0,TEZ1
        PRINT    %2,%0,TEZ2
        PRINT    %3,%0,TEZ3
        PRINT    %4,%0,TEZ4
*
        MOV     %>0,DELAY1
        MOV     %>0,DELAY2
        MOV     %>0F,DELAY3
WTKEY   BTJZ     %>F0,DISPR1,KEYPRS
        BTJZ     %>F0,DISPR2,KEYPRS
        BTJZ     %>F0,DISPR3,KEYPRS
        DJNZ     DELAY1,WTKEY
        DJNZ     DELAY2,WTKEY
        DJNZ     DELAY3,WTKEY
*
KEYPRS  CALL     @CLRSCR
        PRINT    %1,%0,MENU0
        PRINT    %2,%0,MENU1
        PRINT    %3,%0,MENU2
        PRINT    %4,%0,MENU3
        MOV     %>2,DLY
        CALL     @DELAY
WTSEC   BTJZ     %>20,DISPR3,BUT1
        BTJZ     %>20,DISPR2,BUT2
        BTJZ     %>20,DISPR1,SIFAYR
        BR       @WTSEC
BUT2    BR       @VARAKT
*
BUT1    CALL     @CLRSCR
        PRINT    %1,%0,KPSTE
        PRINT    %3,%0,KDME31
        PRINT    %4,%0,KDME41
        MOV     %>02,DLY
        CALL     @DELAY
WTKDM   BTJZ     %>20,DISPR3,KDMSC1
        BTJZ     %>20,DISPR2,KDMSC2
        BR       @WTKDM
*
```

```
KDMSC1 CALL @K1OLC
        BR   @WTKEY2
KDMSC2 CALL @K2OLC
*
WTKEY2 BTJZ %>10,DISPR2,KEYCP
        BR   @WTKEY2
KEYCP  CALL @CLRSCR
        MOV  %>02,DLY
        CALL @DELAY
        BR   @KEYPRS
*
SIFAYR CALL @CLRSCR
        PRINT %1,%0,SFRMSG
        PRINT %3,%0,KDME31
        PRINT %4,%0,KDME41
        MOV  %>02,DLY
        CALL @DELAY
WTSFR  BTJZ %>20,DISPR3,KDMSF1
        BTJZ %>20,DISPR2,KDMSF2
        BR   @WTSFR
KDMSF1 CALL @K1OLC
        BR   @SFROKU
KDMSF2 CALL @K2OLC
SFROKU CALL @ADCOKU
        BTJZ %>10,DISPR2,SFRCIK
        BR   @SFROKU
SFRCIK CALL @CLRSCR
        MOV  %>02,DLY
        CALL @DELAY
        BR   @KEYPRS
*
K1OLC  PRINT %3,%0,CLRROW
        PRINT %4,%0,CLRROW
        LDA  @PIOB
        AND  %?11110111,A
        STA  @PIOB
        MOV  %>1,KDMREG
        PRINT %2,%0,KDME31
        BR   @KPOLC
*
K2OLC  PRINT %3,%0,CLRROW
        PRINT %4,%0,CLRROW
        LDA  @PIOB
        OR   %?00001000,A
        STA  @PIOB
        MOV  %>2,KDMREG
        PRINT %2,%0,KDME41
*
KPOLC  MOV   %>08,B
        LDA  @DAC(B)
        STA  @PIOA
        MOV  %>0F,DLY
        CALL @DELAY
        CALL @CLRSCR
*
```

```
ADCOKU CALL @ADC
        PRINT %3,%5,CP
        CALL @ADC
        MOV ADCDT1,XL
        MOV ADCDT2,XH
        MOV %137,YL
        MOV %>00,YH
        CALL @MPY32
*
        MOV RSLT0,BINARY
        MOV RSLT1,BINARY-1
        MOV RSLT2,BINARY-2
        MOV RSLT3,BINARY-3
        CALL @BN2BCD
        MOV BCDO3,BCD3
        MOV BCDO4,BCD4
*
        CMP %1,KDMREG
        JEQ KDM1G
        BR @KDM2G
KDM1G MOV %>00,DIGCNT
        SWAP BCD3
        MOV BCD3,A
        AND %>0F,A
        JZ SKIPD1
        MOV %>0F,DIGCNT
        WRITE %3,%10,BCD3
        BR @NSKIP1
SKIPD1 PRINT %3,%10,SPC
NSKIP1 SWAP BCD3
        MOV BCD3,A
        AND %>0F,A
        OR DIGCNT,A
        JZ SKIPD2
        MOV %>0F,DIGCNT
        WRITE %3,%11,BCD3
        BR @NSKIP2
*
SKIPD2 PRINT %3,%11,SPC
NSKIP2 SWAP BCD4
        WRITE %3,%12,BCD4
        PRINT %3,%13,NOKTA
        SWAP BCD4
        WRITE %3,%14,BCD4
*
        PRINT %3,%16,PF
        RETS
*
KDM2G MOV %>00,DIGCNT
        SWAP BCD3
        MOV BCD3,A
        AND %>0F,A
        JZ SKPD1
        MOV %>0F,DIGCNT
        WRITE %3,%10,BCD3
```

```
BR      @NSKP1
SKPD1   PRINT  %3,%10,SPC
NSKP1   SWAP   BCD3
        MOV    BCD3,A
        AND    %>0F,A
        OR     DIGCNT,A
        JZ     SKPD2
        MOV    %>0F,DIGCNT
        WRITE  %3,%11,BCD3
        BR     @NSKP2
*
SKPD2   PRINT  %3,%11,SPC
NSKP2   SWAP   BCD4
        MOV    BCD4,A
        AND    %>0F,A
        OR     DIGCNT,A
        JZ     SKPD3
        WRITE  %3,%12,BCD4
        BR     @NSKP3
SKPD3   PRINT  %3,%12,SPC
NSKP3   SWAP   BCD4
        WRITE  %3,%13,BCD4
*
        PRINT  %3,%15,PF
        RETS
*
*****
*
VARAKT  CALL   @CLRSCR
        PRINT  %1,%0,KDME1
        PRINT  %2,%0,KDME2
        PRINT  %3,%0,KDME3
        PRINT  %4,%0,KDME4
        MOV    %>01,DLY
        CALL   @DELAY
WTKDMV  BTJZ   %>20,DISPR3,KDMR1
        BTJZ   %>20,DISPR2,KDMR2
        BTJZ   %>20,DISPR1,KDMR3
        BTJO   %>40,DISPR3,WTKDMV
        BR     @KDMVC2
*
KDMR1   MOV    %30,RANGE
        BR     @KDMVC1
KDMR2   MOV    %60,RANGE
        BR     @KDMVC1
KDMR3   MOV    %120,RANGE
KDMVC1  CALL   @K1VOLC
        CALL   @CLRSCR
        MOV    %>00,STEP
        MOV    %>01,SATIR
*
WRLOOP  MOV    STEP,B
        LDA    @RAMH(B)
        MOV    A,ADCDT2
        LDA    @RAML(B)
```

```

MOV     A,ADCDT1
MOV     ADCDT1,XL
MOV     ADCDT2,XH
MOV     %137,YL
MOV     %>00,YH
CALL    @MPY32
*
MOV     RSLT0,BINARY
MOV     RSLT1,BINARY-1
MOV     RSLT2,BINARY-2
MOV     RSLT3,BINARY-3
CALL    @BN2BCD
MOV     BCDO3,BCD3
MOV     BCDO4,BCD4
*
MOV     %>00,DIGCNT
SWAP    BCD3
MOV     BCD3,A
AND     %>0F,A
JZ      SKIPV1
MOV     %>0F,DIGCNT
WRITE   SATIR,%15,BCD3
BR      @VSKIP1
SKIPV1  PRINT SATIR,%15,SPC
VSKIP1  SWAP  BCD3
MOV     BCD3,A
AND     %>0F,A
OR      DIGCNT,A
JZ      SKIPV2
MOV     %>0F,DIGCNT
WRITE   SATIR,%16,BCD3
BR      @VSKIP2
*
SKIPV2  PRINT SATIR,%16,SPC
VSKIP2  SWAP  BCD4
WRITE   SATIR,%17,BCD4
PRINT   SATIR,%18,NOKTA
SWAP    BCD4
WRITE   SATIR,%19,BCD4
*
PRINT   SATIR,%21,PF
*
MOV     STEP,BINARY
ADD     %>07,BINARY
MPY     %124,BINARY
MOV     B,BINARY
MOV     A,BINARY-1
ADD     %124,BINARY
ADC     %0,BINARY-1
MOV     %>0,BINARY-2
MOV     %>0,BINARY-3
CALL    @BN2BCD
*
WRITE   SATIR,%1,BCDO3
WRITE   SATIR,%4,BCDO4

```



```
        SWAP    BCDO4
        WRITE   SATIR,%2,BCDO4
        PRINT   SATIR,%3,NOKTA
        PRINT   SATIR,%6,VOLT
*
        INC     STEP
        CMP     %236,STEP
        JHS     WREND
        INC     SATIR
        CMP     %5,SATIR
        JHS     WTKEYW
        BR      @WRLOOP
WTKEYW  BTJZ    %>10,DISPR1,KEYCPD
        BTJZ    %>10,DISPR2,WREND2
        BTJZ    %>10,DISPR3,KEYCPS
        BTJZ    %>20,DISPR3,KEYGRA
        BR      @WTKEYW
KEYGRA  BR      @KEYGRF
*
KEYCPD  CMP     %8,STEP
        JL      WTKEYW
        CMP     %236,STEP
        JL      LSTEP
        SUB     %8,STEP
        MOV     %1,SATIR
        BR      @WRLOOP
LSTEP   SUB     %8,STEP
        MOV     %1,SATIR
        BR      @WRLOOP
*
KEYCPS  CMP     %236,STEP
        JHS     WTKEYW
        MOV     %1,SATIR
        BR      @WRLOOP
WREND   BR      @WTKEYW
WREND2  BR      @WTKEY2
*
KDMVC2  CALL    @K2VOLC
        CALL    @CLRSCR
        MOV     %>00,STEP
        MOV     %>01,SATIR
*
XRLOOP  MOV     STEP,B
        LDA     @RAMH(B)
        MOV     A,ADCDT2
        LDA     @RAML(B)
        MOV     A,ADCDT1
        MOV     ADCDT1,XL
        MOV     ADCDT2,XH
        MOV     %137,YL
        MOV     %>00,YH
        CALL    @MPY32
*
        MOV     RSLT0,BINARY
        MOV     RSLT1,BINARY-1
```

```

MOV     RSLT2,BINARY-2
MOV     RSLT3,BINARY-3
CALL    @BN2BCD
MOV     BCDO3,BCD3
MOV     BCDO4,BCD4
*
MOV     %>00,DIGCNT
SWAP    BCD3
MOV     BCD3,A
AND     %>0F,A
JZ      XKIPV1
MOV     %>0F,DIGCNT
WRITE   SATIR,%15,BCD3
BR      @XSKIP1
XKIPV1  PRINT SATIR,%15,SPC
XSKIP1  SWAP    BCD3
MOV     BCD3,A
AND     %>0F,A
OR      DIGCNT,A
JZ      XKIPV2
MOV     %>0F,DIGCNT
WRITE   SATIR,%16,BCD3
BR      @XSKIP2
*
XKIPV2  PRINT SATIR,%16,SPC
XSKIP2  SWAP    BCD4
MOV     BCD4,A
AND     %>0F,A
OR      DIGCNT,A
JZ      XKIPV3
MOV     %>0F,DIGCNT
WRITE   SATIR,%17,BCD4
BR      @XSKIP3
*
XKIPV3  PRINT SATIR,%17,SPC
XSKIP3  SWAP    BCD4
WRITE   SATIR,%18,BCD4
*
PRINT   SATIR,%20,PF
*
MOV     STEP,BINARY
ADD     %>07,BINARY
MPY     %124,BINARY
MOV     B,BINARY
MOV     A,BINARY-1
ADD     %124,BINARY
ADC     %0,BINARY-1
MOV     %>0,BINARY-2
MOV     %>0,BINARY-3
CALL    @BN2BCD
*
WRITE   SATIR,%1,BCDO3
WRITE   SATIR,%4,BCDO4
SWAP    BCDO4
WRITE   SATIR,%2,BCDO4

```

```
        PRINT  SATIR,%3,NOKTA
        PRINT  SATIR,%6,VOLT
*
        INC    STEP
        CMP    %236,STEP
        JHS    XREND
        INC    SATIR
        CMP    %5,SATIR
        JHS    XTKEYW
        BR     @XRLOOP
XTKEYW  BTJZ    %>10,DISPR1,XEYCPD
        BTJZ    %>10,DISPR2,XREND2
        BTJZ    %>10,DISPR3,XEYCPS
        BTJZ    %>20,DISPR3,XEYGRA
        BR     @XTKEYW
XEYGRA  BR     @KEYGRF
*
XEYCPD  CMP     %8,STEP
        JL      XTKEYW
        CMP     %236,STEP
        JL      XSTEP
        SUB     %5,STEP
        MOV     %1,SATIR
        BR     @XRLOOP
XSTEP   SUB     %8,STEP
        MOV     %1,SATIR
        BR     @XRLOOP
*
XEYCPS  CMP     %236,STEP
        JHS    XTKEYW
        MOV     %1,SATIR
        BR     @XRLOOP
XREND   PRINT   %4,%0,CLRROW
        PRINT   %3,%0,CLRROW
        PRINT   %2,%0,CLRROW
        BR     @XTKEYW
XREND2  BR      @WTKEY2
*
K1VOLC  PRINT   %1,%0,KAPDIO
        PRINT   %3,%0,CLRROW
        PRINT   %4,%0,BKLYN
        LDA     @PIOB
        AND     %?11110111,A
        STA     @PIOB
        MOV     %>1,KDMREG
        CMP     %30,RANGE
        JEQ     VRNG1
        CMP     %60,RANGE
        JEQ     VRNG2
        PRINT   %2,%0,KDME3
        BR     @VRNG
VRNG1   PRINT   %2,%0,KDME1
        BR     @VRNG
VRNG2   PRINT   %2,%0,KDME2
VRNG    BR      @KPVOLC
```

*
K2VOLC PRINT %1,%0,KAPDIO
PRINT %3,%0,CLRROW
PRINT %4,%0,BKLYN
LDA @PIOB
OR %?00001000,A
STA @PIOB
MOV %>2,KDMREG
PRINT %2,%0,KDME4

*
KPVOLC MOV %>08,B
MOV B,STEP
LDA @DAC(B)
STA @PIOA
MOV %>20,DLY
CALL @DELAY
CALL @ADC
CALL @CLRSCR
CALL @EKSEN

*
VRLOOP CALL @ADC
MOV %>06,DLY
CMP %20,STEP
JL HIZ
MOV %>05,DLY
CMP %40,STEP
JL HIZ
MOV %>03,DLY
CMP %60,STEP
JL HIZ
MOV %>02,DLY
CMP %80,STEP
JL HIZ
MOV %>01,DLY
HIZ CALL @DELAY
CALL @ADC

*
MOV STEP,B
SUB %>08,B
MOV ADCDT2,A
STA @RAMH(B)
MOV ADCDT1,A
STA @RAML(B)

*
CMP %30,RANGE
JEQ RANGE1
CMP %60,RANGE
JEQ RANGE2
CALL @DIV145
BR @RANGE0
RANGE2 CALL @DIV72
BR @RANGE0
RANGE1 CALL @DIV36
*
RANGE0 MOV %62,Y

```

        SUB    DIVIDE,Y
        CMP    %62,Y
        JGT    KESIM1
        CMP    %0,Y
        JHS    CAPNRM
        BR     @KESIM1
CAPNRM  MOV    STEP,X
        SUB    %6,X
        CALL   @PSET
*
        INC    STEP
        CMP    %244,STEP
        JHS    VREND
        MOV    STEP,B
        LDA    @DAC(B)
        STA    @PIOA
        BTJZ   %>10,DISPR2,VREXIT
        BR     @VRLOOP
VREXIT  POP    A
        POP    A
        BR     @WTKEY2
*
KESIM1  CALL   @KESIM
VREND   MOV    %>08,B
        LDA    @DAC(B)
        STA    @PIOA
*
WTKEY3  BTJZ   %>10,DISPR1,KEYCP3
        BTJZ   %>10,DISPR3,KEYCP3
        BR     @WTKEY3
*
KEYCP3  RETS
*
KEYGRF  CALL   @CLRSCR
        CALL   @EKEN
        MOV    %0,STEP
GRLOOP  MOV    STEP,B
        LDA    @RAMH(B)
        MOV    A,ADCDT2
        LDA    @RAML(B)
        MOV    A,ADCDT1
*
        CMP    %30,RANGE
        JEQ    GRNG1
        CMP    %60,RANGE
        JEQ    GRNG2
        CALL   @DIV145
        BR     @GRNG0
GRNG2   CALL   @DIV72
        BR     @GRNG0
GRNG1   CALL   @DIV36
*
GRNG0   MOV    %62,Y
        SUB    DIVIDE,Y
        CMP    %62,Y
```

```

        JGT      KESIM2
        CMP      %0,Y
        JHS      CAPNM2
        BR       @KESIM2
CAPNM2  MOV      STEP,X
        ADD      %2,X
        CALL     @PSET
        INC      STEP
        CMP      %228,STEP
        JHS      GRAEND
        BR       @GRLOOP
GRAEND  BTJZ     %>10,DISPR3,GRFEND
        BR       @GRAEND
GRFEND  CALL     @CLRSCR
        MOV      %0,STEP
        BR       @KEYCPS
KESIM2  CALL     @KESIM
        BR       @GRAEND

```

*

```

DELAY  MOV      %>0,DELAY1
        MOV      %>0,DELAY2
        MOV      DLY,DELAY3
DELAYL  NOP
        DJNZ     DELAY1,DELAYL
        DJNZ     DELAY2,DELAYL
        DJNZ     DELAY3,DELAYL
        RETS

```

*

```

KESIM  PRINT     %1,%18,KESVLT
        MOV      STEP,BINARY
        ADD      %>04,BINARY
        MPY      %124,BINARY
        MOV      B,BINARY
        MOV      A,BINARY-1
        ADD      %124,BINARY
        ADC      %0,BINARY-1
        MOV      %>0,BINARY-2
        MOV      %>0,BINARY-3
        CALL     @BN2BCD

```

*

```

        WRITE    %1,%21,BCDO3
        WRITE    %1,%24,BCDO4
        SWAP     BCDO4
        WRITE    %1,%22,BCDO4
        PRINT    %1,%23,NOKTA
        PRINT    %1,%26,VOLT
        RETS

```

*

```

MPY32  CLR      RSLT2
        CLR      RSLT3
        MPY      XL,YL
        MOV      B,RSLT0
        MOV      A,RSLT1
        MPY      XH,YL

```

ADD B, RSLT1
ADC A, RSLT2
MPY XL, YH
ADD B, RSLT1
ADC A, RSLT2
ADC %0, RSLT3
MPY XH, YH
ADD B, RSLT2
ADC A, RSLT3
RETS

*

DIV145 MOV %0, DIVID
MOV ADCDT1, DIVID1
MOV ADCDT2, DIVID2
CLRC
RLC ADCDT1
RLC ADCDT2
CLRC
RLC ADCDT1
RLC ADCDT2
CLRC
RLC ADCDT1
RLC ADCDT2
ADD DIVID1, ADCDT1
ADC DIVID2, ADCDT2
ADD DIVID1, ADCDT1
ADC DIVID2, ADCDT2

*

DIVL CMP %1, ADCDT2
JHS DIVCN
CMP %145, ADCDT1
JHS DIVCN
BR @DIVCNE
DIVCN SUB %145, ADCDT1
SBB %0, ADCDT2
INC DIVID
BR @DIVL
DIVCNE MOV DIVID, DIVIDE
RETS

*

DIV72 MOV %0, DIVID
MOV ADCDT1, DIVID1
MOV ADCDT2, DIVID2
CLRC
RLC ADCDT1
RLC ADCDT2
CLRC
RLC ADCDT1
RLC ADCDT2
CLRC
RLC ADCDT1
RLC ADCDT2
ADD DIVID1, ADCDT1
ADC DIVID2, ADCDT2
ADD DIVID1, ADCDT1

```

      ADC      DIVID2, ADCDT2
*
DIVL72 CMP      %1, ADCDT2
      JHS      D72CN
      CMP      %72, ADCDT1
      JHS      D72CN
      BR       @D72CNE
D72CN  SUB      %72, ADCDT1
      SBB      %0, ADCDT2
      INC      DIVID
      BR       @DIVL72
D72CNE MOV      DIVID, DIVIDE
      RETS
*
DIV36  MOV      %0, DIVID
      MOV      ADCDT1, DIVID1
      MOV      ADCDT2, DIVID2
      CLRC
      RLC      ADCDT1
      RLC      ADCDT2
      CLRC
      RLC      ADCDT1
      RLC      ADCDT2
      CLRC
      RLC      ADCDT1
      RLC      ADCDT2
      ADD      DIVID1, ADCDT1
      ADC      DIVID2, ADCDT2
      ADD      DIVID1, ADCDT1
      ADC      DIVID2, ADCDT2
*
DIVL36 CMP      %1, ADCDT2
      JHS      D36CN
      CMP      %36, ADCDT1
      JHS      D36CN
      BR       @D36CNE
D36CN  SUB      %36, ADCDT1
      SBB      %0, ADCDT2
      INC      DIVID
      BR       @DIVL36
D36CNE MOV      DIVID, DIVIDE
      RETS
*
EKSEN  MOV      %239, X
      MOV      %62, Y
XLINE  PUSH      X
      PUSH      Y
      CALL     @PSET
      POP       Y
      POP       X
      DJNZ      X, XLINE
*
      MOV      %1, X
      MOV      %63, Y
YLINE  PUSH      X
```



```

        PUSH    Y
        CALL    @PSET
        POP     Y
        POP     X
        DJNZ    Y,YLINE
*
        MOV     %63,Y
        MOV     %11,X
XPOINT  PUSH    X
        PUSH    Y
        CALL    @PSET
        POP     Y
        POP     X
        ADD     %10,X
        CMP     %240,X
        JL      XPOINT
*
        MOV     %0,X
        MOV     %2,Y
YPOINT  PUSH    X
        PUSH    Y
        CALL    @PSET
        POP     Y
        POP     X
        ADD     %10,Y
        CMP     %63,Y
        JL      YPOINT
*
        MOV     %4,X
        MOV     %0,Y
        CALL    @PSET
        MOV     %5,X
        MOV     %0,Y
        CALL    @PSET
        MOV     %4,X
        MOV     %3,Y
        CALL    @PSET
        MOV     %5,X
        MOV     %3,Y
        CALL    @PSET
        MOV     %3,X
        MOV     %1,Y
        CALL    @PSET
        MOV     %3,X
        MOV     %2,Y
        CALL    @PSET
*
        MOV     %237,X
        MOV     %61,Y
        CALL    @PSET
        MOV     %236,X
        MOV     %60,Y
        CALL    @PSET
        MOV     %238,X
        MOV     %60,Y
```

```
CALL    @PSET
MOV     %236,X
MOV     %59,Y
CALL    @PSET
MOV     %238,X
MOV     %59,Y
CALL    @PSET
RETS
```

*

```
PSET    MOV     X, DATA
        MOV     Y, A
        MPY     %>1E, A
        MOV     B, ADR
        MOV     A, ADR-1
        CLRC
        RRC     X
        CLRC
        RRC     X
        CLRC
        RRC     X
        MOV     X, INTX
        CLRC
        RLC     X
        CLRC
        RLC     X
        CLRC
        RLC     X
        MOV     X, INTX8
        SUB     INTX8, DATA
        ADD     INTX, ADR
        ADC     %0, ADR-1
        MOV     %>0A, IREG
        MOV     ADR, DREG
        CALL    @WRDISP
        MOV     %>0B, IREG
        MOV     ADR-1, DREG
        CALL    @WRDISP
        MOV     %>0F, IREG
        MOV     DATA, DREG
        CALL    @WRDISP
        RETS
```

*

```
DSPLAY MOV     %>00, IREG
        MOV     %>22, DREG
        CALL    @WRDISP
        MOV     %>01, IREG
        MOV     %>07, DREG
        CALL    @WRDISP
        MOV     %>02, IREG
        MOV     %>1D, DREG
        CALL    @WRDISP
        MOV     %>04, IREG
        MOV     %>06, DREG
        CALL    @WRDISP
        MOV     %>08, IREG
```

```
MOV    %>00, DREG
CALL   @WRDISP
MOV    %>09, IREG
MOV    %>00, DREG
CALL   @WRDISP
MOV    %>0A, IREG
MOV    %>00, DREG
CALL   @WRDISP
MOV    %>0B, IREG
MOV    %>00, DREG
CALL   @WRDISP
MOV    %>03, IREG
MOV    %>3F, DREG
CALL   @WRDISP
CALL   @CLRSCR
```

*

```
PRINT  %1, %0, BASLK1
PRINT  %2, %0, BASLK2
PRINT  %3, %0, BASLK3
PRINT  %4, %0, BASLK4
RETS
```

*

```
AMBYAZ MOV    %>0A, IREG
        MOV    %>00, DREG
        CALL   @WRDISP
        MOV    %>0B, IREG
        MOV    %>00, DREG
        CALL   @WRDISP
        MOVD   %AMBLEM, TABLE
        MOV    %>00, ROWHB
        MOV    %>00, ROWLB
        MOV    %64, LREG1
```

```
NXTRWA MOV    %16, LREG2
ROWA    MOV    %>0C, IREG
        LDA    *TABLE
        ADD    %>01, TABLE
        ADC    %>00, TABLE-1
        MOV    A, DREG
        CALL   @WRDISP
        DJNZ   LREG2, ROWA
        ADD    %30, ROWLB
        ADC    %0, ROWHB
        MOV    %>0A, IREG
        MOV    ROWLB, DREG
        CALL   @WRDISP
        MOV    %>0B, IREG
        MOV    ROWHB, DREG
        CALL   @WRDISP
        DJNZ   LREG1, NXTRWA
        RETS
```

*

```
CLRSCR MOV    %>0A, IREG
        MOV    %>00, DREG
        CALL   @WRDISP
        MOV    %>0B, IREG
```

```

        MOV     %>00,DREG
        CALL    @WRDISP
        MOV     %8,LREG1
        MOV     %>00,LREG2
CLSCL   MOV     %>0C,IREG
        MOV     %>00,DREG
        CALL    @WRDISP
        DJNZ    LREG2,CLSCL
        DJNZ    LREG1,CLSCL
        RETS

*
WRTDIG  CALL    @FINDRC
        MOV     %>0A,IREG
        MOV     DISPAL,DREG
        CALL    @WRDISP
        MOV     %>0B,IREG
        MOV     DISPAH,DREG
        CALL    @WRDISP
        MOVD    %CHRO,MATRIX
        MOV     DIGIT,A
        AND     %>0F,A
        MPY     %14,A
        ADD     B,MATRIX
        ADC     A,MATRIX-1
        MOV     %14,LREG1
WRTDGT  LDA     *MATRIX
        MOV     %>0C,IREG
        MOV     A,DREG
        CALL    @WRDISP
        ADD     %30,DISPAL
        ADC     %00,DISPAH
        MOV     %>0A,IREG
        MOV     DISPAL,DREG
        CALL    @WRDISP
        MOV     %>0B,IREG
        MOV     DISPAH,DREG
        CALL    @WRDISP
        ADD     %>01,MATRIX
        ADC     %>00,MATRIX-1
        DJNZ    LREG1,WRTDGT
        RETS

*
WRTMSG  CALL    @FINDRC
        MOV     %>0A,IREG
        MOV     DISPAL,DREG
        CALL    @WRDISP
        MOV     %>0B,IREG
        MOV     DISPAH,DREG
        CALL    @WRDISP
        CALL    @GETCH
        CMP     %'\',A
        JEQ     EOLINE
        MOVD    %DOT,MATRIX
        MPY     %14,A
        ADD     B,MATRIX
```

```

        ADC     A,MATRIX-1
        MOV     %14,LREG1
WRTCHR  LDA     *MATRIX
        MOV     %>0C,IREG
        MOV     A,DREG
        CALL    @WRDISP
        ADD     %30,DISPAL
        ADC     %>00,DISPAH
        MOV     %>0A,IREG
        MOV     DISPAL,DREG
        CALL    @WRDISP
        MOV     %>0B,IREG
        MOV     DISPAH,DREG
        CALL    @WRDISP
        ADD     %>01,MATRIX
        ADC     %>00,MATRIX-1
        DJNZ    LREG1,WRTCHR
        ADD     %>01,MSGBUF
        ADC     %>00,MSGBUF-1
        INC     COL
        BR      @WRTMSG
EOLINE  RETS
*
FINDRC  MOV     ROW,LREG1
        MOV     %>00,DISPAL
        MOV     %>00,DISPAH
CHKCAL  DJNZ    LREG1,CALC
        BR      @FINDCL
CALC    ADD     %>E0,DISPAL
        ADC     %>01,DISPAH
        BR      @CHKCAL
FINDCL  ADD     COL,DISPAL
        ADC     %>00,DISPAH
        RETS
*
GETCH   LDA     *MSGBUF
        CMP     %';',A
        JHS     LETTER
        CMP     %' ',A
        JEQ     SPACE
        CLRC
        SUB     %'.'. ,A
        BR      @CODE
SPACE   MOV     %45,A
        BR      @CODE
LETTER  CMP     %'[' ,A
        JHS     TRLET
        CLRC
        SUB     %52,A
        BR      @CODE
TRLET   CMP     %'□',A
        JNE     NXTTR1
        MOV     %39,A
        BR      @CODE
NXTTR1  CMP     %'|',A

```

```

        JNE     NXTTR2
        MOV     %40,A
        BR      @CODE
NXTTR2  CMP     %'~',A
        JNE     NXTTR3
        MOV     %41,A
        BR      @CODE
NXTTR3  CMP     %'™',A
        JNE     NXTTR4
        MOV     %42,A
        BR      @CODE
NXTTR4  CMP     %'□',A
        JNE     NXTTR5
        MOV     %43,A
        BR      @CODE
NXTTR5  CMP     %'š',A
        JNE     NXTTR6
        MOV     %44,A
        BR      @CODE
NXTTR6  CMP     %'ø',A
        JNE     NXTTR7
        MOV     %46,A
        BR      @CODE
NXTTR7  CMP     %'÷',A
        JNE     NXTTR8
        MOV     %47,A
        BR      @CODE
NXTTR8  CMP     %'ä',A
        JNE     EOLCHR
        MOV     %48,A
        BR      @CODE
EOLCHR  CMP     %'\',A
        JNE     NAVCOD
        MOV     %'\',A
        BR      @CODE
NAVCOD  MOV     %45,A
*       BR      @CODE
CODE    RETS
*
WRDISP  LDA     @PIOA1
        OR      %?00001000,A
        STA     @PIOA1
        LDA     @PIOA1
        AND     %?01111111,A
        STA     @PIOA1
        LDA     @PIOA1
        OR      %?00100000,A
        STA     @PIOA1
        MOV     IREG,A
        STA     @PIOB1
        LDA     @PIOA1
        AND     %?11011111,A
        STA     @PIOA1
        LDA     @PIOA1
        OR      %?10000000,A
```

*
STA @PIOA1

LDA @PIOA1
AND %?11110111,A
STA @PIOA1
LDA @PIOA1
AND %?01111111,A
STA @PIOA1
LDA @PIOA1
OR %?00100000,A
STA @PIOA1
MOV DREG,A
STA @PIOB1
LDA @PIOA1
AND %?11011111,A
STA @PIOA1
LDA @PIOA1
OR %?10000000,A
STA @PIOA1
RETS

*
ADC LDA @PIOA1
AND %?11111011,A
STA @PIOA1
NOP
NOP

*

LDA @PIOC1
AND %?11111011,A
STA @PIOC1
LDA @PIOC1
AND %>10,A
SWAP A
RLC ADCDT1
CALL @ADCCLK

*

LDA @PIOC1
OR %?00000100,A
STA @PIOC1
LDA @PIOC1
AND %>10,A
SWAP A
RLC ADCDT1
CALL @ADCCLK

*

LDA @PIOC1
AND %?11111011,A
STA @PIOC1
LDA @PIOC1
AND %>10,A
SWAP A
RLC ADCDT1
CALL @ADCCLK

*

LDA @PIOC1

```

        AND    %?11111011,A
        STA    @PIOC1
        LDA    @PIOC1
        AND    %>10,A
        SWAP   A
        RLC    ADCDT1
        CALL   @ADCCLK
*
        MOV    %>06,LREG1T
ADCL    LDA    @PIOC1
        AND    %>10,A
        SWAP   A
        RLC    ADCDT1
        RLC    ADCDT2
        CALL   @ADCCLK
        DJNZ   LREG1T,ADCL
        AND    %>03,ADCDT2
*
        LDA    @PIOA1
        OR     %?00000100,A
        STA    @PIOA1
*
        RETS
*
ADCCLK  LDA    @PIOC1
        OR     %?00000001,A
        STA    @PIOC1
        LDA    @PIOC1
        AND    %?11111110,A
        STA    @PIOC1
        RETS
*
*        BCD05 :LBYTE
*        BCD02
*        BCD01 :HBYTE
*
BN2BCD  CLR    BCD01
        CLR    BCD02
        CLR    BCD03
        CLR    BCD04
        CLR    BCD05
*
        MOV    %32,BCDREG
BCDL    RLC    BINARY
        RLC    BINARY-1
        RLC    BINARY-2
        RLC    BINARY-3
        DAC    BCD05,BCD05
        DAC    BCD04,BCD04
        DAC    BCD03,BCD03
        DAC    BCD02,BCD02
        DAC    BCD01,BCD01
        DJNZ   BCDREG,BCDL
        RETS
*
```



```

*****
*
TIMER  PUSH  A
        PUSH  B
*
SCAN1  LDA    @PIOB
        AND    %?11111011,A
        STA    @PIOB
        LDA    @PIOC
        AND    %>F0,A
        MOV    A,DISPR1
        LDA    @PIOB
        OR     %?00000100,A
        STA    @PIOB
*
SCAN2  LDA    @PIOB
        AND    %?11111101,A
        STA    @PIOB
        LDA    @PIOC
        AND    %>F0,A
        MOV    A,DISPR2
        LDA    @PIOB
        OR     %?00000010,A
        STA    @PIOB
*
SCAN3  LDA    @PIOB
        AND    %?11111110,A
        STA    @PIOB
        LDA    @PIOC
        AND    %>F0,A
        MOV    A,DISPR3
        LDA    @PIOB
        OR     %?00000001,A
        STA    @PIOB
*
        POP    B
        POP    A
        MOVP   %>8C,IOCNT0
        RETI
*
*               1           2           2
*               012345678901234567890123456789
MSG1    TEXT    '      ERDAL ARABACI\'
MSG2    TEXT    '      911508\'
MSG3    TEXT    'YTÜ ELEKTRİK ELEKTRONİK\'
MSG4    TEXT    '      FAKÜLTESİ\'
CLRROW  TEXT    '
DERECE  TEXT    '°C\'
SPRTR   TEXT    ':\'
*
DOT      BYTE    >00,>00,>00,>00,>00,>00,>00,>00,>00,>00,>18,>18,>00,>00
SLASH    BYTE    >00,>00,>30,>30,>18,>18,>0C,>0C,>06,>06,>03,>03,>00,>00
CHR0     BYTE    >00,>00,>1C,>36,>63,>63,>63,>63,>63,>63,>36,>1C,>00,>00
CHR1     BYTE    >00,>00,>18,>1C,>1E,>18,>18,>18,>18,>18,>18,>7E,>00,>00
CHR2     BYTE    >00,>00,>3E,>63,>63,>60,>30,>18,>0C,>06,>43,>7F,>00,>00
CHR3     BYTE    >00,>00,>3E,>63,>60,>60,>3C,>60,>60,>60,>63,>3E,>00,>00

```

CHR4	BYTE	>00,>00,>30,>38,>3C,>36,>33,>33,>7F,>30,>30,>78,>00,>00
CHR5	BYTE	>00,>00,>7F,>03,>03,>03,>3F,>60,>60,>60,>63,>3E,>00,>00
CHR6	BYTE	>00,>00,>3C,>06,>03,>03,>3F,>63,>63,>63,>63,>3E,>00,>00
CHR7	BYTE	>00,>00,>7F,>61,>60,>60,>30,>18,>18,>18,>18,>18,>00,>00
CHR8	BYTE	>00,>00,>3E,>63,>63,>63,>3E,>63,>63,>63,>63,>3E,>00,>00
CHR9	BYTE	>00,>00,>3E,>63,>63,>63,>63,>7E,>60,>60,>30,>1E,>00,>00
SEMCOL	BYTE	>00,>00,>00,>00,>18,>18,>00,>00,>18,>18,>00,>00,>00,>00
CHRA	BYTE	>00,>00,>08,>1C,>36,>63,>63,>63,>63,>7F,>63,>63,>00,>00
CHRB	BYTE	>00,>00,>3F,>66,>66,>66,>3E,>66,>66,>66,>66,>3F,>00,>00
CHRC	BYTE	>00,>00,>3C,>66,>43,>03,>03,>03,>03,>43,>66,>3C,>00,>00
CHRD	BYTE	>00,>00,>1F,>36,>66,>66,>66,>66,>66,>66,>36,>1F,>00,>00
CHRE	BYTE	>00,>00,>7F,>66,>46,>16,>1E,>16,>06,>46,>66,>7F,>00,>00
CHRF	BYTE	>00,>00,>7F,>66,>46,>16,>1E,>16,>06,>06,>06,>0F,>00,>00
CHRG	BYTE	>00,>00,>3C,>66,>43,>03,>03,>7B,>63,>63,>66,>7C,>00,>00
CHRH	BYTE	>00,>00,>63,>63,>63,>63,>63,>7F,>63,>63,>63,>63,>00,>00
CHRI	BYTE	>00,>00,>3C,>18,>18,>18,>18,>18,>18,>18,>18,>3C,>00,>00
CHRJ	BYTE	>00,>00,>78,>30,>30,>30,>30,>30,>33,>33,>33,>1E,>00,>00
CHRK	BYTE	>00,>00,>67,>66,>66,>36,>1E,>1E,>36,>66,>66,>67,>00,>00
CHRL	BYTE	>00,>00,>0F,>06,>06,>06,>06,>06,>06,>46,>66,>7F,>00,>00
CHRM	BYTE	>00,>00,>63,>77,>7F,>7F,>6B,>63,>63,>63,>63,>63,>00,>00
CHRN	BYTE	>00,>00,>63,>67,>6F,>7F,>7B,>73,>63,>63,>63,>63,>00,>00
CHRO	BYTE	>00,>00,>3E,>63,>63,>63,>63,>63,>63,>63,>63,>3E,>00,>00
CHRP	BYTE	>00,>00,>3F,>66,>66,>66,>3E,>06,>06,>06,>06,>0F,>00,>00
CHRQ	BYTE	>00,>00,>3E,>63,>63,>63,>63,>63,>63,>6B,>7B,>3E,>30,>70
CHRR	BYTE	>00,>00,>3F,>66,>66,>66,>3E,>36,>66,>66,>66,>67,>00,>00
CHRS	BYTE	>00,>00,>3E,>63,>63,>06,>1C,>30,>60,>63,>63,>3E,>00,>00
CHRT	BYTE	>00,>00,>3F,>3F,>2D,>0C,>0C,>0C,>0C,>0C,>0C,>1E,>00,>00
CHRU	BYTE	>00,>00,>63,>63,>63,>63,>63,>63,>63,>63,>63,>3E,>00,>00
CHRV	BYTE	>00,>00,>63,>63,>63,>63,>63,>63,>63,>36,>1C,>08,>00,>00
CHRW	BYTE	>00,>00,>63,>63,>63,>6B,>6B,>6B,>6B,>7F,>36,>14,>00,>00
CHRX	BYTE	>00,>00,>63,>63,>36,>36,>1C,>1C,>36,>36,>63,>63,>00,>00
CHRY	BYTE	>00,>00,>33,>33,>33,>33,>1E,>0C,>0C,>0C,>0C,>1E,>00,>00
CHRZ	BYTE	>00,>00,>7F,>61,>61,>30,>18,>0C,>06,>43,>43,>7F,>00,>00
CHRC	BYTE	>00,>00,>3C,>66,>43,>03,>03,>03,>03,>43,>66,>3C,>18,>0C
CHRG	BYTE	>3C,>00,>3C,>66,>43,>03,>03,>7B,>63,>63,>66,>7C,>00,>00
CHRI	BYTE	>18,>18,>00,>3C,>18,>18,>18,>18,>18,>18,>18,>3C,>00,>00
CHRO	BYTE	>63,>63,>00,>3E,>63,>63,>63,>63,>63,>63,>63,>3E,>00,>00
CHRS	BYTE	>00,>00,>3E,>63,>63,>06,>1C,>30,>60,>63,>63,>3E,>18,>0C
CHRU	BYTE	>63,>63,>00,>63,>63,>63,>63,>63,>63,>63,>63,>3E,>00,>00
CHRS	BYTE	>00,>00,>00,>00,>00,>00,>00,>00,>00,>00,>00,>00,>00,>00
DEGREE	BYTE	>3C,>66,>66,>66,>3C,>00,>00,>00,>00,>00,>00,>00,>00,>00
EQUAL	BYTE	>00,>00,>00,>00,>00,>7E,>7E,>00,>00,>7E,>7E,>00,>00,>00
PI	BYTE	>00,>00,>00,>00,>00,>3B,>66,>66,>66,>66,>3E,>06,>06,>0F

*

DATATB	BYTE	32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41
	BYTE	42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
	BYTE	51, 52, 53, 54, 55, 55, 56, 57, 57, 58
	BYTE	58, 59, 59, 60, 60, 61, 61, 61, 62, 62
	BYTE	62, 62, 62, 62, 62, 63, 62, 62, 62, 62
	BYTE	62, 62, 62, 61, 61, 61, 60, 60, 59, 59
	BYTE	58, 58, 57, 57, 56, 55, 55, 54, 53, 52
	BYTE	51, 51, 50, 49, 48, 47, 46, 45, 44, 43
	BYTE	42, 41, 40, 39, 38, 37, 36, 35, 34, 33
	BYTE	32, 30, 29, 28, 27, 26, 25, 24, 23, 22
	BYTE	21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12

BYTE 12,11,10,9,8,8,7,6,6,5
BYTE 5,4,4,3,3,2,2,2,1,1
BYTE 1,1,1,1,1,1,1,1,1,1
BYTE 1,1,1,2,2,2,3,3,4,4
BYTE 5,5,6,6,7,8,8,9,10,11
BYTE 12,12,13,14,15,16,17,18,19,20
BYTE 21,22,23,24,25,26,27,28,29,30
BYTE 32,33,34,35,36,37,38,39,40,41
BYTE 42,43,44,45,46,47,48,49,50,51
BYTE 51,52,53,54,55,55,56,57,57,58
BYTE 58,59,59,60,60,61,61,61,62,62
BYTE 62,62,62,62,62,63,62,62,62,62
BYTE 62,62,62,61,61,61,60,60,59,59

*

DAC BYTE
>00,>10,>20,>30,>40,>50,>60,>70,>80,>90,>A0,>B0,>C0,>D0,>E0,>F0
BYTE
>08,>18,>28,>38,>48,>58,>68,>78,>88,>98,>A8,>B8,>C8,>D8,>E8,>F8
BYTE
>01,>11,>21,>31,>41,>51,>61,>71,>81,>91,>A1,>B1,>C1,>D1,>E1,>F1
BYTE
>09,>19,>29,>39,>49,>59,>69,>79,>89,>99,>A9,>B9,>C9,>D9,>E9,>F9
BYTE
>02,>12,>22,>32,>42,>52,>62,>72,>82,>92,>A2,>B2,>C2,>D2,>E2,>F2
BYTE
>0A,>1A,>2A,>3A,>4A,>5A,>6A,>7A,>8A,>9A,>AA,>BA,>CA,>DA,>EA,>FA
BYTE
>03,>13,>23,>33,>43,>53,>63,>73,>83,>93,>A3,>B3,>C3,>D3,>E3,>F3
BYTE
>0B,>1B,>2B,>3B,>4B,>5B,>6B,>7B,>8B,>9B,>AB,>BB,>CB,>DB,>EB,>FB
BYTE
>04,>14,>24,>34,>44,>54,>64,>74,>84,>94,>A4,>B4,>C4,>D4,>E4,>F4
BYTE
>0C,>1C,>2C,>3C,>4C,>5C,>6C,>7C,>8C,>9C,>AC,>BC,>CC,>DC,>EC,>FC
BYTE
>05,>15,>25,>35,>45,>55,>65,>75,>85,>95,>A5,>B5,>C5,>D5,>E5,>F5
BYTE
>0D,>1D,>2D,>3D,>4D,>5D,>6D,>7D,>8D,>9D,>AD,>BD,>CD,>DD,>ED,>FD
BYTE
>06,>16,>26,>36,>46,>56,>66,>76,>86,>96,>A6,>B6,>C6,>D6,>E6,>F6
BYTE
>0E,>1E,>2E,>3E,>4E,>5E,>6E,>7E,>8E,>9E,>AE,>BE,>CE,>DE,>EE,>FE
BYTE
>07,>17,>27,>37,>47,>57,>67,>77,>87,>97,>A7,>B7,>C7,>D7,>E7,>F7
BYTE
>0F,>1F,>2F,>3F,>4F,>5F,>6F,>7F,>8F,>9F,>AF,>BF,>CF,>DF,>EF,>FF

*

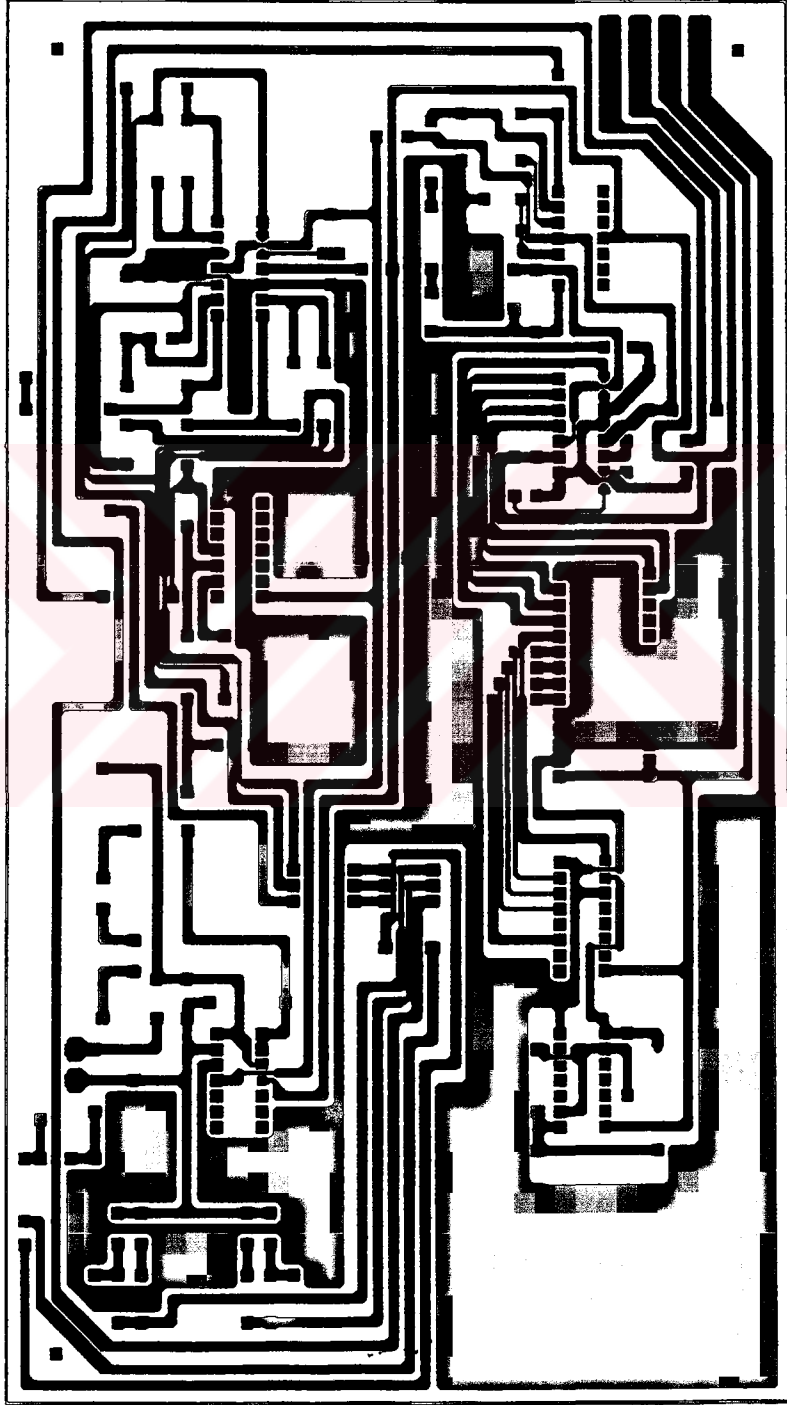
BASLK1 TEXT ' Y. T. Ü. \'
BASLK2 TEXT ' FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ \'
BASLK3 TEXT ' ELEKTRONİK VE HABERLEŞME \'
BASLK4 TEXT ' ANABİLİM DALI \'

*

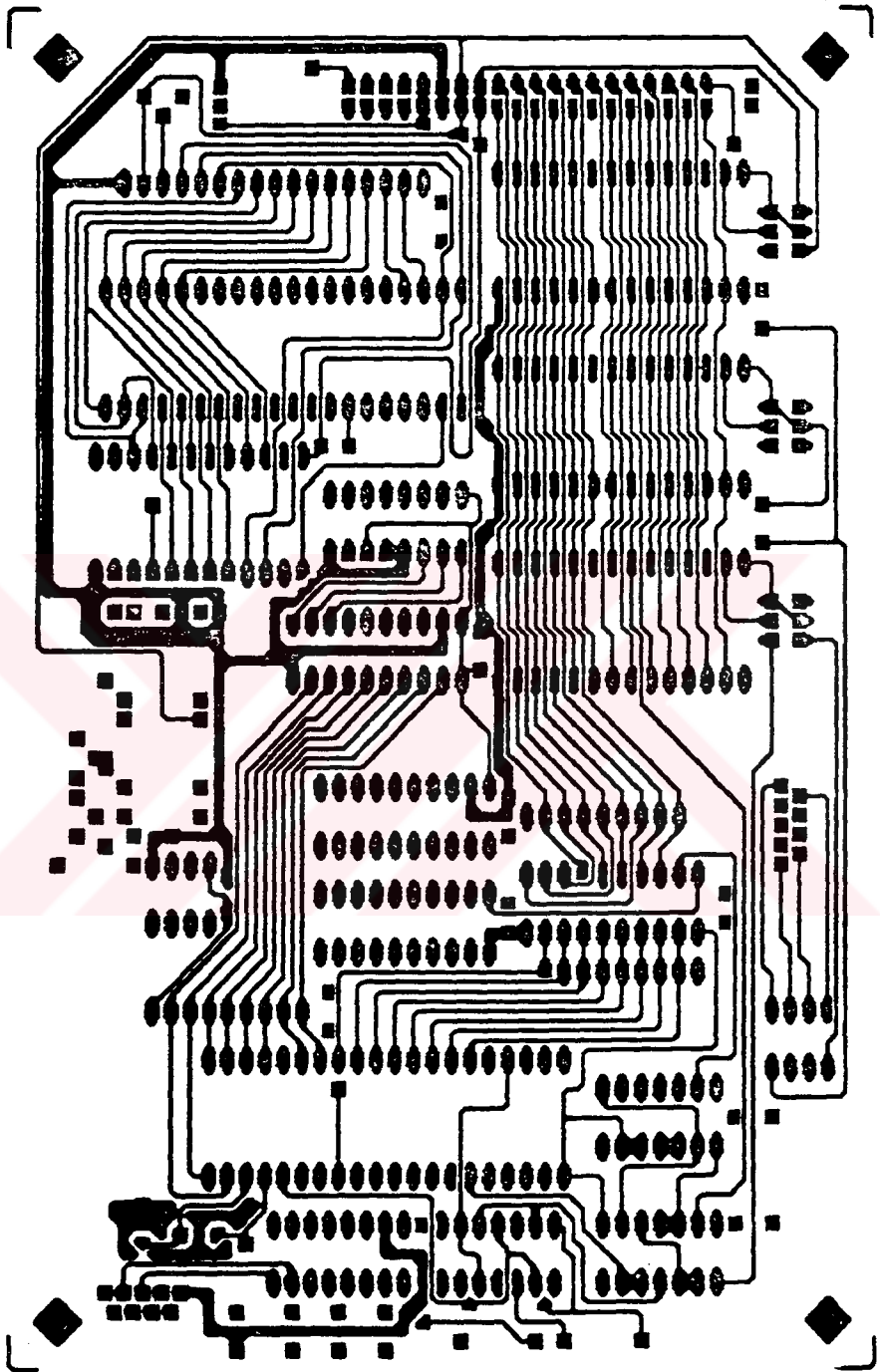
MENU0 TEXT 'KÜÇÜK KAPASİTE ÖLÇME CİHAZI \'
MENU1 TEXT '1.KAPASİTE \'
MENU2 TEXT '2.KAPASİTE DİYODU \'

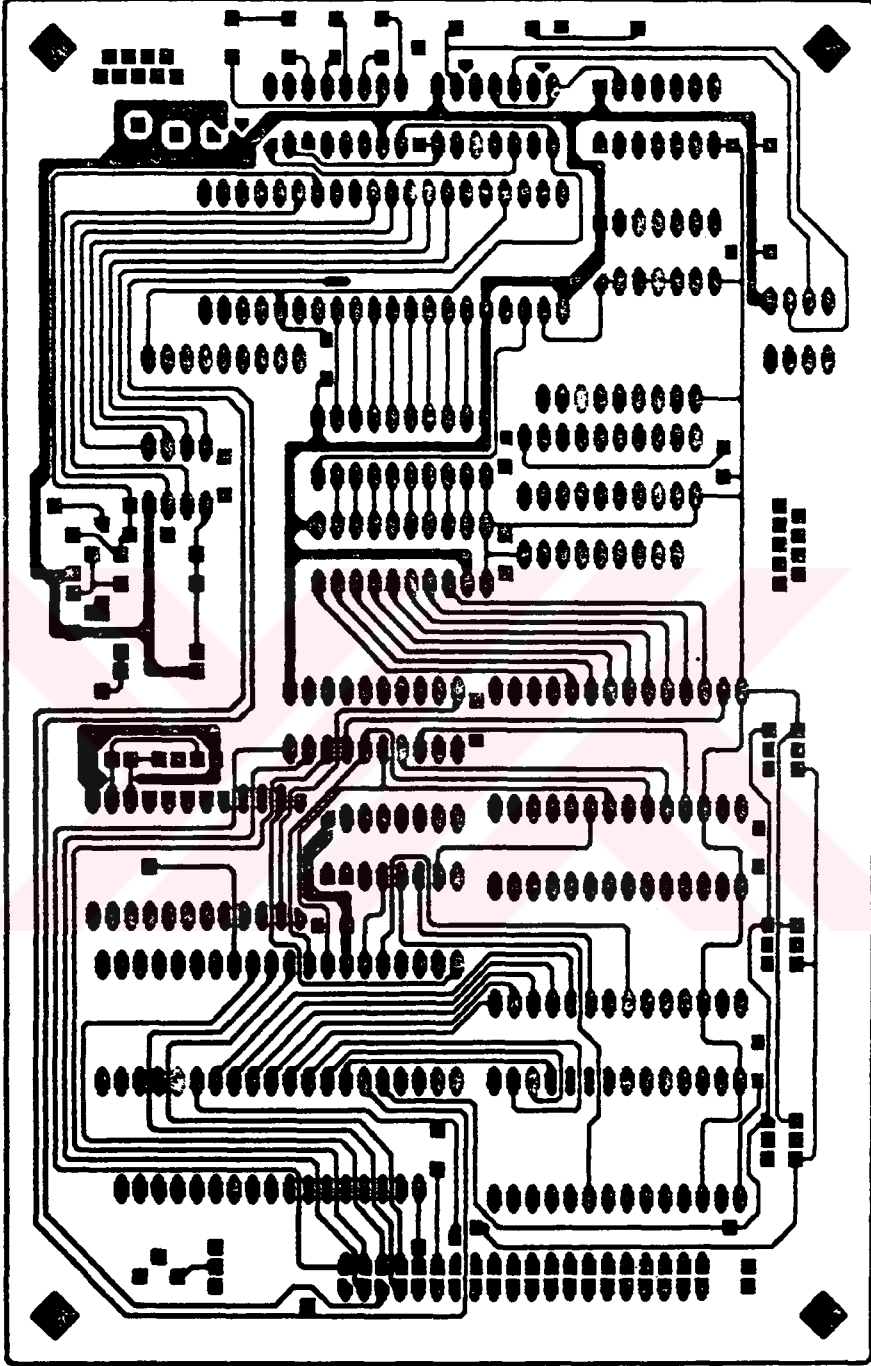
```
MENU3 TEXT '3.SIFIR AYARI \'  
*  
TEZ1 TEXT 'KÜÇÜK KAPASİTE ÖLÇME CİHAZI\'  
TEZ2 TEXT 'TEZ DANIŞMANI: \'  
TEZ3 TEXT ' PROF. ŞEFİK SARIKAYALAR\'  
TEZ4 TEXT 'TEZİ YAPAN: MÜH. ERDAL ARABACI\'  
*  
KPSTE TEXT 'KAPASİTE ÖLÇÜMÜ \'  
SFRMSG TEXT 'SIFIR AYARI \'  
KAPDIO TEXT 'KAPASİTE DİYODU ÖLÇÜMÜ \'  
KDME1 TEXT '1. KADEME 0 ... 30  $\pi$ F\'  
KDME2 TEXT '2. KADEME 0 ... 60  $\pi$ F\'  
KDME3 TEXT '3. KADEME 0 ... 120  $\pi$ F\'  
KDME4 TEXT '4. KADEME 0 ... 1200  $\pi$ F\'  
KDME31 TEXT '1. KADEME 0 ... 120  $\pi$ F\'  
KDME41 TEXT '2. KADEME 0 ... 1200  $\pi$ F\'  
  
CP TEXT 'C÷\'  
PF TEXT ' $\pi$ F\'  
NOKTA TEXT '.\'  
SPC TEXT ' \'  
VOLT TEXT 'V\'  
KESVLT TEXT 'VR÷\'  
BKLYN TEXT 'LÜTFEN BEKLEYİNİZ... \'  
*  
AMBLEM BYTE >FF  
*  
AORG >FFFA  
DATA TIMER  
AORG >FFFE  
DATA RESET
```

EK 2 CİHAZI OLUŞTURAN BASKILI DEVRE PLAKETLERİNİN
ŞEMALARI

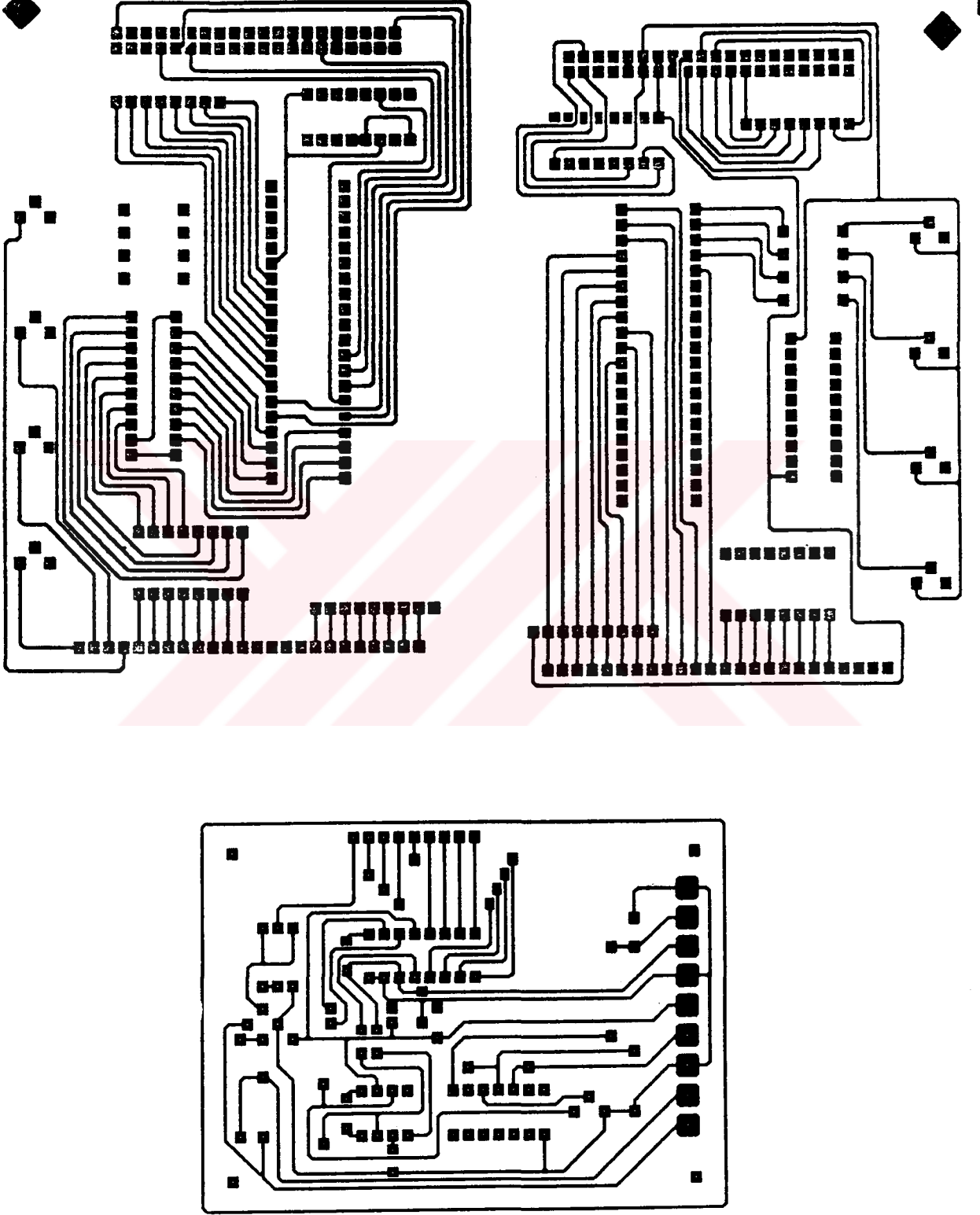


Şekil EK 2.1 Analog ölçme baskılı devre şeması

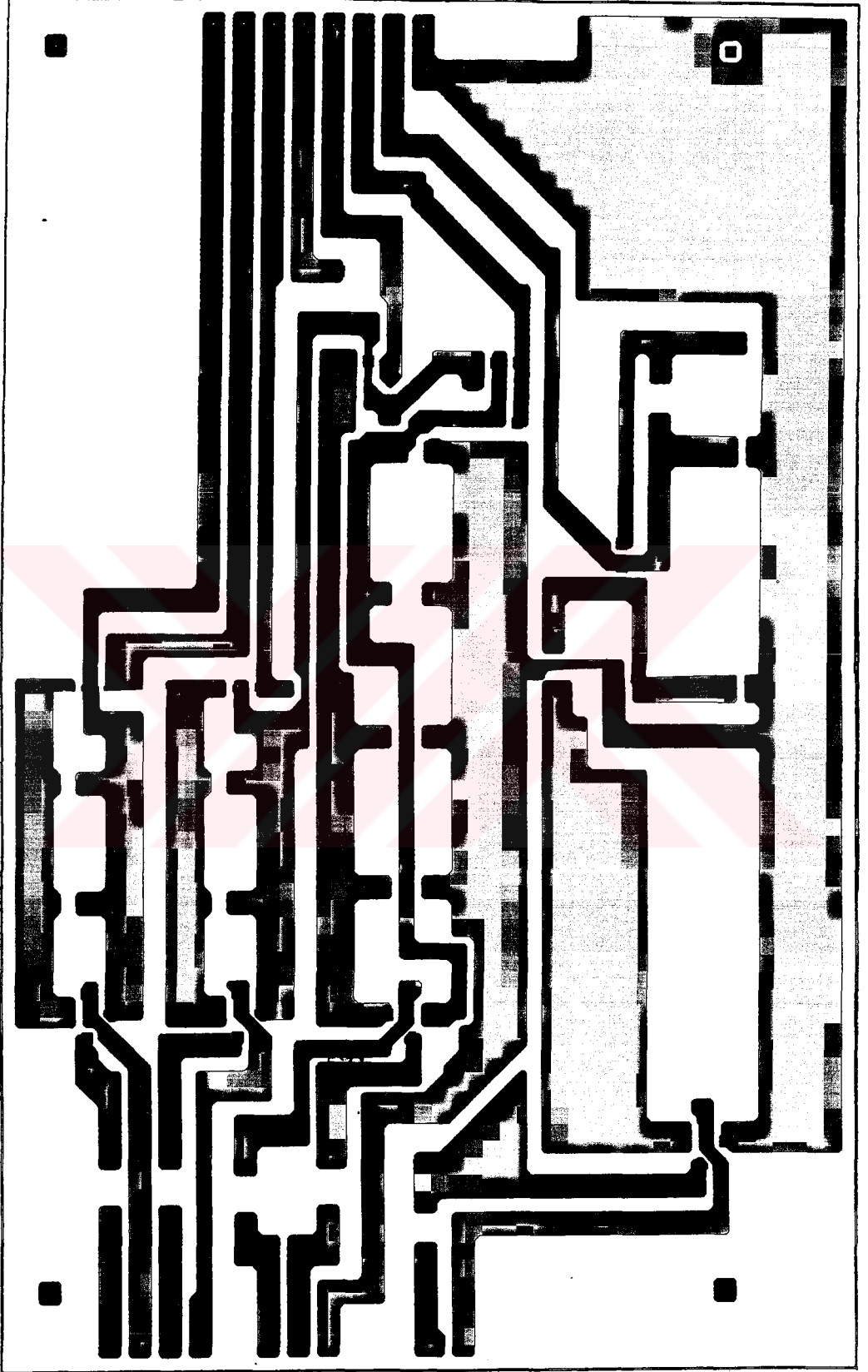




Şekil EK 2.2 Mikrodenetleyici baskılı alt ve üst devre şemaları



Şekil EK 2.3 Sayısal ve analog arabağlantı baskılı devre şeması



Şekil EK 2.4 Güç katı baskılı devre şeması

ÖZGEÇMİŞ

1967 yılında Ardahan'ın Hanak ilçesinde doğan Erdal Arabacı ilk öğrenimini ilçedeki Atatürk İlkokulunda, orta ve lise öğrenimini İstanbul Maltepe Orhangazi Lisesi'nde tamamladı.1986-1987 öğretim yılında, Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Bölümü'nde lisans öğrenimine başladı. 1991 yılında bu bölümden mezun oldu. Aynı yıl Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Haberleşme Anabilim Dalı Elektronik yüksek lisans programına girdi.Halen PTT'de mühendis olarak çalışmaktadır.

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**