

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FİZİK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bilgisayarın rs-232-c Seri Bilgi Çıktıları

Osman Sirel

Doktora Tezi

Ref
FHM
118
1984

K152
25

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYARLARIN RS-232-C SERİ BİLGİ ÇIKIŞLARINI
ANALOG X-Y ÇİZİCİLERE BAĞLAMAK İÇİN
ARABİRİM TASARIMI

(DOKTARA TEZİ)

YÜK.MÜH. OSMAN SİREL

İSTANBUL 1984

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

R 152

Kot : 25
Alındığı Yer : Fen Bil. Enst.
Tarih : 30.03.1989
Fatura :
Fiatı : 1200.-
Ayniyat No : 1/1
Kayıt No : 44761
UDC :
Ek :



İÇİNDEKİLER	
I. GİRİŞ	VI
II. SİYASİ VE İKTİSADİ DURUM	VII
II.1. Siyasî Durum	1
II.2. İktisadî Durum	1
II.3. Sosyal Durum	1
II.4. Eğitim Durumu	1
II.5. Sağlık Durumu	1
II.6. Yerel Yönetiş Durumu	1
III. SİYASİ VE İKTİSADİ DURUMUN DEĞERLENDİRİLMESİ	1
III.1. Siyasî Durumun Değerlendirilmesi	1
III.2. İktisadî Durumun Değerlendirilmesi	1
III.3. Sosyal Durumun Değerlendirilmesi	1
III.4. Eğitim Durumunun Değerlendirilmesi	1
III.5. Sağlık Durumunun Değerlendirilmesi	1
III.6. Yerel Yönetiş Durumunun Değerlendirilmesi	1
IV. SİYASİ VE İKTİSADİ DURUMUN DEĞERLENDİRİLMESİNE İLİŞKİN ÖNERİLER	1
IV.1. Siyasî Duruma İlişkin Öneriler	1
IV.2. İktisadî Duruma İlişkin Öneriler	1
IV.3. Sosyal Duruma İlişkin Öneriler	1
IV.4. Eğitim Durumuna İlişkin Öneriler	1
IV.5. Sağlık Durumuna İlişkin Öneriler	1
IV.6. Yerel Yönetiş Durumuna İlişkin Öneriler	1
V. SİYASİ VE İKTİSADİ DURUMUN DEĞERLENDİRİLMESİNE İLİŞKİN ÖNERİLERİN UYGULANMASI	1
V.1. Siyasî Durumun Değerlendirilmesine İlişkin Önerilerin Uygulanması	1
V.2. İktisadî Durumun Değerlendirilmesine İlişkin Önerilerin Uygulanması	1
V.3. Sosyal Durumun Değerlendirilmesine İlişkin Önerilerin Uygulanması	1
V.4. Eğitim Durumunun Değerlendirilmesine İlişkin Önerilerin Uygulanması	1
V.5. Sağlık Durumunun Değerlendirilmesine İlişkin Önerilerin Uygulanması	1
V.6. Yerel Yönetiş Durumunun Değerlendirilmesine İlişkin Önerilerin Uygulanması	1
VI. SONUÇ	1
VII. EKLER	1

Tez konusunun seçilmesinde ve çalışmalarımın yönlendirilmesinde büyük yardımları olan tez yöneticim sayın Doç.Dr. Sezgin ALSAN'a ve çalışmalarım süresince gösterdiği ilgi ve destekten ötürü sayın Doç. Şefik SARIKAYALAR'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

VII.10. Çizici Ayarı Alt-programı	61
VII.11. Stop Komutu Alt-programı	61
VII.12. Durma Alt-programı	65
VII.13. Ondalık Sayı Kontrolü Alt-programı	66
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
I. GİRİŞ	1
II. AMACA UYGUN ÇÖZÜMÜN BELİRLENMESİ	3
II.1. Hardware Yöntem	3
II.2. Software Yöntem	4
II.3. Programlama Dili	5
II.4. Programların Yazılacağı Ortamın Seçimi	6
III. SERİ HABERLEŞME	7
III.1. RS-232-C Temel Bağlantıları	7
III.2. Clear To Send (CTS) Hattı	7
III.3. Bilgi Gönderme Hattı	8
IV. 6502 MİKRO-İŞLEMCİSİ VE KİM MİKRO-BİLGİSAYARI	10
IV.1. 6502 Mikro-işlemcisi	10
IV.2. KİM Mikro-bilgisayarı	16
V. RS232C-DAC-BİRİMİNİN OLUŞTURULMASI	25
V.1. Software Geliştirme	25
V.2. RS232C-DAC-BİRİMİ İçin Gerekli Hardware Ekler	26
V.3. Hardware Eklerin Sisteme Yerleştirilmesi	27
V.4. RS232C-DAC-BİRİMİNDE 6821 Tümdevresinin Kullanımı	31
V.5. DAC Ünitesi	31
VI. ANALOG X-Y ÇİZİCİSİ	33
VII. RS232C-DAC-BİRİMİ İŞLETİM PROGRAMLARI	37
VII.1. Assembler Kullanımı	37
VII.2. Akış Diyagramı	38
VII.3. Reset Programı	43
VII.4. Bilgi Alma Programı	45
VII.5. Bilgi Değerlendirme Alt-programı	51
VII.6. Gösterge Alt-programı	57
VII.7. Geciktirme-1 Alt-programı	59
VII.8. Geciktirme-2 Alt-programı	59
VII.9. Baud-rate Alt-programı	60

VII.10. Çizici Ayarı Alt-programı	61
VII.11. Stop Kesme-programı	63
VII.12. Bölme Alt-programı	65
VII.13. Ondalık Sayı Kontrolü Alt-programı	66
VII.14. .10 İle Çarpma Alt-programı	66
VII.15. Üç Haneli Ondalık Sayı Organizasyonu Alt-programı	67
VII.16. Ondalık Sayı - Binary Sayı Dönüştürme Alt-programı	67
VII.17. "SSSSS" Dizisinin Saptanması Alt-programı	68
VII.18. "EEEE" Dizisinin Saptanması Alt-programı	68
VII.19. Y ve Kalem Durumu'nun Depo Belleğine Yerleştirilmesi Alt-programı	69
VII.20. Kalem Kaldırma Alt-programı	69
VII.21. Kalem İndirme Alt-programı	69
VII.22. X ve Y Değerlerinin DAC'lara Aktarılması Alt-programı	70
VII.23. X Değerinin Değiştirilmesi Alt-programı	70
VII.24. Y Değerinin Değiştirilmesi Alt-programı	70
VII.25. Klavye-1 Alt-programı	71
VII.26. Klavye-2 Alt-programı	71
VII.27. GETKEY Alt-programı	72
VII.28. GETCH Alt-programı	73
VII.29. INITS Alt-programı	74
VII.30. Programların Adres ve Ad Listesi	74
VII.31. RS232C-DAC-BİRİMİ Sistem Programlarının Kullandığı Önemli Bellekler	76
VIII. RS232C-DAC-BİRİMİ KULLANMA KILAVUZU	78
IX. DENEYSEL SONUÇLAR	80
X. TEKNOLOJİK DEĞERLENDİRME	89
XI. SONUÇ	92
EK-A ASCII Tablosu	93
EK-B "Data Sheet"ler	95
6821	96
2716	106
2114	112
1408	116
YARARLANILAN KAYNAKLAR	120
ÖZGEÇMİŞ	121

ŞEKİL, TABLO VE RESİMLER

ŞEKİL-1	RS-232-C Zaman Diyagramı	9
ŞEKİL-2	6502 Mikro-işlemcisinin İç Organizasyonu	12
ŞEKİL-3	KIM Mikro-bilgisayarının Ayrıntılı Blok Şeması	17
ŞEKİL-4	KIM "kontrol ünitesi"	19
ŞEKİL-5	KIM'in Orijinal Bellek Haritası	21
ŞEKİL-6	KIM'in Gösterge ve Klavye Üniteleri Şeması	23
ŞEKİL-7	RS232C-DAC-BİRİMİ Ek Devreleri	29
ŞEKİL-8	RS232C-DAC-BİRİMİ Bellek Haritası	30
ŞEKİL-9	X-Y Çizicinin Çizim Karakteristikleri	35
ŞEKİL-10	Akış Diyagramı Sembolleri	39
ŞEKİL-11	Akış Diyagramları	41,42
ŞEKİL-12	Önerilen Bilgi Gönderme Kalıbı	48
ŞEKİL-13	Sinüsoidal Çizim İçin Program	81
ŞEKİL-14	Sinüsoidal Çizim	81
ŞEKİL-15	Geometrik Şekil İçin Program	82
ŞEKİL-16	Geometrik Şekil Çizimi	83
ŞEKİL-17	Çizim Hızı Deneyi Sonuçları	85
ŞEKİL-18	Tekrarlanabilirlik Deneyi Çizimi	86
TABLO-1	6502 Mikro-işlemcisinin Komutları	14
TABLO-2	6502 Komutlarının Adresleme Türleri	15
TABLO-3	Assembler Yazılımı	38
TABLO-4	Akış Diyagramındaki Kısaltmaların Açıklamaları	40
TABLO-5	Gösterge Kodu İçin Anahtar	57
RESİM-1	KIM Bilgisayarına Eklenen Devrenin Fotoğrafı	88
RESİM-2	RS232C-DAC-BİRİMİNİN Fotoğrafı	88
RESİM-3	Deney Düzeninin Fotoğrafı	88

ÖZET

Bilindiği gibi RS-232-C seri bilgi aktarma hattı, yaygın olarak bilgisayarların çevreleri ile iletişimlerinde kullanılmaktadır. En önemli kullanma alanı da yazıcılar olmaktadır. Bazı uygulamalarda, bilgisayardan alınan grafiksel sonuçların yazıcılara aktarılarak, kalitesi sınırlı çizimlerin elde edilmesi yoluna gidilmektedir. Bu gereksinmeden yola çıkarak, bilgisayarda koordinatları hesaplanmış eğri, şekil gibi kağıt üzerine çizilmesi istenen bilgilerin yeterince kaliteli bir biçimde elde edilmesi için yazıcı yerine bir X-Y çizicinin kullanılması uygun bulunmuştur. Ancak, bir sayısal bilgisayar ile bir analog X-Y çizici arasındaki haberleşmenin sağlanabilmesi için bir arabirimin tasarlanması gerekmektedir. Tezin konusu bu arabirimin tasarlanıp gerçekleştirilmesidir.

Arabirimin girişinin, bilgisayardan seri bilgi almaya elverişli olması, yani RS-232-C standardında bilgi kabul etmesi gerekmektedir. Bilgisayarın bilgi aktarımında az zaman kaybetmesi için bilgi aktarma hızının yüksek olması gerekmektedir. Tasarlanan devre 1200 Baud (Bits/s) hızındaki bilgileri kabul ederek belleğine depolayacak biçimde düşünülmüştür. Gönderilen bilginin, bilgisayar kullanıcısına yük getirecek özel işaret ve sıralamaları içermesinden kaçınılmıştır. Gönderilen bilgi bittiğinde, yada depo belleği dolduğunda, depoya yerleştirilmiş bilgi, tasarlanan arabirimin programları aracılığı ile, analog X-Y çizicinin iyi çizim yapmasını sağlayacak biçimde işlenip, DAC (Digital-to-Analog Converter) üniteleri aracılığı ile analog işaretlere dönüştürülerek, X-Y çizicinin yetiştireceği bir hızla çiziciye aktarılmaktadır.

Yukarda kısaca açıklanan işlemleri yapan arabirimin mikro-işlemci kontrollü olması yapılan araştırmalar sonucunda uygun görülmüş ve bu amaç için 6502 temelli bir sistem oluşturulmuştur. Bu sistem metin içinde RS232C-DAC-BİRİMİ olarak anılmaktadır.

SUMMARY

Design of an Interface Unit to Connect the RS-232-C Output of Computers to Analog X-Y Plotters

As known, the RS-232-C interface is widely used especially in micro-computers. The most used area of this interface is the printer. Even in some applications, one prefers to print out the results of the graphical computations to obtain a hardcopy drawing with restricted quality. This usage leads us to the idea of obtaining good quality drawings directly from the computer by using an analog X-Y plotter interfaced with the computer. The fact that the computer a digital but an usual X-Y plotter an analog system is, brings the necessity of designing an interface unit between these machines. The object of this thesis is the design and realization of this interface unit.

The input of the interface unit should accept data sent in the standard of RS-232-C. Further the speed of communication should be sufficiently high, such that the computer wastes a short time to send the data. The designed unit accepts a communication speed of up to 1200 Baud and puts the sent data in a buffer. By the design of the programs of the interfacing unit, it is avoided that the sending of the data brings the user of the computer some extra work by requiring special characters. At the end of the data transfer or at the instant when the buffers are full, the unit makes necessary calculations with the data in buffer to make a good drawing possible, converts then the data with the use of DAC's (Digital to Analog Converter) into analog signals and sends these analog signals to the X-Y plotter with a speed that the plotter can catch up.

After some research it is decided that this interface unit should be realized with a micro-processor and therefore the unit, briefly explained above, became a 6502 based system, which is called in this text as "RS232C-DAC-BİRİMİ".

II. AMAÇTA UYGUN ÇÖZÜMÜN BELİRLENMESİ

I. GİRİŞ .

Son yıllarda mikro-bilgisayarlar büyük bir gelişme göstermiş ve değişik özellik ve yeteneklere sahip birçok model halinde geniş bir kullanıcı kitlesine yayılmışlardır. Bu alandaki gelişme çok hızlı ve değişik kaynaklı olduğundan, bazı alanlarda belli bir standarttan söz etme olanağı bile yoktur. Ancak, özellikle bilgisayarların çevreleri ile ilişkileri konusunda belli standartlar sağlam bir biçimde yerleşmiştir. Çevre ile bilgi alış-verişinde benimsenmiş iki temel sistem olan seri ve paralel bilgi aktarma yöntemleri, kendi içlerinde değişik biçimler alabilmektedirler. Bunlar arasından, seri bilgi aktarma yöntemlerinden biri olan RS-232-C standardının bu tezin gerçekleştirilmesinde kullanılmasına karar verilmiştir. Bu standardın tanıtılması için konu BÖLÜM III de kısaca ele alınarak gerekli açıklamalar yapılacaktır.

Seri bilgi hattı genellikle iki bilgisayarın yada bir bilgisayar ile bir terminalin birbirlerine bağlanmaları için kullanılmaktadır. Bu durumda iletim hattında her iki yönde de iletişim olur. Çok yaygın olan ve bilginin yalnızca bir yönde gönderildiği uygulama ise, bilgisayara bir yazıcı bağlanması durumudur. Yazıcı, program listelerinin alınması, yapılan hesap sonuçlarının yazdırılması bakımından önem taşıdığı gibi, son zamanlarda belli karakterlerin (örneğin *) kullanılması ve özel bazı alt-programların yardımı ile sınırlı dakiklikte ve noktalardan oluşan grafiklerin elde edilmesi açısından da önem kazanmıştır. Hatta bu amaçla gerek bilgisayar gerekse yazıcı tarafında birtakım gelişmeler yapılmış, "grafik karakter" adı altında bazı şekiller karakter üreteçlerine yerleştirilmiştir. Bu "grafik karakter"lerin aracılığı ile göze biraz daha hoş gelen, ama çizimin dakikliği açısından pek bir değişiklik getirmeyen "grafik yazıcı"lar ortaya çıkmıştır. Konunun cazipliği, yazıcılarda daha büyük gelişme-

II. AMACA UYGUN ÇÖZÜMÜN BELİRLENMESİ

Amaç, bir bilgisayarın RS-232-C çıkışınının bir analog X-Y çiziciye bağlanması olarak belirlendikten sonra, ilk karar verilmesi gereken, bu amaca hangi yöntem ile ulaşılabileceğidir. Kaba hatlarıyla belirlersek, bu amaca ulaşmak için izlenmesi gereken yol, bilgisayardan gönderilen seri bilginin alınması ve çözümlenmesinden sonra paralel bilgi haline getirilip DAC devrelerinden geçirilerek analog X-Y çiziciye bağlanmasıdır. Seçilecek yönteme göre bu yol üzerindeki ayrıntıların belirlenmesi gerekecektir. Ayrıntıların önceden belirlenememesinin nedeni, değişik yöntemlerin değişik detayları gerektirmesi olasılığının çok kuvvetli olmasıdır. Arabirimin hangi yöntem ile tasarlanacağı konusunda yapılan araştırma karşımıza "hardware" ve "software" olarak iki temel yöntem çıkarmaktadır.

II.1. Hardware Yöntem

"Hardware" derken düşündüğümüz, oluşturulacak bir mantık işlemleri serisinin gerçekleştirilmesini sağlayacak bir devrenin kurulmasıdır. Böyle bir devre kurulduktan sonra yalnızca belirlenen işlemleri yapacaktır; yapacağı görevde değişiklik istenmesi, devre düzeninde değişiklik yapılmasını gerektirecektir. Bu yöntemle gerçekleştirilecek bir devre ancak sınırlı karmaşıklıkta işlemler serisinin gerçekleştirilmesi için uygun gözükmektedir. Yapılacak işlemlerin karmaşık olması ölçüsünde devrenin özel yapısı hızla büyüyecek, belki de olanaksız, yada gerçekleştirilmesi mantık dışı bir biçim olacaktır. Düşüncelerimizi biraz daha somut düzeye indirdiğimizde, "hardware" ile gerçekleştirilecek bir arabirimin, bilgisayardan aldığı bilgiler üzerinde hemen hemen hiç bir işlem yapmadan ve bilgileri aldığı anda paralel bilgiye çevirip, hemen ardından da DAC aracılığı ile analog işarete dönüştürerek X-Y çiziciye aktarmasının neredeyse zorunlu olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu tanımlanan işlem-

lerin bile gerçekleştirilmesi başlı başına bir sorun olacaktır, çünkü gönderilen her bilgi X-Y çiziciye aktarılacak bilgi olmayacaktır. En azından, X-Y çizicinin, şeklin çizilmesinden sorumlu olan yazıcı ucun (kalem) durumuyla ilgili bazı bilgilerin gönderileceğinin düşünülmesi gerekmektedir. Böylece tasarlanacak "hardware" devresinin, en azından üç ayrı bilgiyi (X bilgisi, Y bilgisi ve kalem durumu bilgisi) birbirinden ayırması ve herbiri üzerinde ayrı işlem yapması gerekmektedir. Bunun yanısıra gönderilen bilginin hatalı, yani geçersiz bilgi olması durumunda da, arabirimin yanlış bir işlem yapmamasının sağlanması gerekmektedir.

Bütün bu sayılanlar, çok basit bir yol izlenmesine karşın, bir hayli karmaşık bir elektronik devrenin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Gerek devrenin tasarlanması, gerekse gerçekleştirilmesi belki de boş yere karmaşık bir işle uğraşılmasını gerektirecektir. Buna karşı getireceği bir avantaj, kesin olmamakla birlikte, öteki seçeneğe göre yapım açısından bakıldığında daha ekonomik olabilmesidir. Ancak uzun vadeli bir çalışmada, "hardware" devrenin gelişmelere kapalı olması bu ekonomikliğin çekiciliğini bir oranda gölgelemektedir.

II.2. Software Yöntem

İkinci seçenek olan "software" yönteminde ise kurulacak olan ünitenin bir bölümü programlardan oluşmaktadır. Bu seçenek hem "hardware" hem "software" çalışmasını birlikte getirdiği için kapsadığı alan açısından da daha zengindir. Böyle bir sistem belli ki bir mikro-işlemcinin varlığını gerektirmektedir. Demek ki bir mikro-bilgisayarın gerçekleştirilmesi için gerekli "hardware" çalışmasının baştan yapılması gerekecektir. Ancak bu çalışmanın sonunda ortaya çıkacak olan sistem, yapacağı işlemleri yazılacak programlar aracılığı ile yapacağı için, hem çok karmaşık işlemlerin bile yapılmasına olanak sağlayacaktır, hem de sonradan yapılması istenebilecek değişikliklere açık bir sistem oluşturacaktır. Bu özellikler, "software" yöntemini, böyle bir uygulama için, çok çekici bir duruma getirmektedir.

II.3. Programlama Dili

Yukarda yapılan açıklamaların ışığında, çözüm olarak "software" yönteminin seçilmesine karar verilmiştir. Bu aşamada, işin içine programlama girdiğine göre, programların hangi programlama dili ile yazılacağına belirlenmesi gerekecektir. Yüksek seviyeli bir dilin (örneğin BASIC) kullanılmasının avantajı, programlamanın kolay olması ve özellikle kullanıcıya açık olabilme olanağını getirmesidir. Ancak bu uygulamada, normal kullanıcıyı arabirimin programlarının pek ilgilendirmeyeceğini düşünürsek, tartışma dillerin yetenekleri konusunda olacaktır. Bu açıdan bakıldığında, ilk göze batan, yüksek seviyeli dillerin bir derleyiciye (yazılan programı bilgisayarın anlayabileceği hale dönüştüren bir programa) gereksinme duydukları için, yavaş olduklarıdır. Makine dilinde yazılan bir programın ise derleyiciye gereksinimi yoktur ve bundan ötürü de çok hızlı işlem yapılmasını sağlayabilmektedir. Bizim amacımız arabirimin bağlı olduğu bilgisayardan olabildiğince çabuk bilgi alarak bilgisayarı az meşgul etmesi olduğuna göre, programlama dili olarak makine dilinin seçilmesi uygun bulunmuştur. Ayrıca makine dilinin getirdiği öteki bir avantaj, bu dille program yazılırken istenen işlemlerin yapılabilmesinin, yalnızca kullanılan mikro-işlemcinin yetenekleri ve programcının yaratma gücü tarafından sınırlandırılmasıdır. Yüksek seviyeli dillerin, temellerini oluşturan mikro-işlemcinin bütün yeteneklerinden yararlandıklarını söylemek çok güçtür; bunun bir sonucu olarak yüksek seviyeli dillerde, gereksinim duyulan bazı işlemlerin gerçekleştirilmesi çok güç, yada tamamen olanaksız olabilmektedir.

Son olarak, yüksek seviyeli bir dilin kullanılmasına karar verilmesi halinde, istenen programların yazılabilmesi için daha önceden bu yüksek seviyedeki dilin çalışmasını sağlayacak programların (derleyicinin) sağlanması, yada bizzat yazılması gerektiğini söylemek gerekir. Böyle bir programın bizzat yazılmasının söz konusu olmaması ve hazır olarak elde edilmesinin de çok güç ve pahalı olması, yüksek seviyeli bir dilin seçim şansını azaltmaktadır.

Yukarda sayılan nedenlerle, programların makine dilinde yazılmasına karar verilmiştir.

II.4. Programların Yazılacağı Ortamın Seçimi

Programların yazılacağı ortamın, yani mikro-bilgisayarın elde edilmesi için de iki seçenekle karşılaşılmıştır. Bunlardan birincisi böyle bir düzenin bizzat gerçekleştirilmesi, ikincisi ise hazır bir mikro-bilgisayarın belirlenen amaca yönelik olarak değiştirilip geliştirilerek kullanılmasıdır. Bilindiği gibi piyasaya (belli ekonomik nedenlerle) bir hayli ucuza makine dilinde de programlanması mümkün olan mikro-bilgisayarlar sürülmektedir. Böyle bir düzenin, elemanlarının tek tek alınarak yeni baştan kurulması ekonomik olmaktan bir hayli uzaktır. Tez çalışmasının yapılacağı laboratuvar da bu tür bir çalışmaya temel oluşturabilecek hazır bir mikro-bilgisayar sisteminin bulunması ve hazır satılan mikro-bilgisayarlar üzerinde yapılacak basit değişiklik ve geliştirmeler ile bunların ilginç alanlarda kullanılacaklarının gösterilmesi bakımından, hazır olan bir sistemin geliştirilmesi yoluyla arabirimin elde edilmesine karar verilmiştir. Tabii bu durumda, geliştirilmesi söz konusu olan sistemin bütün detaylarıyla öğrenilmesi gerekmektedir.

Böylece amaca ulaşmak için seçilen yöntemin ana hatları belirlenmiş olmaktadır. Hazır bir mikro-işlemci düzeni alınarak üzerinde gerekli "hardware" değişiklikler ve eklemeler yapılacak ve bilgilerin alınıp işlenmesi ve analog X-Y çiziciye aktarılması da makine dilinde yazılacak programlar ile gerçekleştirilecektir.

III. SERİ HABERLEŞME

Daha önce açıklandığı gibi tasarlanacak arabirim bilgisayar ile iletişim için seri haberleşmenin standartlarından biri olan RS-232-C standardını kullanacaktır. Bu bakımdan, söz konusu standart ile ilgili kısa bir açıklama yapmak yararlı olacaktır. RS-232-C standardının ayrıntılarına girilmemesinin nedeni, bu standardın çok geniş kapsamlı olması ve çok katı kurallara bağlanmak yerine belirli esneklikleri içermesidir.

III.1. RS-232-C Temel Bağlantıları

RS-232-C seri haberleşme standardında, söz konusu olacak iki aygıt arasında iletişimin sağlanması bir'den çok iletken ile sağlanmaktadır. Standart RS-232-C konektörü olarak bilinen 25 uçlu konektörün pratikte pek azı kullanılmaktadır. Birbirine bağlanacak aygıtların arasında iki yönlü iletişim olduğu durumlarda en az yedi iletken ile bağlantı yapılması gerekir. Bu yedi iletken, toprak hattı ile, "Transmit Data", "Receive Data", "Clear To Send", "Data Set Ready", "Data Terminal Ready" ve "Request To Send" iletkenleridir. Eğer bu tez çalışmasında olduğu gibi tek yönlü bir iletişim söz konusu ise, gerekli iletken sayısı, toprak hattı , "Transmit Data" ve "Clear To Send" hatları olmak üzere üçe iner. Tez konusunun ilgi alanı içine tek yönlü iletişim girdiği için, üç iletken oluşun bağlantı düzenindeki iletkenlerin görevleri kısaca ele alınacaktır. Bunlardan toprak hattı hakkında söylenecek birşey olmadığına göre geriye kalan iki iletkende bulunması gereken işaretler açıklanacaktır.

III.2. Clear To Send (CTS) Hattı

Tipik bir örnek olarak bir bilgisayarın bir yazıcıya bağlandığı durumu göz önüne alırsak, bu hattın görevini açıklamak kolay olacaktır. Bilindiği gibi yazıcıların yazı hızı aslında bilgisayarların

bilgi gönderme hızından daha azdır. Bunun için, her ne kadar yazıcıların içinde belirli büyüklükte bir giriş depo belleği varsa da, bir süre sonra bu depo belleği dolacaktır. Bu durumda yazıcı bilgisayardan daha fazla bilgi alamayacağı için, bilgisayarın bilgi göndermeye devam etmesini engellemesi gerekir. İşte bu engelleme sözü edilen CTS hattı ile yapılır. Bu tür iletişimlerde bütün hatlarda olduğu gibi, bu iletkende de iki ayrı lojik seviye bulunabilir. Bunlardan biri bilgisayarın bilgi göndermesine izin veren, öteki de bilgisayarın bilgi göndermesini engelleyen seviyelerdir. Hangi lojik seviyenin bilgi gönderilmesini engellediği, RS-232-C standardı içinde seçime bırakılmıştır. Bu seçim daha çok yazıcı tarafında, elektronik devrelere yerleştirilmiş seçici anahtarlar aracılığı ile yapılır.

III.3. Bilgi Gönderme Hattı

Bu hat aracılığı ile bilgisayar bağlı bulunduğu ağıta belirlenen bir düzen içerisinde bilgi gönderir. Ötekilerde olduğu gibi bu hatta da iki lojik seviye söz konusu olduğuna göre, bu lojik seviyelerin sekansiyel olarak değiştirilmesi bir kurala bağlanmıştır ve ancak bu biçimde gönderilen işaretlerden alıcı tarafın doğru bilgileri elde etmesi mümkün olmaktadır. İlk olarak, gönderilen bilgi paketlerinin asenkron olduğunu belirtmekte yarar vardır. Bağlantı hatları sayılırken senkronizasyonu sağlamayla ilgili bir hattan söz edilmediğine göre zaten iletişimin asenkron olması zorunludur. Gönderilen bilgi asenkron olduğuna göre, iletkende belirli bir andaki seviyenin nasıl değerlendirileceğinin bilinmesi için belli bir kalıp olması gerekmektedir.

RS-232-C standardında gönderilen her karakter belli bir paket içinde yer alır. Karakterlerin belirlenmesi için yedi bit'lik ASCII kodu (American Standard Code for Information Interchange) kullanılmaktadır. ASCII tablosu EK-A da verilmiştir. Demek ki her bir paketin içinde karakterin tanımlanmasından sorumlu olan yedi bit vardır. Paketin tümü ya on, yada onbir bitten oluşmaktadır. İletim hattı üzerinde bulunması söz konusu olan iki gerilim seviyesinden birini "1", ötekini ise "0" konumu olarak adlandırabiliriz. İletim hattından

IV. 6502 MİKRO-İŞLEMCİSİ VE KİM MİKRO-BİLGİSAYARI

BÖLÜM II de açıklandığı gibi, bilgisayar ile analog X-Y çizici arasındaki bağlantıyı sağlayacak arabirimin (RS232C-DAC-BİRİMİ) "software" tekniği ile gerçekleştirilmesine ve programların yazılacağı ortam olarak ta, üzerinde "hardware" geliştirmeler yapıldıktan sonra hazır bir mikro-bilgisayarın (KİM) kullanılmasına karar verilmişti. KİM, 6502 temelli bir mikro-bilgisayardır. "Hardware" ve "software" çalışmalar bu mikro-işlemci üzerinde yapılacağına göre, ilk önce 6502'nin özelliklerinin bilinmesi gerekir. Bu bölümde ilk önce 6502 mikro-işlemcisi kısaca tanıtılacak, sonra da KİM mikro-bilgisayarının, üzerinde değişiklik yapılmamış, orijinal durumu tanıtılacaktır.

IV.1. 6502 Mikro-işlemcisi

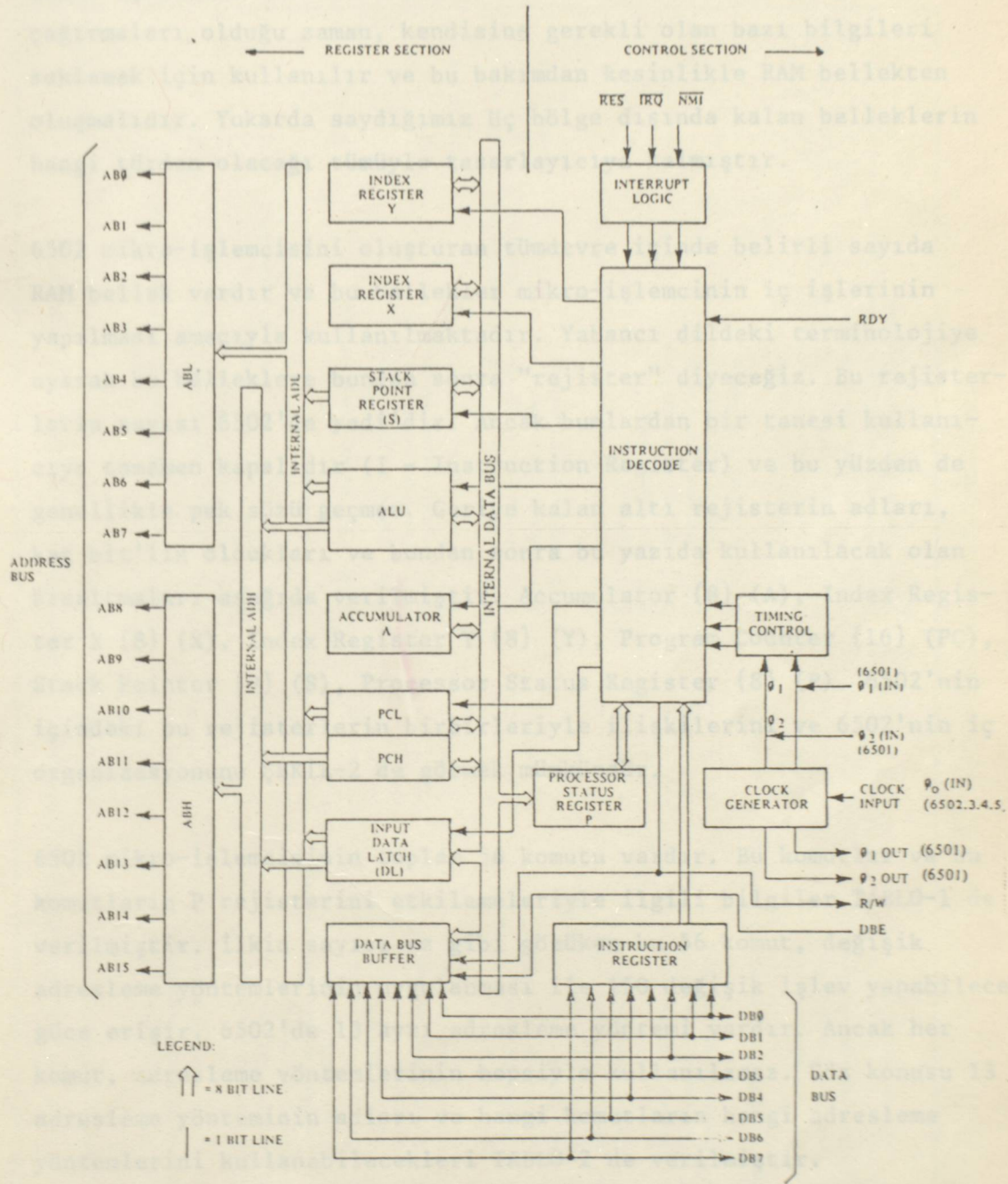
6502, kullanımı çok yaygınlaşmış, sekiz bit'lik bir mikro-işlemcidir. Mikro-işlemcinin sekiz bit'lik olması, işlemlerin sekizer bit'lik büyüklükler üzerinde yapıldığı anlamına gelmektedir. Bunun sonucu olarak gerek kendi içindeki bellek düzeni, gerekse dışına konacak bellek düzeni sekiz bit'lik organizasyonda olmalıdır. Bir mikro-işlemcinin kaç bellek gözüne ayrı ayrı ulaşabildiğini belirleyen adres hatlarının sayısıdır ve bu sayı 6502'de 16'dır. Demek ki 6502, 65536 ayrı bellek gözünü dolaysız adresleyebilmektedir.

6502'nin 65536 bellek gözünü adresleyebileceğini söyledik, ancak bu kapsamdaki bellek bölgesinin neresine hangi işlevin verileceğini belirlemedik. Bu geniş ölçüde sistemi kuranın seçimine kalmıştır, yani 6502'li bir sistemde tasarlayıcı bellek haritasını (memory map) geniş ölçüde istekleri doğrultusunda oluşturabilir. Ancak 6502 mikro-işlemcisinin, bellek haritası içinde değiştirilmesi olanaksız bazı bölgeleri vardır. Bu bölgelerden söz ederken, bu konuda kulla-

nılması getirdiği kolaylıklar bakımından alışkanlık haline gelen heksadesimal sayılar kullanılacaktır ve bu sayıları desimal sayılardan ayırabilmek için, yazının bundan sonraki bölümlerinde heksadesimal sayıların sonuna "h" harfi konacaktır.

FFFAh - FFFFh arasındaki bölge mikro-işlemcinin "reset" edilmesi ve kesinti sağlanması ile ilgili vektörlerin (RST, NMI ve IRQ vektörleri) bulunduğu bölgedir. 6502 mikro-işlemci tümdevresinin "RESET" adlı bir giriş ucu vardır. Besleme gerilimi ilk bağlandığı anda mikro-işlemcinin, denetimi altında olan öteki elemanlara ilköğullandırılmalarıyla ilgili bilgiler vermesi ve sistemin bilgi girişinden bilgi almaya hazır duruma gelebilmesi için, belli bir programı yürütmesi gerekir. Söz konusu bu programın başlangıç adresi serbestçe seçilebilir; fakat FFFCh ve FFFDh belleklerine bu programın başlangıç adresi konmalıdır. 6502 "RESET" ucuna uyarı verilmedikçe hiçbir işlem yapmaz; ancak bu uç uyarıldıktan sonra FFFCh ve FFFDh belleklerinde bulunan adresi alır ve bu adresten başlayarak işlem yapar. FFFAh ve FFFBh belleklerinde ve FFFEh ve FFFFh belleklerinde, iki ayrı kesinti isteğiyle ilgili programların başlangıç adresleri bulunmalıdır. Bir sistem kurulduğunda "Reset" işlemi değişmez bir işlem olduğuna göre ve sistem beslenmezken söz konusu adreslerin kaybedilmemesi gerektiğine göre, 6502 temelli bir sistemde FFFAh - FFFFh belleklerine bir ROM (yada EPROM) yerleştirilmesi ve bu ROM'un içine de gerekli adreslerin daha önceden yerleştirilmiş olması gerekir. Tabii ki "Reset" programının yazıldığı bölgenin de ROM bellekten oluşması gerekir; ancak bu bölgenin seçiminde tasarımcı serbesttir.

6502 mikro-işlemcisinde değiştirilmesi mümkün olmayan başka bir bellek bölgesi de 0000h - 00FFh arasındaki "zero-page" adı ile anılan bölgedir. "Zero-page" bölgesinin özel bir anlamı vardır ve genellikle geçici işlemlerin yapıldığı ve bir de sistem bilgilerinin saklandığı bölge olarak kullanılır. Bunun nedeni bu bölgeye ulaşılmasının çabuk olmasıdır. "Zero-page" bölgesi, sistem bilgilerinin değişmesi söz konusu olduğuna göre ve geçici işlemlerin yapılabilmesinin de mümkün olabilmesi için RAM bellekten oluşması gerekir; 6502 mikro-işlemcisi için bu bir zorunluluktur.



6502 Mikro-işlemcisinin İç Organizasyonu

ŞEKİL-2

6502 mikro-işlemcisinin içinde sabit olarak tanımlanmış, değiştirilmesi olanaksız üçüncü bölge ise "Stack" adıyla anılır ve bellek haritasında 0100h - 01FFh bölgesini kapsar. "Stack" bölgesi, 6502 mikro-işlemcisi tarafından, kesinti istekleri ve alt-program çağırımları olduğu zaman, kendisine gerekli olan bazı bilgileri saklamak için kullanılır ve bu bakımdan kesinlikle RAM bellekten oluşmalıdır. Yukarda saydığımız üç bölge dışında kalan belleklerin hangi türden olacağı tümüyle tasarlacıya kalmıştır.

6502 mikro-işlemcisini oluşturan tümdevre içinde belirli sayıda RAM bellek vardır ve bu bellekler mikro-işlemcinin iç işlerinin yapılması amacıyla kullanılmaktadır. Yabancı dildeki terminolojiye uyarak bu belleklere bundan sonra "rejister" diyeceğiz. Bu rejisterlerin sayısı 6502'de yedi'dir. Ancak bunlardan bir tanesi kullanıcıya tamamen kapalıdır (I - Instruction Register) ve bu yüzden de genellikle pek sözü geçmez. Geriye kalan altı rejisterin adları, kaç bit'lik oldukları ve bundan sonra bu yazıda kullanılacak olan kısaltmaları aşağıda verilmiştir. Accumulator {8} (A), Index Register X {8} (X), Index Register Y {8} (Y), Program Counter {16} (PC), Stack Pointer {9} (S), Processor Status Register {8} (P). 6502'nin içindeki bu rejisterlerin birbirleriyle ilişkilerini ve 6502'nin iç organizasyonunu ŞEKİL-2 de görmek mümkündür.

6502 mikro-işlemcisinin toplam 56 komutu vardır. Bu komutlar ve bu komutların P rejisterini etkilemeleriyle ilgili bilgiler TABLO-1 de verilmiştir. İlk sayısı az gibi gözüken bu 56 komut, değişik adresleme yöntemlerinin uygulanması ile 150 değişik işlev yapabilecek güce erişir. 6502'de 13 ayrı adresleme yöntemi vardır. Ancak her komut, adresleme yöntemlerinin hepsiyle kullanılamaz. Söz konusu 13 adresleme yönteminin adları ve hangi komutların hangi adresleme yöntemlerini kullanabilecekleri TABLO-2 de verilmiştir.

MCS6501-MCS6505 MICROPROCESSOR INSTRUCTION SET - ALPHABETIC SEQUENCE

		N	Z	C	I	D	V			N	Z	C	I	D	V
ADC	Add Memory to Accumulator with Carry	✓	✓	✓	-	-	✓			-	-	-	-	-	-
AND	"AND" Memory with Accumulator	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
ASL	Shift Left One Bit (Memory or Accumulator)	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
BCC	Branch on Carry Clear	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
BCS	Branch on Carry Set	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
BEQ	Branch on Result Zero	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
BIT	Test Bits in Memory with Accumulator	M ₇	✓	-	-	-	M ₆			✓	✓	-	-	-	-
BMI	Branch on Result Minus	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
BNE	Branch on Result not Zero	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
BPL	Branch on Result Plus	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
BRK	Force Break	-	-	-	1	-	-			-	-	-	-	-	-
BVC	Branch on Overflow Clear	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
BVS	Branch on Overflow Set	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
CLC	Clear Carry Flag	-	-	✓	-	-	-			-	-	-	-	-	-
CLD	Clear Decimal Mode	-	-	✓	-	-	-			-	-	-	-	-	-
CLI	Clear Interrupt Disable Bit	-	-	✓	-	-	-			-	-	-	-	-	-
CLV	Clear Overflow Flag	-	-	✓	-	-	-			-	-	-	-	-	-
CMP	Compare Memory and Accumulator	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
CPX	Compare Memory and Index X	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
CPY	Compare Memory and Index Y	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
DEC	Decrement Memory by One	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
DEX	Decrement Index X by One	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
DEY	Decrement Index Y by One	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
EOR	"Exclusive-Or" Memory with Accumulator	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
INC	Increment Memory by One	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
INX	Increment Index X by One	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
INY	Increment Index Y by One	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
JMP	Jump to New Location	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
JSR	Jump to New Location Saving Return Address	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
LDA	Load Accumulator with Memory	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
LDX	Load Index X with Memory	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
LDY	Load Index Y with Memory	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
LSR	Shift Right One Bit (Memory or Accumulator)	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
NOP	No Operation	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
ORA	"OR" Memory with Accumulator	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
PHA	Push Accumulator on Stack	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
PHP	Push Processor Status on Stack	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
PLA	Pull Accumulator from Stack	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
PLP	Pull Processor Status from Stack	✓	✓	-	-	-	-			From Stack	From Stack	-	-	-	-
ROL	Rotate One Bit Left (Memory or Accumulator)	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
ROR	Rotate One Bit Right (Memory or Accumulator)	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
RTI	Return from Interrupt	-	-	-	-	-	-			From Stack	From Stack	-	-	-	-
RTS	Return from Subroutine	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
SBC	Subtract Memory from Accumulator with Borrow	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
SEC	Set Carry Flag	-	-	✓	-	-	-			-	-	1	-	-	-
SED	Set Decimal Mode	-	-	✓	-	-	-			-	-	-	1	-	-
SEI	Set Interrupt Disable Status	-	-	✓	-	-	-			-	-	-	1	-	-
STA	Store Accumulator in Memory	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
STX	Store Index X in Memory	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
STY	Store Index Y in Memory	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
TAX	Transfer Accumulator to Index X	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
TAY	Transfer Accumulator to Index Y	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
TSX	Transfer Stack Pointer to Index X	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
TXA	Transfer Index X to Accumulator	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
TXS	Transfer Index X to Stack Pointer	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-
TYA	Transfer Index Y to Accumulator	✓	✓	-	-	-	-			✓	✓	-	-	-	-

6502 Mikro-işlemcinin Komutları

TABLO-1

INSTRUCTION ADDRESSING MODES AND RELATED EXECUTION TIMES (in clock cycles)

	Accumulator	Immediate	Zero Page	Zero Page, X	Zero Page, Y	Absolute	Absolute, X	Absolute, Y	Implied	Relative	(Indirect, X)	(Indirect, Y)	Absolute Indirect
ADC	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
AND	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ASL	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
BCC	2	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
BCS	2	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
BEQ	2	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
BIT	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
BMI	2	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
BNE	2	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
BPL	2	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
BRK	2	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
BVC	2	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
BVS	2	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
CLC	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
CLD	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
CLI	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
CLV	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
CMP	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
CPX	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
CPY	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
DEC	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
DEX	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
DEY	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
EOR	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
INC	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
INX	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
INY	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
JMP	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
JSR	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
LDA	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
LDX	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
LDY	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
LSR	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
NOP	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ORA	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
PHA	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
PHP	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
PLA	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
PLP	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ROL	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ROR	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
RTI	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
RTS	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
SBC	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
SEC	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
SED	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
SEI	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
STA	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
STX*	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
STY**	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
TAX	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
TAY	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
TSX	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
TXA	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
TXS	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
TYA	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

* Add one cycle if indexing across page boundary
 ** Add one cycle if branch is taken, Add one additional if branching operation crosses page boundary

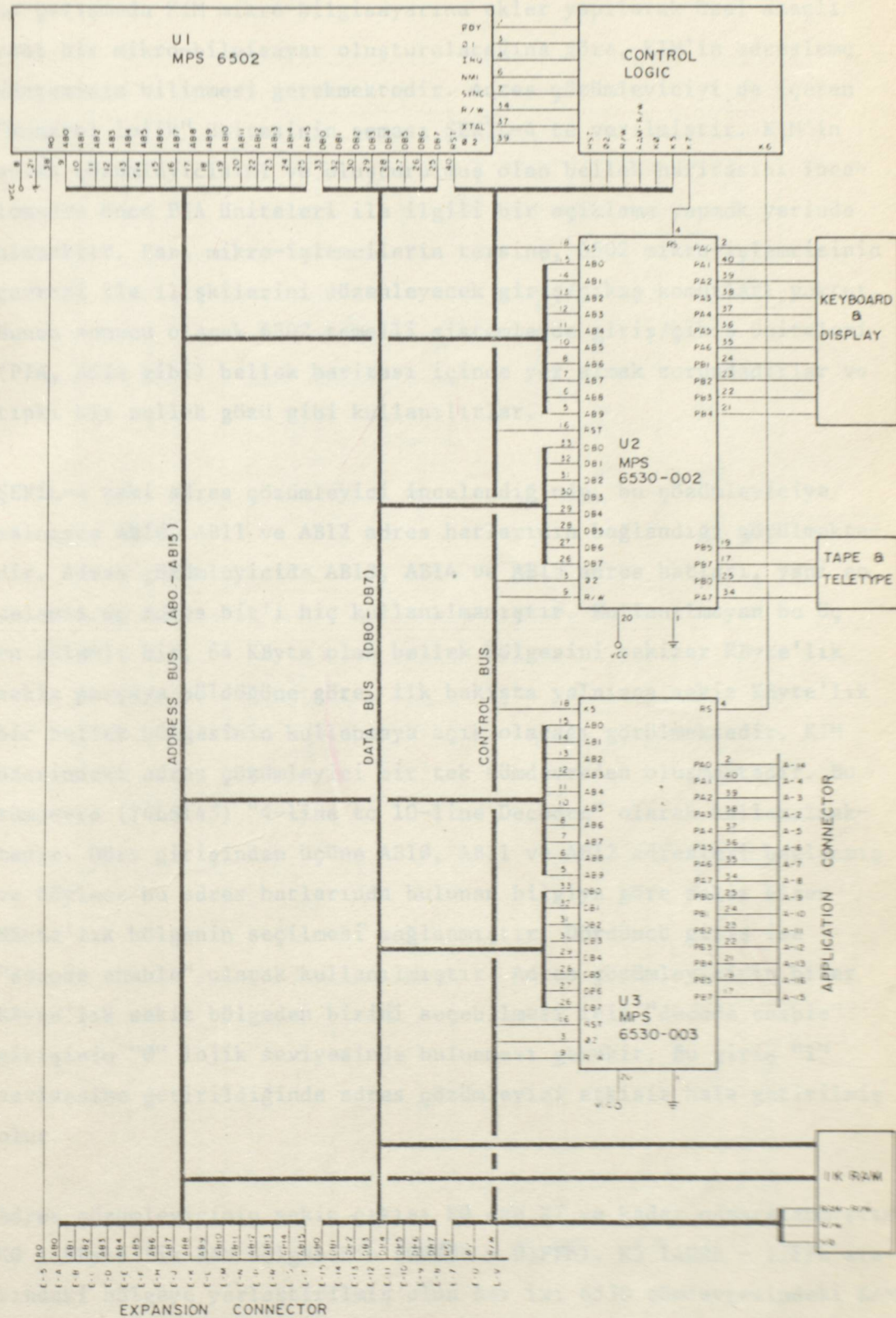
6502 Komutlarının Adresleme Türleri

TABLO-2

IV.2. KIM Mikro-bilgisayarı

Bir mikro-işlemciden bir mikro-bilgisayar oluşturabilmek için çevre birimleri gereklidir. KIM bilgisayarında gerekli bütün çevre birimleri bir baskılı devre üzerinde toplanmıştır. KIM'in oluşturulması için çevre birimleri olarak 1 KByte'lık RAM, iki PIA (Peripheral Interface Adapter), bir klavye ve bir gösterge kullanılmıştır. Dikkat edilirse, çevre birimleri sayılırken bir ROM ünitesinden söz edilmemiştir; bunun nedeni, kullanılan PIA ünitelerinin özel tümdevreler olmasıdır. KIM bilgisayarında PIA olarak kullanılan 6530 tümdevresinin içinde sekizer bit'lik iki giriş/çıkış kapısı (PIA) dışında, 1 KByte'lık ROM, 64 Byte'lık RAM ve programlanabilir bir sayıcı bulunmaktadır. Sözü edilen çevre birimleri ile 6502 arasındaki ilişkileri "kontrol lojik" adlı bir ünite denetlemektedir. Bütün bu ünitelerin birbirleriyle olan bağlantıları, yani KIM bilgisayarının ayrıntılı blok şeması ŞEKİL-3 te görülebilir.

6530 içindeki ROM, fabrikada yapım sırasında programlanabilen türden olduğu için bu tümdevre ancak yapımçı firmaya çok sayıda ısmarlandığı zaman elde edilebilir. KIM bilgisayarının sistem programları işte bu iki tümdevre içinde bulunan ROM belleklere yazılmıştır ve bu programların kullanılmak durumunda oldukları bir kısım RAM bellek için de gene aynı tümdevrelerin içindeki RAM belleklerden yararlanılmıştır. ŞEKİL-3 te de görüleceği gibi iki ayrı 6530 tümdevresi, 6530-002 ve 6530-003 olarak numaralandırılmışlardır. Bunlardan 6530-002 içindeki ROM bellekte 1 KByte'lık sistem programları bulunmaktadır. Bu programlar KIM'in makine dilinde programlanmasını sağlamak üzere yazılmıştır, ve KIM orijinal hali ile yalnızca makine dilinde programlanabilir. Tabii ki, bir başka ROM eklenerek KIM'in BASIC dilinde programlanabilmesinin sağlanması yolu da açıktır. 6530-003 tümdevresinin ROM bölgesinde ise "audio interface" ile ilgili programlar yer almaktadır. Ancak bu tez çalışmasına başlandığında 6530-003 tümdevresinin yanık olduğu saptanmış ve bu tümdevre özel olarak imal edilmiş bir tümdevre olduğundan yerine sağlamı konulamamıştır. Böylece bu çalışmada 6530-003 ün olanaklarından yararlanmak söz konusu olamamıştır.



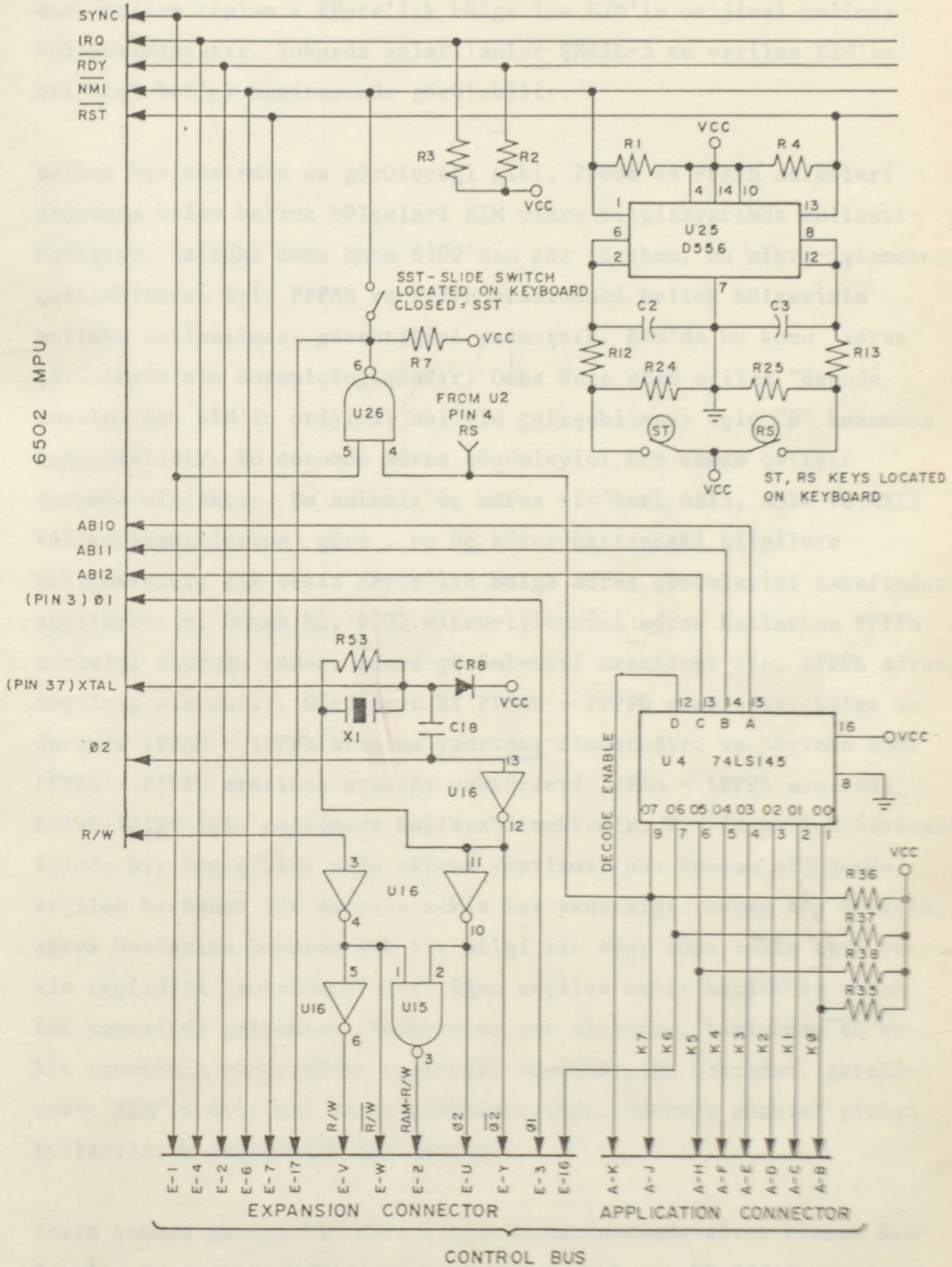
KIM Mikro-bilgisayarının Ayrıntılı Blok Şeması

ŞEKİL-3

Bu çalışmada KIM mikro-bilgisayarına ekler yapılarak özel amaçlı yeni bir mikro-bilgisayar oluşturulacağına göre, KIM'in adresleme yönteminin bilinmesi gerekmektedir. Adres çözümleyiciyi de içeren "kontrol lojik" ünitesinin şeması ŞEKİL-4 te verilmiştir. KIM'in adres çözümleyicisini ve oluşturulmuş olan bellek haritasını incelemeden önce PIA üniteleri ile ilgili bir açıklama yapmak yerinde olacaktır. Bazı mikro-işlemcilerin tersine, 6502 mikro-işlemcisinin çevresi ile ilişkilerini düzenleyecek giriş/çıkış komutları yoktur. Bunun sonucu olarak 6502 temelli sistemlerde giriş/çıkış üniteleri (PIA, ACIA gibi) bellek haritası içinde yer almak zorundadırlar ve tıpkı bir bellek gözü gibi kullanılırlar.

ŞEKİL-4 teki adres çözümleyici incelendiğinde, bu çözümleyiciye yalnızca AB10, AB11 ve AB12 adres hatlarının bağlandığı görülmektedir. Adres çözümleyicide AB13, AB14 ve AB15 adres hatları, yani en anlamlı üç adres bit'i hiç kullanılmamıştır. Kullanılmayan bu üç en anlamlı bit, 64 KByte olan bellek bölgesini sekizer KByte'lık sekiz parçaya böldüğüne göre, ilk bakışta yalnızca sekiz KByte'lık bir bellek bölgesinin kullanmaya açık olacağı görülmektedir. KIM üzerindeki adres çözümleyici bir tek tümdevreden oluşmaktadır. Bu tümdevre (74LS145) "4-line to 10-line Decoder" olarak kullanılmaktadır. Dört girişinden üçüne AB10, AB11 ve AB12 adresleri bağlanmış ve böylece bu adres hatlarında bulunan bilgiye göre sekiz birer KByte'lık bölgenin seçilmesi sağlanmıştır. Dördüncü giriş ise "decode enable" olarak kullanılmıştır. Adres çözümleyicinin birer KByte'lık sekiz bölgeden birini seçebilmesi için "decode enable" girişinin "0" lojik seviyesinde bulunması gerekir. Bu giriş "1" seviyesine getirildiğinde adres çözümleyici etkisiz hale getirilmiş olur.

Adres çözümleyicinin sekiz çıkışı K0 dan K7 ye kadar numaralanmıştır. K0 1 KByte'lık RAM bölgesinin (0000h - 03FFh), K5 1400h - 17FFh arasındaki bölgeye yerleştirilmiş olan her iki 6530 tümdevresindeki RAM ve programlanabilir sayıcıların, K6 6530-003 tümdevresindeki 1 KByte'lık ROM bölgesinin (1800h - 1BFFh), ve K7 de 6530-002 tümdevresindeki 1 KByte'lık ROM bölgesinin (1C00h - 1FFFh) seçilmesi



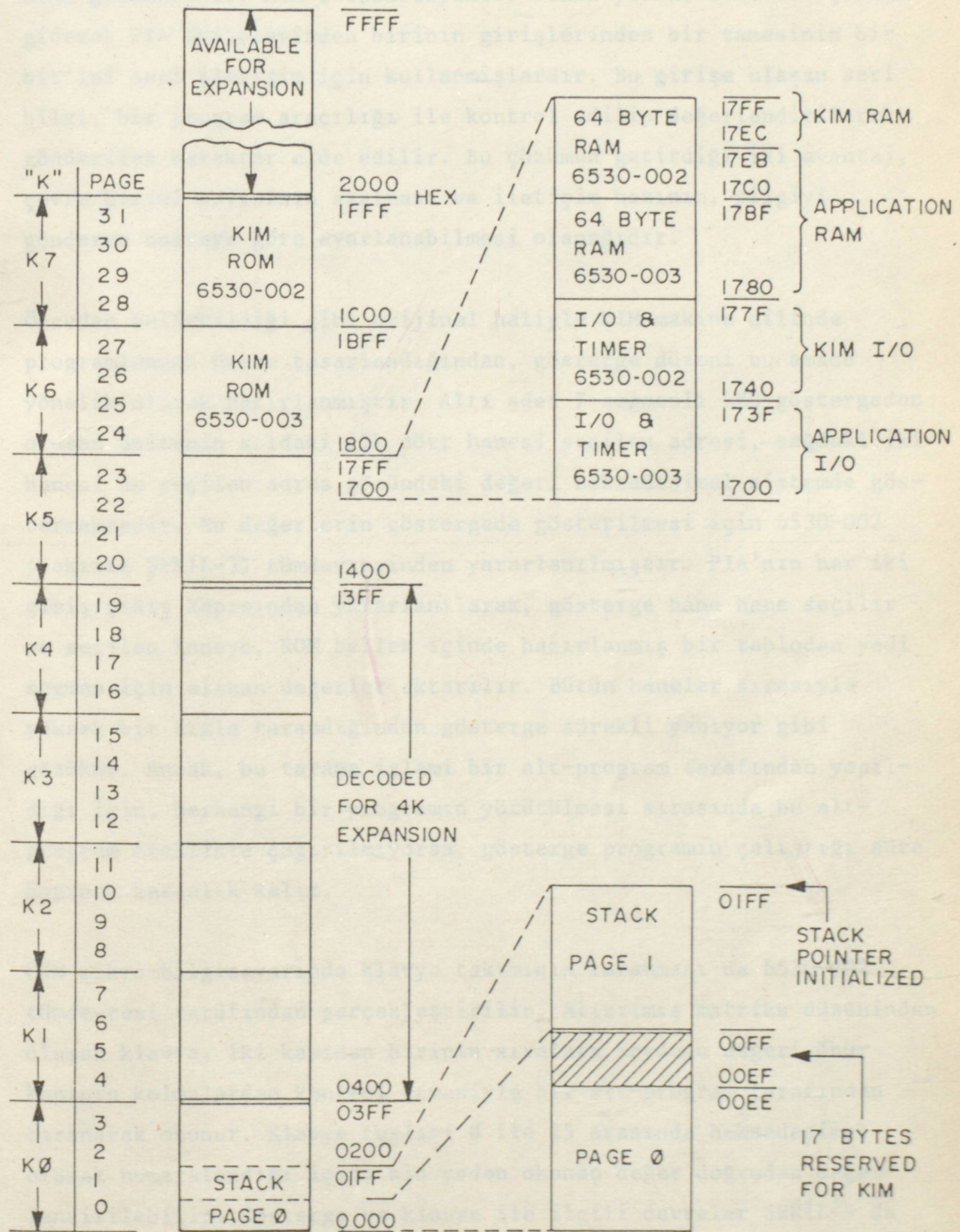
KIM "kontrol ünitesi"

ŞEKİL-4

için kullanılmıştır. K1, K2, K3 ve K4 çözümleyici çıkışları tarafından seçilen toplam 4 KByte'lık bölge ise KIM'in orijinal halinde kullanılmamıştır. Yukarıda anlatılanlar ŞEKİL-5 te verilen KIM'in orijinal bellek haritasında görülebilir.

Bellek haritasından da görüleceği gibi, 2000h ve FFFFh adresleri arasında kalan bellek bölgeleri KIM mikro-bilgisayarında kullanılmamıştır. Halbuki daha önce 6502'den söz ederken, bu mikro-işlemcinin çalışabilmesi için FFFAh ve FFFFh arasındaki bellek bölgesinin mutlaka kullanılması gerektiğini yazmıştık. KIM'de bu konu adres çözümleyicinin sorumluluğundadır. Daha önce sözü edilen "decode enable" ucu KIM'in orijinal haliyle çalışabilmesi için "0" konumuna bağlanmalıdır. Bu durumda adres çözümleyici her zaman çalışır durumda olacaktır. En anlamlı üç adres bit'leri AB15, AB14 ve AB13 kullanılmadıklarına göre, bu üç adres hattındaki bilgilere bakılmaksızın ilk sekiz KByte'lık bölge adres çözümleyici tarafından seçilecektir. Demek ki, 6502 mikro-işlemcisi adres hatlarına FFFFh adresini koyduğu zaman, adres çözümleyici aracılığı ile, 1FFFh adresi seçilmiş olacaktır. Görülüyor ki FFFAh - FFFFh arasındaki bölge bu durumda 1FFAh - 1FFFh arasına yansımış olmaktadır, ve böylece 6502 FFFAh - FFFFh arasında aradığı vektörleri 1FFAh - 1FFFh arasında bulabildiği için çalışmaya başlayabilmektedir. KIM'in bellek haritası içinde bir değişiklik yada ekleme yapılması söz konusu olduğunda, seçilen herhangi bir adresin sekiz kez yansıdığı, başka bir deyişle, adres hatlarına konulan tek bir bilgi ile aynı anda sekiz ayrı adresin seçildiği unutulmamalıdır. Eğer seçilen sekiz bellekten en az iki tanesinde gerçekten tümdevreler yer alıyorsa, bunlardan en az bir tanesinin zarar görme tehlikesi büyüktür. Bu bakımdan, gerekiyorsa KIM'in orijinal adres çözümlemesinde, "decode enable" girişi kullanılarak değişiklik yapılmalıdır.

Tezin konusu gereği KIM seri bilgi aktarılmasında alıcı olarak kullanılacağına göre, KIM'in üzerinde hazır bulunan RS-232-C standardındaki iletişimin nasıl sağlandığının bilinmesi yararlı olacaktır. KIM düzeninde, seri haberleşme için kullanılması alışıl gelmiş ACIA (Asynchronous Communication Interface Adapter) çevre birimi



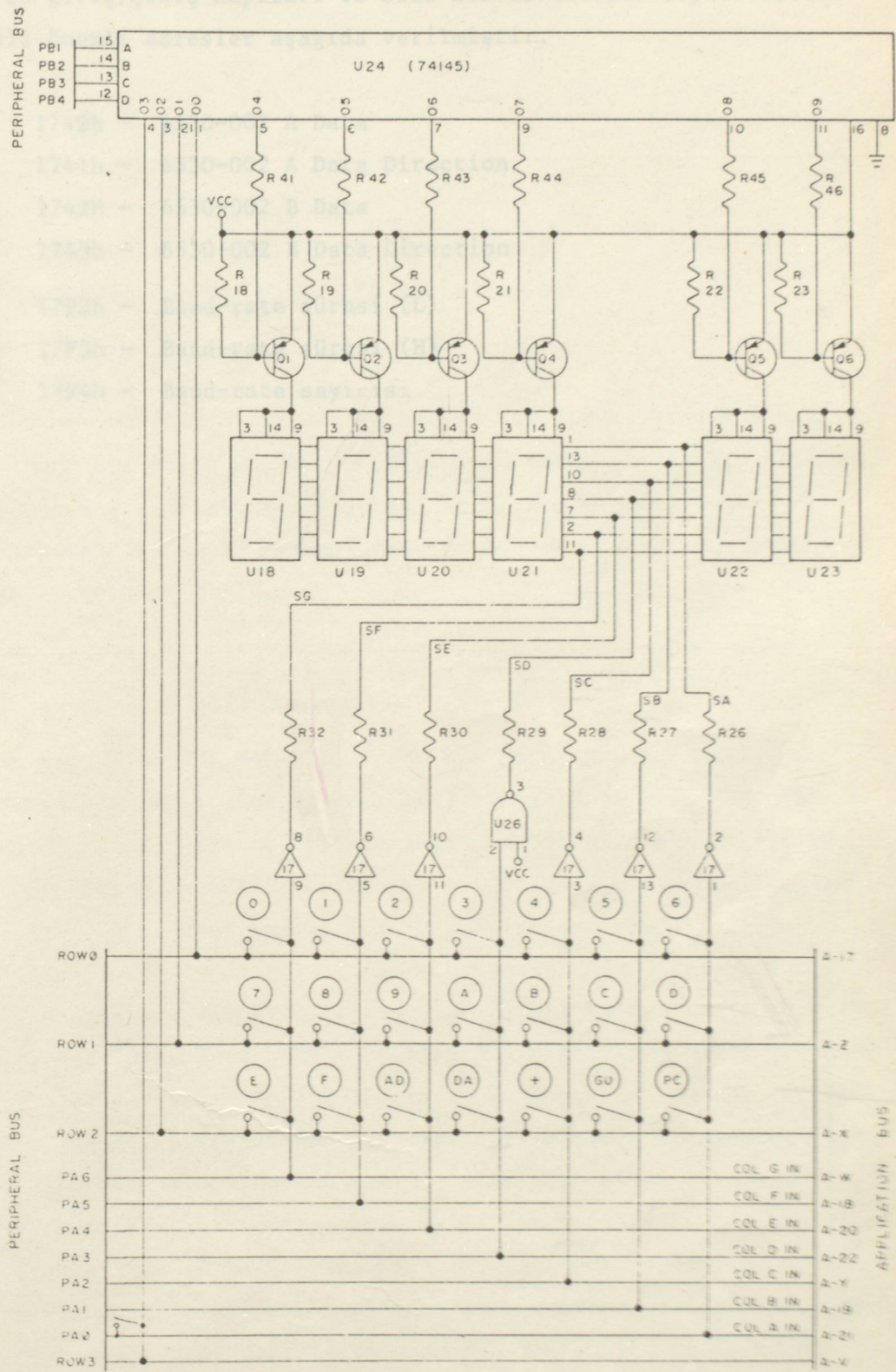
KIM'in Orjinal Bellek Haritası

ŞEKİL-5

tümdevresi bulunmamaktadır. Bir ACIA ünitesinin kullanılması seri iletimin bir bakıma hardware aracılığı ile gerçekleştirilmesi anlamına gelmektedir. KIM'i tasarlayanlar bunun yerine software çözüme giderek PIA ünitelerinden birinin girişlerinden bir tanesinin bir bit'ini seri iletişim için kullanmışlardır. Bu girişe ulaşan seri bilgi, bir program aracılığı ile kontrol edilip değerlendirilerek gönderilen karakter elde edilir. Bu çözümün getirdiği iki avantaj, çevre birimi sayısının azalması ve iletişim hızının, bilgiyi gönderen üniteye göre ayarlanabilmesi olanağıdır.

Önceden belirtildiği gibi orijinal haliyle KIM makine dilinde programlanmak üzere tasarlandığından, gösterge düzeni bu amaca yönelik olarak hazırlanmıştır. Altı adet 7-segmanlı LED göstergeden oluşan ünitenin soldaki ilk dört hanesi seçilen adresi, sağdaki iki hanesi de seçilen adres gözündeki değeri heksadesimal sistemde göstermektedir. Bu değerlerin göstergede gösterilmesi için 6530-002 (bakınız ŞEKİL-3) tümdevresinden yararlanılmıştır. PIA'nın her iki giriş/çıkış kapısından yararlanılarak, gösterge hane hane seçilir ve seçilen haneye, ROM bellek içinde hazırlanmış bir tablodan yedi segman için alınan değerler aktarılır. Bütün haneler sırasıyla yüksek bir hızla tarandığından gösterge sürekli yanıyor gibi gözükür. Ancak, bu tarama işlemi bir alt-program tarafından yapıldığı için, herhangi bir programın yürütülmesi sırasında bu alt-program özellikle çağırılmıyorsa, gösterge programın çalıştığı süre boyunca karanlık kalır.

KIM mikro-bilgisayarında klavye takımının taranması da 6530-002 tümdevresi tarafından gerçekleştirilir. Alışılmış matriks düzeninden oluşan klavye, iki kapıdan birinin sıralara koyduğu değeri öbür kapının kolonlardan kontrol etmesiyle bir alt-program tarafından taranarak okunur. Klavye tuşları 0 ile 15 arasında heksadesimal olarak numaralandığı için, klavyeden okunan değer doğrudan değerlendirilebilir. Gösterge ve klavye ile ilgili devreler ŞEKİL-6 da verilmiştir.



KIM'in Gösterge ve Klavye Üniteleri Şeması

ŞEKİL-6

KIM'in giriş/çıkış kapıları ve 6530-002 de bulunan sayıcılar ile ilgili önemli adresler aşağıda verilmiştir.

- 1740h - 6530-002 A Data
- 1741h - 6530-002 A Data Direction
- 1742h - 6530-002 B Data
- 1743h - 6530-002 B Data Direction
- 17F2h - Baud-rate süresi (L)
- 17F3h - Baud-rate süresi (H)
- 17F4h - Baud-rate sayıcısı

V. RS232C-DAC-BİRİMİNİN OLUŞTURULMASI (KİM BİLGİSAYARININ GELİŞTİRİLMESİ)

Önceki bölümde KİM bilgisayarının orijinal durumu kısaca tanıtıldı. Kurulması düşünülen RS232C-DAC-BİRİMİNİN gerekleri KİM'in orijinal durumu ile yerine getirilemeyeceği için, KİM'e amaca uygun bazı eklemelerin yapılması gerekmiştir. Bu bölümde söz konusu eklemeler ele alınacaktır.

V.1. Software Geliştirme

Tasarlanacak RS232C-DAC-BİRİMİNİN, bir bilgisayardan RS-232-C standardında bilgi alması, bu bilgileri bir depo belleğinde biriktirmesi, zamanı gelince depo belleğinden birikmiş olan verileri tek tek alarak analog X-Y çiziciye aktarılmaya uygun bir biçime getirmesi ve nihayet bu verileri DAC üniteleri aracılığı ile analog X-Y çiziciye aktarması gerekmektedir. KİM üzerinde hazır bulunan programların bu işlerin yapılmasında kullanılması söz konusu değildir. Ancak KİM'in sistem programlarında hazır bulunan ve işimize yarayacak üç alt-programın kullanılması mümkün olacaktır. Bunlar, RS-232-C girişinden bir karakterlik bilgi alınmasını sağlayan GETCH adlı alt-program, klavye takımından bilgi alınmasını sağlayan GETKEY adlı alt-program ve KİM'in üzerindeki PIA'nın ilk-koşullandırılmasını sağlayan INITS adlı alt-programdır. Bu üç küçük alt-program dışındaki bütün programların tamamen yeniden tasarlanması gerekmektedir. Çalışmanın software ile ilgili kısmı ve yazılan programların listeleri BÖLÜM VII de verilecektir.

V.2. RS232C-DAC-BİRİMİ İçin Gerekli Hardware Ekler

RS232C-DAC-BİRİMİNİN oluşturulabilmesi için gerekli olan eklemeleri, RS232C-DAC-BİRİMİNDEN beklenen işlevleri gözden geçirerek çıkartmak mümkündür. İlk akla gelen, biraz önce de sözü edildiği gibi, RS232C-DAC-BİRİMİNİN çalışmasını sağlayacak olan programlardır. RS232C-DAC-BİRİMİ her açıldığında çalışmaya hazır durumda olması gerektiği için söz konusu programların bir EPROM içinde bulunması gerekecektir. Demek ki yazılacak programları içine alabilecek bellek kapasitesine sahip bir EPROM tümdevresinin seçilmesi gerekecektir.

Bilgisayar tarafından RS232C-DAC-BİRİMİNE gönderilecek bilgilerin bir depo belleğinden biriktirilmesi söz konusu olduğuna göre ve ayrıca RS232C-DAC-BİRİMİNİN aldığı bilgileri analog X-Y çiziciye aktarmadan önce sağlıklı bir çizimin gerçekleştirilebilmesi için yapacağı hesaplar için de yer gerektiğine göre, KİM'e makul ölçülerde RAM bellek eklemek gerekecektir.

Analog X-Y çiziciye üç bilgi göndermek gerekmektedir. Bunlar X ve Y analog işaretleriyle, kalemin durumunu belirleyecek olan lojik karakterli işarettir. Ayrıca RS232C-DAC-BİRİMİ, depo belleği dolduğu zaman bilgisayarın bilgi göndermesini de önleyebilmelidir. Bunun için de bilgisayara da lojik bir işaret gönderilmesi gerekmektedir. İşte bütün bu işaretlerin RS232C-DAC-BİRİMİNDEN çevresine iletilebilmesi için de PIA ünitesine gerek vardır.

Böylece yapılması gereken hardware eklemelerin kapsamı ortaya çıkmıştır. KİM bilgisayarına EPROM, PIA ve RAM eklenmesi gerekmektedir. Bunun için KİM'in üzerinde hazır bulunan adres çözümleme devresine ek olarak bir adres çözümleyici daha yapılmalıdır ve bu iki adres çözümleyici devrenin birbirleriyle ilişki içinde bulunmaları gerekmektedir ki, ikisi aynı anda görev yaparak "data bus"a bağlı bazı tümdevrelerin zarar görmesine neden olmasınlar. Bundan sonra, yapılacak hardware eklemelerden her birinin boyutlarına karar verilmesi gerekmektedir.

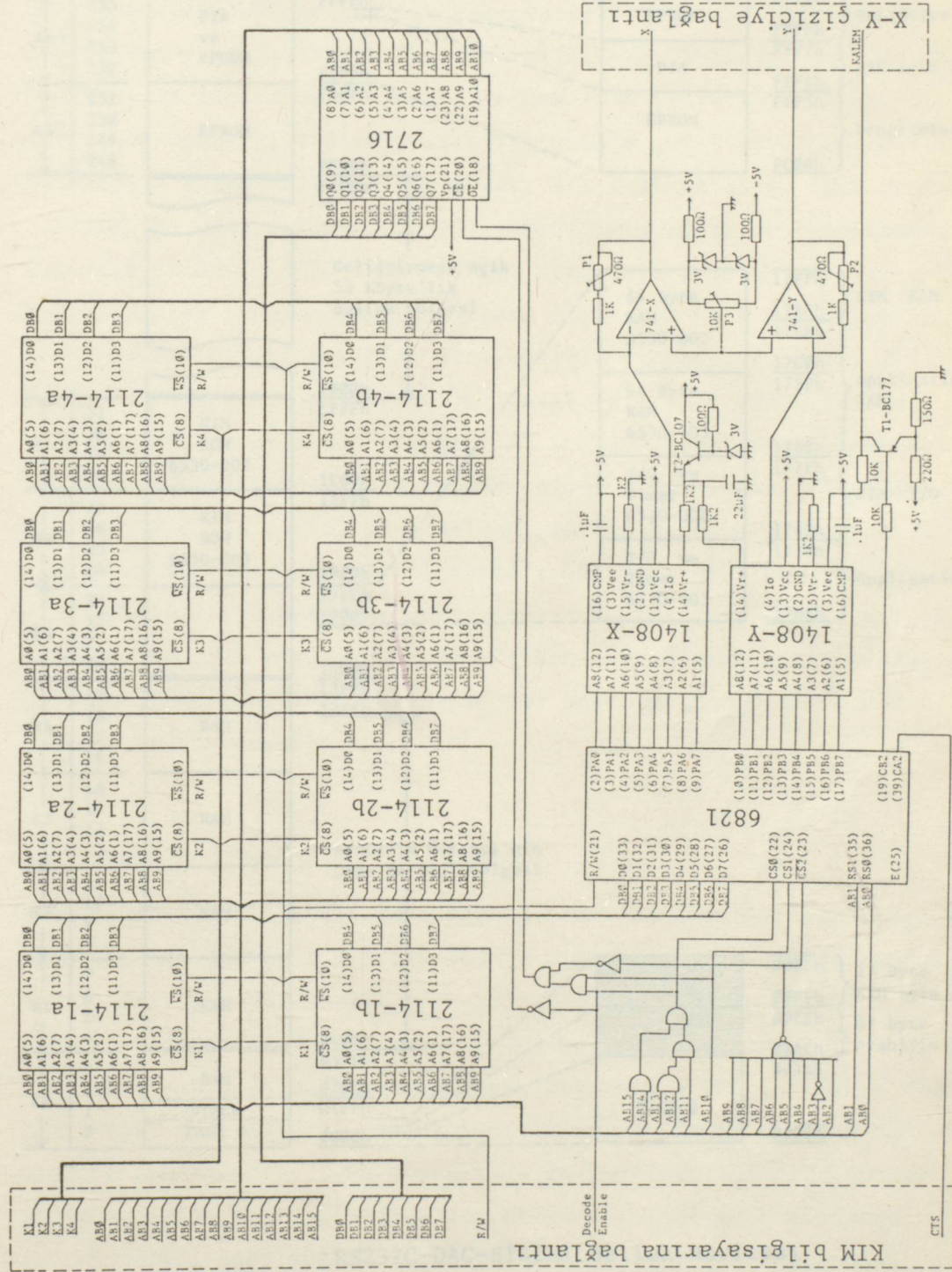
V.3. Hardware Eklerin Sisteme Yerleştirilmesi

Yapılan ön çalışmalarda, RS232C-DAC-BİRİMİNİN yapması gereken bütün işlerin gerçekleştirilmesini sağlamak üzere yazılacak programların rahatlıkla 2 KByte'lık bir EPROM içine sığacağı saptanmıştır. Bu nedenle EPROM olarak, kullanımı yaygın olan 2716 tümdevresinin kullanılmasına karar verilmiştir. Söz konusu EPROM KİM'in bellek haritasına yerleştirilirken, en uygun bölgenin F800h - FFFFh olduğu anlaşılmıştır. Çünkü bu seçimle, yeniden tanımlanması gereken RST ve IRQ vektörleri gerçek yerlerine yerleştirilmiş olacağından, orijinal sistemde olduğu gibi yansımış bellek gözlerinden yararlanmak biçiminde dolaylı bir yol seçilmeyecektir.

Gene yapılan ön araştırmalar sonucunda, analog işaretlerin temelini oluşturacak sayıların sekiz bit'lik iki-tabanlı sayılardan oluşması, çizimde istenen dakikliği sağlaması bakımından yeterli bulunmuştur. Sekiz bit 1/256 lık bir dakikliğe karşılık gelmektedir. Sekiz bit'lik büyüklüğe çizim alanında 256 milimetrenin karşılık geldiğini düşünürsek, bu bize 1 milimetrelik çizim dakikliği sağlamaktadır. Kalem oluşturduğu çizgi kalınlığının yarım milimetreye yakın olması, 1 milimetrelik dakikliğin şimdilik yeterli olacağını göstermektedir. Bu saptamaya göre iki adet sekizer bit'lik çıkış kapısı gerektiğine göre, PIA ünitesi olarak bir adet 6821 tümdevresi kullanılması yeterli olacaktır. 6821 tümdevresi için bellek bölgesinde yalnızca dört byte'lık bir alana gerek vardır. Bu dört byte'lık bölge için, büyük bir alanın kullanılması adres çözümleme tekniği açısından belki kolaylık getirecektir, fakat bellek kullanma açısından savurganlık olacaktır. Bundan ötürü bu çalışmada, PIA'nın yerleştirilmesinde alışılmışın dışında bir yol izlenmiştir. EPROM tümdevresinin yerleştirilmiş olduğu bölge içindeki FFF4h - FFF7h arasında kalan dört byte PIA için kullanılmıştır. EPROM ve PIA tümdevrelerinin bellek haritasında yerleştikleri yerler çakıştığına göre, tasarlanan adres çözümleyicinin bu iki tümdevrenin aynı anda seçilmelerine olanak tanınamasına özen göstermek gerekecektir; aksi halde iki tümdevreden en az birinin zarar göreceğini daha önceden de belirtmiştik. Bu durumda EPROM F800h - FFF3h ve FFF8h - FFFFh aralarındaki bölgelere, PIA ise FFF4h - FFF7h arasındaki bölgeye yerleştirilmiş olmaktadır.

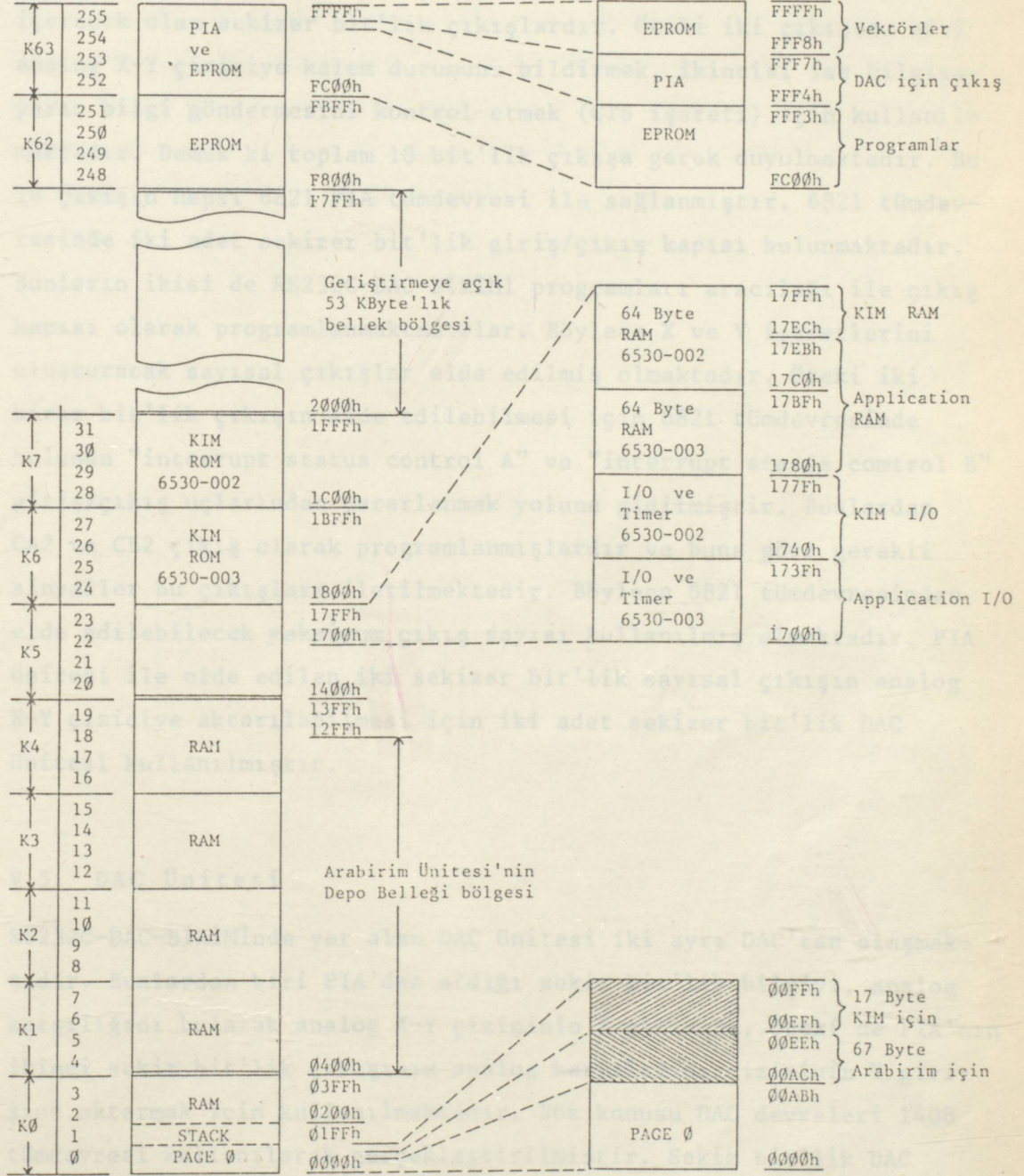
Depo belleği için kullanılmak üzere eklenmesi düşünölen RAM belleğin büyüklüğüne karar verebilmek için elimizde yeterli veri yoktur. Bu tür aygıtlardaki depo belleği büyüklükleri çok farklılıklar göstermektedir. KİM üzerindeki adres çözümleyici tarafından seçilmiş, ancak hiçbir tümdevre yerleştirilmemiş olan 0400h - 13FFh arasındaki bellek bölgesi, eklenmesi düşünölen RAM için ideal bir yer oluşturmaktadır, çünkü gerekli olan "chip select" işaretleri KİM tarafından zaten üretilmektedir. Bu bölge 4 KByte'lık bir bölgedir. Bilgisayar tarafından RS232C-DAC-BİRİMİne her bir nokta ile ilgili olarak üç büyüklük gönderilmektedir. Bunlar X ve Y koordinatlarının sayısal değerleri ile, bu noktaya çizicinin hangi kalem durumu ile (çizerek veya çizmeden) gideceğini bildiren karakterdir. Sekiz bit'lik dakiklik istendiğine göre her bir X yada Y değeri sekiz bit'lik, yani bir byte'lık yer tutacaktır. Kalem durumunun belirlenmesi için gerçi bir bit'lik bilgi yeterli olacaktır, ama 6502 mikro-işlemcisi sekiz bit'lik büyüklükler üzerinde işlem yaptığına göre, kalem durumu da gene sekiz bit'lik, yani bir byte'lık bir paket içinde saklanacaktır. Demek ki her bir nokta için depo belleğinde üç byte'lık yere gerek vardır. 4 KByte'lık RAM eklendiğindegöre, 1365 (4096/3) noktalık bir depo belleği elde edilmesi mümkün olacaktır. Programlama kolaylıkları açısından depo belleği 1280 noktalık olarak tasarlanmıştır ve yeterli olacağı düşünölmüştür. Ancak tabii ki yapılan RAM eklemesi gene dört KByte'lık olacaktır. RAM bellek olarak 2114 tümdevresinin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu tümdevre 1024x4 bit'lik bir organizasyon sunduğu için, bir Kbyte'lık RAM elde edilmesi için iki 2114 tümdevresinin paralel olarak bağlanması gerekmektedir.

Böylece KİM mikro-bilgisayarına yapılması gereken hardware eklemeler bütün ayrıntıları ile ortaya çıkmış olmaktadır. KİM'e yapılan bu eklemelerin şeması ŞEKİL-7 de verilmiştir. ŞEKİL-7 de verilen devrenin KİM'e bağlanmasıyla ŞEKİL-5 te verilen KİM'in orijinal bellek haritası da değişmiş olmaktadır. Yapılan ekleden sonra ortaya çıkan RS232C-DAC-BİRİMİNİN bellek haritası ŞEKİL-8 de verilmiştir. ŞEKİL-7 de kullanılan tümdevrelerin "data sheet"leri EK-B de sunulmuştur.



RS232C-DAC-BİRİMİ Ek Devreleri

ŞEKİL-7



RS232C-DAC-BİRİMİ Bellek Haritası

V.4. RS232C-DAC-BİRİMİNDE 6821 Tümdevresinin Kullanımı

Daha önce de sözü edildiği gibi, RS232C-DAC-BİRİMİNİN dört ayrı çıkışa gereksinimi vardır. Bunlardan iki tanesi X ve Y değerlerini içerecek olan sekizer bit'lik çıkışlardır. Öteki iki çıkıştan biri analog X-Y çiziciye kalem durumunu bildirmek, ikincisi ise bilgisayarın bilgi göndermesini kontrol etmek (CTS işareti) için kullanılmaktadır. Demek ki toplam 18 bit'lik çıkışa gerek duyulmaktadır. Bu 18 çıkışın hepsi 6821 PIA tümdevresi ile sağlanmıştır. 6821 tümdevresinde iki adet sekizer bit'lik giriş/çıkış kapısı bulunmaktadır. Bunların ikisi de RS232C-DAC-BİRİMİ programları aracılığı ile çıkış kapısı olarak programlanmaktadır. Böylece X ve Y işaretlerini oluşturacak sayısal çıkışlar elde edilmiş olmaktadır. Öteki iki birer bit'lik çıkışın elde edilebilmesi için 6821 tümdevresinde bulunan "interrupt status control A" ve "interrupt status control B" giriş/çıkış uçlarından yararlanmak yoluna gidilmiştir. Bunlardan CA2 ve CB2 çıkış olarak programlanmışlardır ve buna göre gerekli sinyaller bu çıkışlara iletilmektedir. Böylece 6821 tümdevresinden elde edilebilecek maksimum çıkış sayısı kullanılmış olmaktadır. PIA ünitesi ile elde edilen iki sekizer bit'lik sayısal çıkışın analog X-Y çiziciye aktarılabilmesi için iki adet sekizer bit'lik DAC ünitesi kullanılmıştır.

V.5. DAC Ünitesi

RS232C-DAC-BİRİMİNDE yer alan DAC ünitesi iki ayrı DAC'tan oluşmaktadır. Bunlardan biri PIA'dan aldığı sekiz bit'lik bilgiyi, analog karşılığını bularak analog X-Y çizicinin X girişine, öteki de PIA'nın ikinci sekiz bit'lik çıkışının analog karşılığını çizicinin Y girişine aktarmak için kullanılmaktadır. Söz konusu DAC devreleri 1408 tümdevresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sekiz bit'lik DAC olan bu tümdevrenin "data sheet"i de EK-B de verilmiştir. Tümdevrelerden çizicinin X girişine işaret vereni 1408-X, Y girişine işaret vereni ise 1408-Y olarak gösterilmiştir. DAC ünitesinin tasarımı yapılırken, besleme geriliminde olabilecek gerilim değişimlerinden etkilenmemesine özen gösterilmiş ve tümdevrelerin referans

gerilimleri, transistörlü ve zener diyotlu basit bir devre ile stabilize edilmiştir. Ayrıca çıkış gerilimi üzerinde iki ayar yapma olanağı sağlanmıştır. Ayar trimpotlarından P3 ile sayısal girişin sıfır olduğu durumdaki çıkış gerilimini ayarlamak, istenirse 0 volt olmasını sağlamak mümkündür. P1 ve P2 trimpotları ile de X ve Y çıkış katlarının kazançları değiştirilerek, maksimum çıkış gerilimi belirli sınırlar içinde ayarlanabilmektedir. DAC ünitesi daha önce verilmiş olan ŞEKİL-7 de görülebilir.

VI. ANALOG X-Y ÇİZİCİ

RS232C-DAC-BİRİMİNİN kontrol edeceği analog X-Y çizici olarak EAI 1130 VARI PLOTTER seçilmiştir. Bu çizici, tez konusunun amacı doğrultusunda oldukça basit bir çizicidir. RS232C-DAC-BİRİMİ bu analog X-Y çizici ile çalıştıktan sonra, bundan daha iyi olanlarla çalışması güvence altında olacaktır. RS232C-DAC-BİRİMİNE bağlanması düşünülen bu analog X-Y çizicinin özelliklerini kısaca gözden geçirmekte yarar vardır.

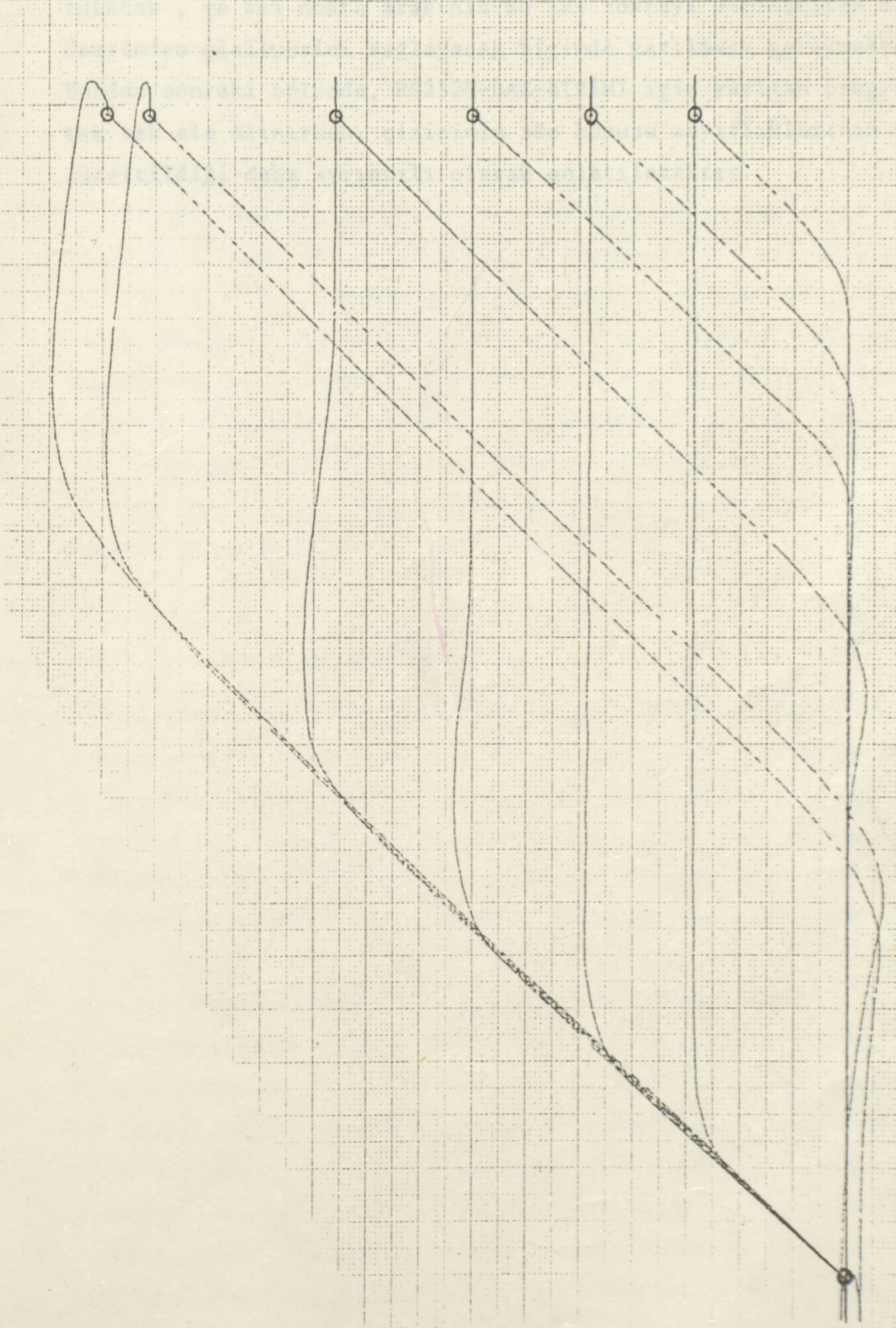
Alışıldığı gibi, EAI 1130 un X ve Y işaretlerinin girilmesini sağlayan iki analog girişi ve ayrıca çizici kalemin aşağıda yada yukarıda olmasını kontrol eden sayısal karakterli bir girişi vardır. Kalem kontrolü ile ilgili giriş iki gerilim seviyesi ile görevini yaptığı için sayısal giriş niteliğindedir, ancak TTL seviyesinde değildir; bu girişe ya 0 voltluk yada -5 voltluk bir gerilim uygulanması gerekir. 0 volt kalemin aşağı inmesini, -5 volt ise kalemin yukarı kalkmasını sağlar. TTL seviyesindeki işaretten söz konusu gerilimlerin elde edilmesi bir transistör aracılığı ile gerçekleştirilmiştir (ŞEKİL-7).

EAI 1130 da kalemin X ve Y yönlerindeki hareketleri iki servo motor tarafından kontrol edilmektedir. El kitabında çizim alanı, X yönünde 36 cm, Y yönünde ise 25 cm olarak verilmiştir ve yapılan ölçmeler bu verileri doğrulamıştır. X ve Y yönlerinde kalemin ulaştığı hız ise el kitabında 50 cm/s olarak verilmiştir; ancak laboratuvarında yapılan ölçmelerde bu hız 42 cm/s olarak saptanmıştır. X ve Y giriş hassasiyeti aygıt üzerindeki komütatörler ile .5 mV/inch ile 20 V/inch arasında 18 kademe seçilebilmektedir. RS232C-DAC-BİRİMİNİN çıkış gerilimleri sınırlı bir alan içinde ayarlanabildiği için, çizici üzerindeki bu komütatörler aracılığı ile yapılacak çizimin gerçek boyutları ayarlanabilir.

EAI 1130 içerisinde herhangi bir lojik yada analog kontrol yoktur, yani girişlerine uygulanan işaretler, servo motorlara uygulanabilecek bir biçimde işlenip doğrudan servo motorlara uygulanırlar ve kalem böylece hareket eder. Kalemi hareket ettiren kollar üzerinde bulunan potansiyometrelerden alınan gerilim seviyesine göre kalemin istenen yere gelip gelmediği kontrol edilir. Kalemin, gitmesi istenen yere göreli olarak anlık yerini belirleyerek hareket hızını ve yönünü buna göre belirleyen bir kontrol söz konusu değildir. Bunun sonucu olarak, çizicinin çizim alanına göreli olarak, uzun ve ani hareketlerden oluşan bir işaretler dizisinde, kalem servo motorların ataleti nedeniyle elektriksel işaretlerin karşılığı olan hareketleri yapamamakta, gidilmesi istenen noktayı geçtikten sonra geri dönmek durumunda kalmaktadır. Ayrıca, çizicide vektörsel çizimi sağlayacak kontroller da bulunmadığı için, X ve Y girişlerine ani uygulanan gerilimler birbirinden farklı olursa, yani bulunulan nokta ile gidilecek noktayı bağlayan doğru parçası yatay ile 45 derecelik bir açı yapmıyorsa, söz konusu iki nokta arasında çizilen çizgi doğru parçası olmamaktadır. Yukarda sözü edilen her iki durumun getirdiği sakıncalar ŞEKİL-9 da açık bir biçimde görülmektedir. ŞEKİL-9 da verilen çizimler EAI 1130 un X ve Y girişlerine basamak fonksiyonu uygulanmasıyla elde edilmiştir.

Çizicide saptanan bu kusurlar, bilgisayardan alınan noktalara ait koordinatların, RS232C-DAC-BİRİMİ tarafından doğrudan ve anında X-Y çiziciye aktarılması yolunu kapamaktadır. Çünkü, RS232C-DAC-BİRİMİne tek tek noktalar verilecektir ve bu noktalar sayısal yöntemler ile saklanacaktır. Dolayısıyla noktaların çiziciye aktarılması sırasında, çiziciye gönderilen analog işaretler, DAC'ın getirdiği özellik te eklenince, zorunlu olarak ani değişimler gösteren bir analog sinyal olacaktır. Ayrıca geometrik çizimlerin yapılması amacıyla da kullanılması düşünülen RS232C-DAC-BİRİMİne bilgisayar tarafından çizimin köşe noktalarını oluşturacak ve birbirinden uzak olacak koordinat değerlerinin aktarılması da söz konusu olduğuna göre, herhangi bir önlem alınmadığı takdirde çizim kalitesi önemli ölçüde bozulacak, hatta bazı durumlarda istenen ile hiçbir ilgisi olmayan şekillerin çizilmesi bile söz konusu olabilecektir.

Yukarıda belirtilen vakıfın giderilmesi için RS232C-DAC-BİRİMİNİ programları, çizim
sonucuna kalmaktadır. RS232C-DAC-BİRİMİNİ programları, çizim
sonucuna kalmaktadır. RS232C-DAC-BİRİMİNİ programları, çizim



X-Y Çizicinin Çizim Karakteristikleri

ŞEKİL-9

Yukarda sözü edilen sakıncaların giderilmesi RS232C-DAC-BİRİMİNİN sorumluluğuna kalmaktadır. RS232C-DAC-BİRİMİNİN programları, çizim hızını, çizicinin ataletinin zararlı olamayacağı bir düzeyde tutacak , ve iki nokta arasının bu iki noktayı birleştiren doğru üzerinden çizilmesini sağlayacak biçimde yazılması gerekmektedir. Bundan sonraki bölümde, RS232C-DAC-BİRİMİ için yazılan programlar tek tek ele alınırken, çizicinin söz konusu zayıflıklarının nasıl düzeltildiği daha ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

Bu bölümde, yazılan programların istenilenleri gerçekleştirmesini sağlayan ve 6302 mikro-işlemcisinin komutları ile yazılan programlar verilmiştir. Yazılan programların listesi verildikten sonra, programın ne amaçla ve hangi kriterlere göre yazıldığına kısaca açıklama yer olacaktır. Program listeleri, kolay anlaşılabilirliği ve kolay öğrenilebilirliği amacı ile "assembly"ler ile, yani assembly dilinde verilmiştir. Bu bakımdan, program listelerinin elde edilmesinde kullanılan "disassembly"nin yazılan kurallarına tanıtılması yerinde olacaktır.

Fig.1. Assembly Kuralları

Bu bölümde yazılmadan önce, 6302 mikro-işlemci temelli olan ve makine dilinde programlanması mümkün olan "DMIO - Superboard" bilgisayar için, makine dilinde program yazılmasına kolaylaştırmak amacıyla bir "assembly/disassembly" programı yazılmıştır. Bu programın temel bir kurama oluşturan programların çoğu da "assembly/disassembly" programı aracılığı ile geliştirilmiştir.

Bu bölümde açıkladığı gibi 6302 mikro-işlemcisi 13 değişik adrese yazılabilir. Memoriler ise tek başlarına 128 baytın üstünden hangi adrese yazılacağı ile kullandıkları bellekleri. Adreslere yazılmasını belirtmek için makine dilinde yazılan, " " komutu ile ilgili "operand" yazılarak belirli bir adrese yazılacağı gerekir. 6302 mikro-işlemci için yazılan bütün "assembly/disassembly" programlarında yazılan kuralları birbirine çok benzerlikte birlikte olan belli belirsiz bulunabilmektedir. Bu nedenle bu bölümde yazılan olan "assembly/disassembly" programının yazılan kuralları

VII. RS232C-DAC-BİRİMİ İŞLETİM PROGRAMLARI

Bu bölümde, tasarlanan arabirimin istenenleri gerçekleştirmesini sağlayan ve 6502 mikro-işlemcisinin komutları ile yazılmış programlar verilecektir. Yazılan programların listesi verilmeden önce, programın ne amaçla ve hangi kriterlere göre yazıldığına kısaca bir açıklaması yer alacaktır. Program listeleri, kolay anlaşılabilir ve kolay izlenebilir amacı ile "mnemonic"ler ile, yani assembler formunda verilecektir. Bu bakımdan, program listelerinin elde edilmesinde kullanılan "disassembler"ın yazılım kurallarının tanıtılması yerinde olacaktır.

VII.1. Assembler Kullanımı

Bu çalışmaya başlamadan önce, 6502 mikro-işlemci temelli olan ve makine dilinde programlanması mümkün olan "OHIO - Superboard" bilgisayarını için, makine dilinde program yazılmasını kolaylaştırmak amacıyla bir "assembler/disassembler" programı yazılmıştır. Bu çalışmanın önemli bir kısmını oluşturan programların çoğu bu "assembler/disassembler" programı aracılığı ile geliştirilmiştir.

Daha önceden açıklandığı gibi 6502 mikro-işlemcisinde 13 değişik adresleme yöntemi vardır. Mnemonicler ise tek başlarına söz konusu komutun hangi adresleme yöntemi ile kullanıldığını belirtmezler. Adresleme yönteminin belirtilmesi için mnemonic ifadenin yanına, o komut ile ilgili "operand" yazılarak belirli bir notasyon eklenmesi gerekir. 6502 mikro-işlemcisi için yapılan bütün "assembler/disassembler" programlarında yazılım kuralları birbirine çok benzemekle birlikte ufak bazı farklar bulunabilmektedir. Bu çalışma öncesinde yazılmış olan "assembler/disassembler" programının yazılım kuralları

da programın yazıldığı OHIO bilgisayarının özelliklerine göre belirlenmiştir. Bu yazılım kuralları TABLO-3 te verilmiştir. Gelişmiş "assembler/disassembler" programlarından alışlagelen "etiket" özelliği bu çalışmada kullanılan programda yoktur.

Adresleme Yöntemi	"Assembler" Yazılımı
Implied	MMM
Accumulator	MMM A
Zero-page	MMM HH
Immediate	MMM #HH
Absolute	MMM HHHH
Indexed zero-page (X)	MMM HH.X
Indexed zero-page (Y)	MMM HH.Y
Indexed absolute (X)	MMM HHHH.X
Indexed absolute (Y)	MMM HHHH.Y
Indexed indirect	MMM (HH.X)
Indirect indexed	MMM (HH).Y
Indirect	MMM (HHHH)
Relative	MMM HHHH R

"M" Mnemonic karakter anlamında
 "H" heksadesimal rakkam anlamında kullanılmıştır

Assembler Yazılımı

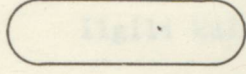
TABLO-3

VII.2. Akış Diyagramı

RS232C-DAC-BİRİMİ için yazılmış programların tek tek incelenip listelerinin verilmesine geçmeden önce, yazılan programların birbirleriyle ilişkileri ve çalışmanın yazılım kısmının genel görünüşü ile ilgili bir görüş sağlayabilmek için, bütün programları içeren bir akış diyagramı vermek yararlı olacaktır. Verilecek akış diyagramının anlaşılmasında bir kuşku bırakmamak için ŞEKİL-10 da kullanılan sembollerin anlamları verilmiştir. RS232C-DAC-BİRİMİNİN programları ile ilgili akış diyagramı, iki kısım halinde, (tasarlanan arabirimin amaçları doğrultusunda çok gelişmiş yeni bir sayısal yazıcı/çizici aracılığı ile elde edilerek), ŞEKİL-11 de verilmiştir. Dar bir alan içine sığdırılmak için akış diyagramında bazı kısaltmalar kullanılmıştır. Bu kısaltmalar da TABLO-4 te verilmiştir.

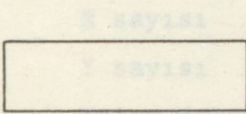
38b: X-Y çifti için kontrol belleği. Bu bellekte, X ve Y değerlerinin aynı olup olmadığını kontrol eder. Eğer X ve Y aynıysa, bellekteki değeri X olarak alır. (38b)

39: Kalem duruşu belleği. Bu bellekte, kalem konumu X-Y çifti ile ilgili olarak saklanır. (39)



Program başlangıcı yada sonu

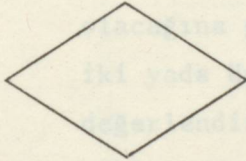
40: Depo belleği. Noktaların koordinatlarının ve kalem durumlarının saklandığı bellek bölgesidir.



Belirli bir işlemin yapılmasını sağlayan komutlar dizisi

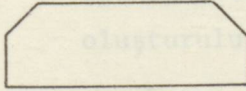
41: Depo belleği sayıcısı. Bu bellekte, depo belleğine yerleştirilen nokta adedi saklanır. (41)

42: Hane sayıcı belleği. Gönderilen sayı .001 ile .255 arasında değişir. Buna göre, alımlı bilgisayar çıkışı bu sayı için bir, iki yada üç hane olarak saklanır. (42)



Karşılaştırma ve sonucuna göre dallanma

43: Giriş belleği. RS-232-C hattından alınan karakter eğer rakam ise bu belleğe aktarılarak gönderilen sayı bu bellekte saklanır. (43)



Alt-program

44: Depo belleğinden X-Y girişine aktarılan noktaların sayıcısı. (44)

45: X değerlerinin rüsvetlerinin işaretlerinin saklandığı bellek. (45)

46: Y değerlerinin rüsvetlerinin işaretlerinin saklandığı bellek. (46)

Akış Diyagramı Sembolleri

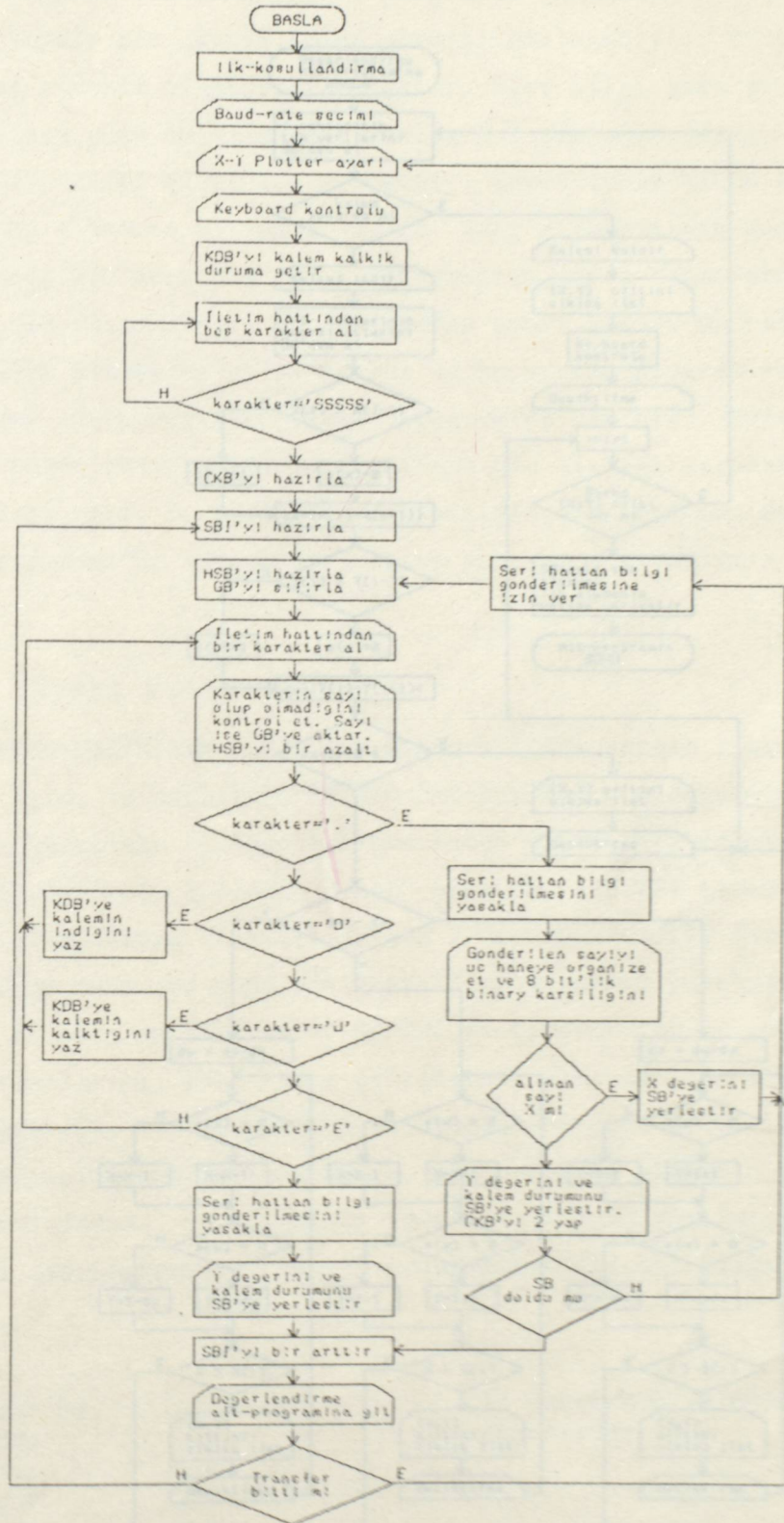
ŞEKİL-10

Akış Diyagramındaki Sembollerin Açıklamaları

TABLO-4

- CKB: X-Y çifti için kontrol belleği. Peşi sıra gönderilen sayılardan hangisinin X hangisinin Y olduğunun saptanması için kullanılır. İlk gönderilen sayının X olduğu varsayılır. (E0h)
- KDB: Kalem durum belleği. Bu bellekte, söz konusu X-Y çifti ile ilgili kalem durumu geçici olarak saklanır, (E3h)
- SB : Depo belleği. Noktaların koordinatlarının ve kalem durumlarının saklandığı bellek bölgesidir.
X sayısı için 0400h - 08FFh arası
Y sayısı için 0900h - 0DFFh arası
Kalem durumu için 0E00h - 12FFh arası
- SBI: Depo belleği sayıcısı. Bu bellekte, depo belleğine yerleştirilen nokta adedi saklanır. (E1h)
- HSB: Hane sayıcı belleği. Gönderilen sayı .001 ile .255 arasında olacağına göre, alışılmış bilgisayar çıkışı bu sayı için bir, iki yada üç karakter (hane) gönderebilir. Sonradan yapılacak değerlendirmede kullanılmak üzere hane adedi bu bellekte saklanır. (E4h)
- GB : Giriş belleği. RS-232-C hattından alınan karakter eğer rakkam ise bu belleğe aktarılarak gönderilen sayı bu bellekte oluşturulur. (F8h ve F9h)
- i : Depo belleğinden X-Y çiziciye aktarılan noktaların sayıcısı. (D8h)
- s(x): X değerlerinin türevlerinin işaretlerinin saklandığı bellek. (D6h)
- s(y): Y değerlerinin türevlerinin işaretlerinin saklandığı bellek. (D7h)

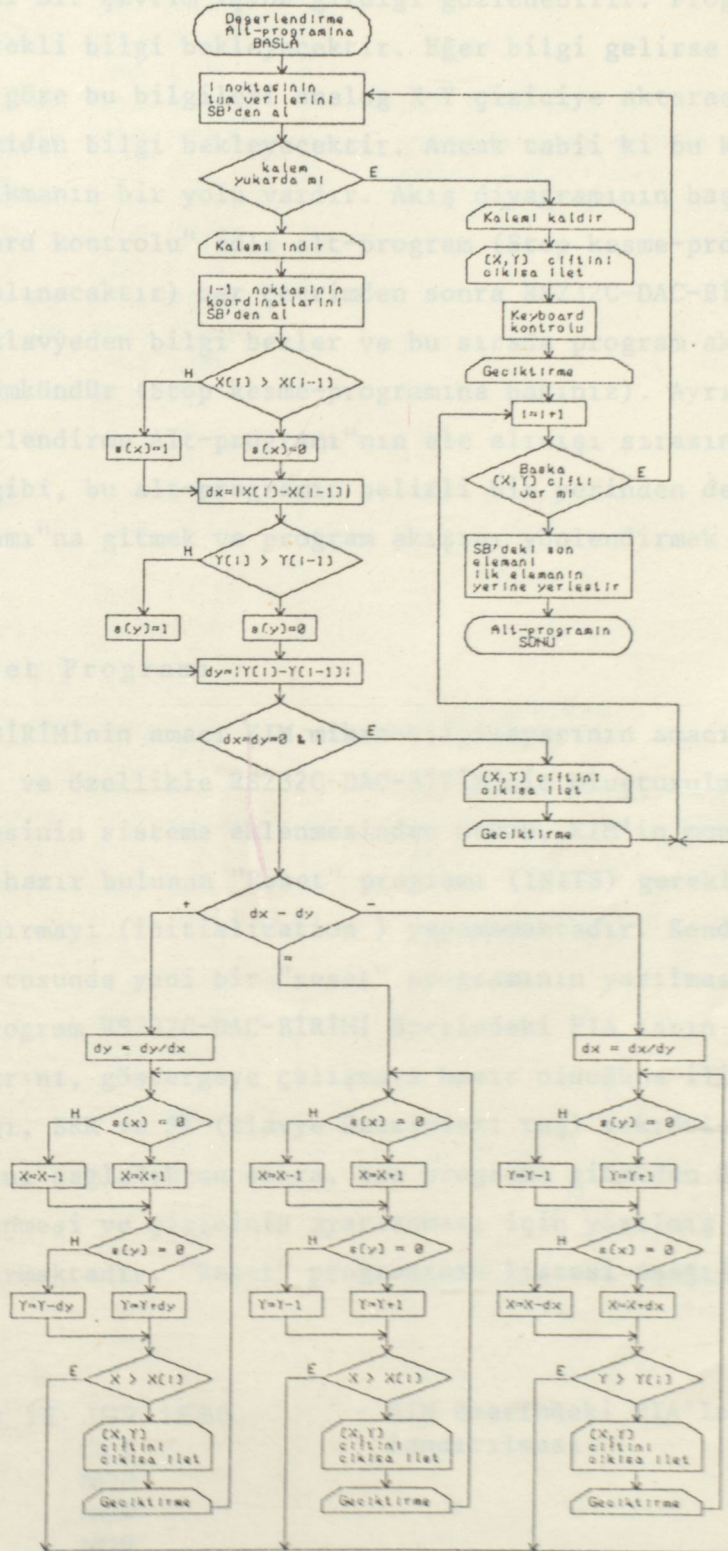
Akış Diyagramındaki Kısaltmaların Açıklamaları



Akış Diyagramı (Bilgi Alma P.)

ŞEKİL-11a

Akış diyagramı incelendiğinde, programın çalışmaya başlamasıyla başlar. İlk olarak, i noktasının tüm verilerini SB'den alır. Ardından, kalem yukarıda mı? diye kontrol eder. Eğer kalem yukarıda değilse (E), kalem kaldırılır ve (X, Y) çiftini çıkışa iletir. Eğer kalem yukarıda ise (H), kalem indirilir ve i-1 noktasının koordinatlarını SB'den alır. Ardından, X(i) > X(i-1) ve Y(i) > Y(i-1) kontrol edilir. Eğer X(i) > X(i-1) ise (H), s(x)=1 ve dx=X(i)-X(i-1) hesaplanır. Eğer Y(i) > Y(i-1) ise (H), s(y)=1 ve dy=Y(i)-Y(i-1) hesaplanır. Eğer dx=dy=0 & 1 ise (E), (X, Y) çiftini çıkışa iletir. Eğer dx=dy=0 & 1 değilse (H), dx=dy/dx veya dx=dx/dy hesaplanır. Ardından, s(x)=0 veya s(y)=0 kontrol edilir. Eğer s(x)=0 ise (H), X=X-1 veya X=X+1 hesaplanır. Eğer s(y)=0 ise (H), Y=Y-1 veya Y=Y+1 hesaplanır. Ardından, X > X(i) veya Y > Y(i) kontrol edilir. Eğer X > X(i) ise (E), (X, Y) çiftini çıkışa iletir. Eğer Y > Y(i) ise (E), (X, Y) çiftini çıkışa iletir. Eğer X > X(i) ve Y > Y(i) değilse (E), i=i+1 hesaplanır ve Baska (X, Y) çifti var mı? kontrol edilir. Eğer Baska (X, Y) çifti var mı? ise (E), SB'deki son elemanı ilk elemanın yerine yerleştirir ve All-programın sonunu verir. Eğer Baska (X, Y) çifti var mı? değilse (H), Keyboard kontrolü yapılır ve Geciktirme yapılır.



Akış Diyagramı (Bilgi Değerlendirme P.)

ŞEKİL-11b

Akış diyagramı incelendiğinde, programın çalışmaya başladıktan sonra, kapalı bir çevrim içine girdiği gözlenebilir. Program bilgisayardan sürekli bilgi bekleyecektir. Eğer bilgi gelirse belirlenen prensiplere göre bu bilgileri analog X-Y çiziciye aktaracak ve bilgisayardan yeniden bilgi bekleyecektir. Ancak tabii ki bu kapalı çevrimden çıkmanın bir yolu vardır. Akış diyagramının başlarında yer alan "keyboard kontrolü" adlı alt-program (Stop kesme-programı olarak ele alınacaktır) her çevrimden sonra RS232C-DAC-BİRİMİ üzerindeki klavyeden bilgi bekler ve bu sırada program akışını durdurmak mümkündür (Stop kesme-programına bakınız). Ayrıca "Bilgi Değerlendirme Alt-programı"nın ele alınışı sırasında da görüleceği gibi, bu alt-programın belirli bir yerinden de "Stop kesme-programı"na gitmek ve program akışını yönlendirmek mümkündür.

VII.3. Reset Programı

RS232C-DAC-BİRİMİNİN amacı KIM mikro-bilgisayarının amacından farklı olduğu için, ve özellikle RS232C-DAC-BİRİMİNİN oluşturulmasında bir PIA tümdevresinin sisteme eklenmesinden ötürü, KIM'in monitör programında hazır bulunan "Reset" programı (INITS) gerekli bütün ilkoşullandırmayı (initialization) yapamamaktadır. Kendi amaçlarımız doğrultusunda yeni bir "reset" programının yazılması gerekmektedir. Bu program RS232C-DAC-BİRİMİ üzerindeki PIA ların ilkoşullandırılmalarını, göstergeye çalışmaya hazır olduğuna ilişkin mesaj çıkarılmasını, BRK ve ST (klavye üzerindeki tuş) vektörlerinin tanımlanmasını sağladıktan sonra, ana programa gitmeden önce Baudrate belirlenmesi ve çizicinin ayarlanması için yazılmış alt-programları çağırılmaktadır. "Reset" programının listesi aşağıda verilmiştir.

```

FF00 20 88 1E JSR 1E88
FF03 58      CLI
FF04 EA      NOP
FF05 EA      NOP
FF06 EA      NOP
FF07 EA      NOP
FF08 EA      NOP
FF09 EA      NOP
FF0A EA      NOP
FF0B EA      NOP

```

- Depo belleğindeki ilk elemanların KIM üzerindeki PIA'ların ilkoşullandırılması

- Stop kesme-programı için vektör hazırlanması

- Stop kesme-programının çağırılması olarak klavyeye taraması

- Bilgi Alma Programı'na gidilmesi

FF0C	A9	00	LDA	#00	}	- P registerinin ilkoşullandırılması	
FF0E	85	F1	STA	F1			
FF10	8D	F5	FF	STA	}	DAC için kullanılan PIA'nın çıkış kapısı olarak koşullandırılması ve çıkışların sıfırlanması	
FF13	8D	F7	FF	STA			
FF16	A9	FF	LDA	#FF			
FF18	8D	F4	FF	STA			
FF1B	8D	F6	FF	STA			
FF1E	A9	3C	LDA	#3C			
FF20	8D	F5	FF	STA			
FF23	8D	F7	FF	STA			
FF26	A9	00	LDA	#00			
FF28	8D	F4	FF	STA			
FF2B	8D	F6	FF	STA			
FF2E	A9	90	LDA	#90	}	KIM'in göstergesine belirli bir süre "Sirel" yazılması	
FF30	85	AC	STA	AC			
FF32	A9	FF	LDA	#FF			
FF34	85	AD	STA	AD			
FF36	A0	00	LDY	#00			
FF38	20	A0	FF	JSR			
FF3B	88		DEY				
FF3C	D0	FA	BNE	FF38			R
FF3E	A9	00	LDA	#00			
FF40	8D	42	17	STA			
FF43	20	DD	FF	JSR	}	- Zaman gecikmesi	
FF46	20	DD	FF	JSR			
FF49	A9	96	LDA	#96	}	Klavyeden herhangi bir "hex" tuş (0 dışında) basılana dek göstergeye "ready" yazılması	
FF4B	85	AC	STA	AC			
FF4D	20	A0	FF	JSR			
FF50	20	CD	FD	JSR			
FF53	C9	10	CMP	#10			
FF55	B0	F6	BCS	FF4D			R
FF57	C9	00	CMP	#00			
FF59	D0	03	BNE	FF5E			R
FF5B	4C	4F	1C	JMP			
FF5E	A9	1C	LDA	#1C			
FF60	8D	FE	17	STA	}	- Vektörlerin hazırlanması	
FF63	8D	FB	17	STA			
FF66	A9	FD	LDA	#FD			
FF68	8D	FF	17	STA			
FF6B	A9	00	LDA	#00			
FF6D	8D	FA	17	STA			
FF70	20	EB	FC	JSR			
FF73	20	B9	FE	JSR			
FF76	A9	00	LDA	#00			
FF7B	8D	00	04	STA			
FF7E	A9	3C	LDA	#3C	}	- Depo belleğindeki ilk elemanların sıfırlanması	
FF80	8D	00	0E	STA			
FF83	A9	F8	LDA	#F8			
FF85	4B		PHA				
FF86	A9	B8	LDA	#B8			
FF88	4B		PHA				
FF89	00		BRK				
FF8A	EA		NOP				
FF8B	4C	00	F8	JMP			
						- Stop kesme-programının çağırılarak klavyenin taranması	
						- Bilgi Alma Programı'na gidilmesi	

FF91 B8	}	- "Sirel" yazısı için gösterge tablosu
FF92 F9		
FF93 D0		
FF94 90		
FF95 ED		
FF96 80		
FF97 EE	}	- "ready" yazısı için gösterge tablosu
FF98 DE		
FF99 F7		
FF9A F9		
FF9B D0		
FF9C 80		

VII.4. Bilgi Alma Programı

Bu program RS232C-DAC-BİRİMİNİN bilgisayardan gönderilen bilgileri almasını sağlamak amacı ile yazılmıştır. Bilgi alma ile ilgili bir programın yazılabilmesi için gönderilen bilginin hangi kalıpta gönderildiğinin bilinmesi, yada olanak varsa bizzat belirlenmesi gerekir. Ele alınan konuda standartlaşmış bir kalıp olmadığı için, bilgisayar tarafından gönderilecek bilgilerin hangi düzende gönderileceğini bizim belirlememiz uygun olacaktır.

Bilgisayar tarafından gönderilecek bilgilerin nasıl gönderileceğine karar verirken, belirlenecek kalıpların bilgisayarı kullananlara olabildiğince az yük getirmesine özen gösterilmiştir. Daha önceden belirtildiği gibi, gönderilmesi söz konusu olan bilgiler, çizilecek eğrinin noktalarını belirleyen X ve Y sayısal değerleri ile belirlenen noktalara kalemin çizerek yada çizmeden gitmesini saptayacak olan kalem durumu bilgileridir. Bunlara ek olarak, bilgisayarın çizim ile ilgili bilgileri göndermeye başladığını ve çizim ile ilgili bilgilerin gönderilmesinin sona erdiğini belirtecek olan bilgilerin de gönderilmesi söz konusudur. Bu değerlendirmeye göre ortaya dört "komut" çıkmaktadır. Bilgi gönderilmesine başladığını belirten komut olarak arka arkaya gönderilecek beş "S" harfi, bilgi gönderilmesinin sona erdiğini belirten komut olarak beş "E" harfi, kalemin yukarı kalkması komutu olarak "U" harfi, kalemin aşağı inmesi komutu olarak ta "D" harfi seçilmiştir. Bunların dışında, bir sayıya ait

rakkamların gönderilmesinin bittiğini belirlemek için de "." karakteri seçilmiştir. "." karakterinin seçilmesindeki neden, gönderilecek sayı bir'den küçük olduğu zaman, "."'nın kendiliğinden rakkamlar ile birlikte gönderilmesi ve kullanıcıya ek bir yük getirmemesidir.

Böylece RS232C-DAC-BİRİMİni ilgilendiren bütün karakterler belirlenmiş olmaktadır. Bundan sonra bu karakterlerin hangi düzende gönderileceğinin belirlenmesi gerekir. RS232C-DAC-BİRİMİ ilk açıldığında, çizim için bilgi almaya kapalı bulunması düşünülmüştür. Dolayısıyla bilgisayarın ilk göndermesi gereken, çizim ile ilgili noktaların gönderilmeye başlandığını belirten komut, yani "SSSSS" dizisidir. RS232C-DAC-BİRİMİ "SSSSS" dizisini saptayana kadar gönderilecek bütün öteki karakterleri dikkate almayacak, bunlarla ilgili hiç bir işlem yapmayacaktır. "SSSSS" dizisi saptandıktan sonra gönderilecek bilgiler şu biçimde değerlendirilecektir. İlk gönderilecek sayı mutlaka X ile ilgili olacaktır, ikinci gönderilen sayı da Y ile ilgili olacaktır. RS232C-DAC-BİRİMİ bilgileri alırken bu sıraya göre değerlendirme yapacaktır. Gönderilen her nokta ile birlikte, o noktaya çizerek yada çizmeden gidilmesini belirleyecek kalem durumu ile ilgili komutların gönderilmesi gerekmektedir. Ancak "U" ve "D" harflerinden oluşan bu komutların, X ve Y sayılarını oluşturan rakkamların gönderilmesine göre herhangi bir belirli zamanda gönderilmesi gerekmemektedir. Yani bir sayıyı oluşturacak rakkamların arasına sıkıştırılmış olarak gönderilse bile RS232C-DAC-BİRİMİ bunu doğru olarak yorumlayacak biçimde programlanmıştır. Eğer kalem durumu bir önceki noktadaki ile aynı ise, kalem durumu ile ilgili bir komut göndermeye de gerek yoktur; ancak kalem durumunda değişiklik olduğu zaman gerekli komutun gönderilmesi yeterli olacaktır. Daha önceden de belirtildiği gibi, "." karakterinin kendiliğinden gönderilmesini sağlamak amacıyla, bilgisayar tarafından gönderilecek sayıların bir'den küçük olmaları gerekecektir. Sekiz bit'lik bir dakiklik söz konusu olduğuna göre, gönderilen sayılar .001 ile .255 arasında olacaktır. Farkına varılacağı gibi bu durumda 0 sayısının gönderilmesi söz konusu değildir, çünkü bilgisayarlar normal olarak ".000" biçiminde çıkış vermemekte, yalnızca "0" yazmaktadırlar; bu yazılışta da "." bilgisi

olmadığından RS232C-DAC-BİRİMİNİN değerlendirilmesinde hata olacaktır. Kullanıcıya getirilen tek yük, bilgisayarın bilgi aktarmasıyla ilgili bölümünde, gönderilecek sayısal değerlerin (SG), .001 ile .255 arasında düzenlenmesidir. Eğer yapılacak hesap sonucunda ortaya çıkacak maksimum değerler hesap öncesinden biliniyorsa, bu düzenleme formüllerin içine konarak sağlanabilir. Eğer maksimum ve minimum değerler hesap öncesinden bilinmiyorsa, hesaplanan değerlerin bir tabloda biriktirilmesi ve hesapların sonunda en büyük (MA) ve en küçük (MI) sayıların belirlenmesi gerekir. Bundan sonra tablodaki her bir sayı (S) için gerekli düzenleme aşağıda verilen bir satırlık BASIC komutu ile yapılabilir.

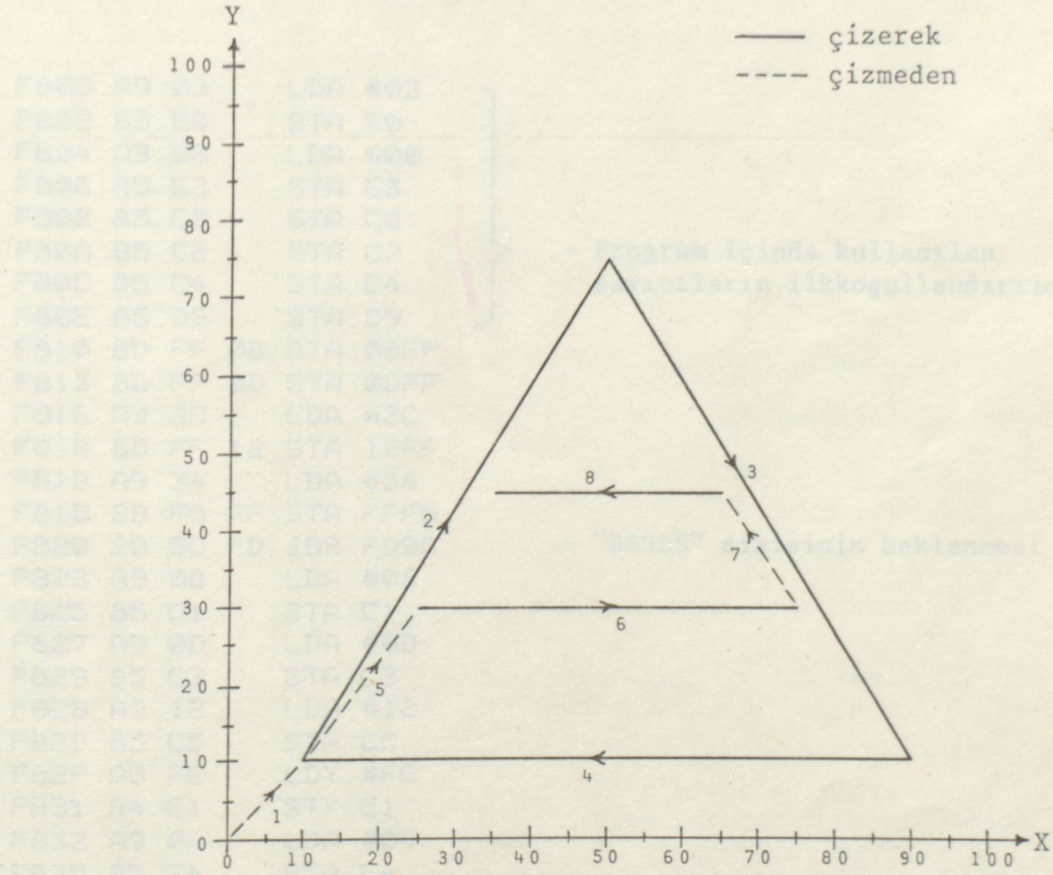
$$SG = \text{INT}((254*(S-MI+1)/(MA-MI))+.5)/1000$$

Sözü geçen üç komut karakteri ("U", "D", "."), "SSSS", "EEEE" dizileri ve sayıları belirlemek için gönderilecek rakamların dışında kalan bütün karakterler RS232C-DAC-BİRİMİ programları tarafından dikkate alınmayacağı için, geçerli olan bu karakterlerin arasına başka karakterlerin girmesinin, RS232C-DAC-BİRİMİ açısından hiç bir önemi yoktur. Bilgisayarın çıkışında olağan olan "CR" ve "LF" işaretleri ve "SP" işareti, kullanıcı tarafından gönderilen X, Y ve kalem durumu karakterlerinin düzenlenmesi için rahatlıkla kullanılabilir. Hatta bilgi gönderilmesi sırasında yazısal mesajların bile iletim hattına aktarılmasında bir sakınca yoktur. Dolayısıyla RS232C-DAC-BİRİMİ bir yazıcı ile paralel olarak bağlanabilir ve gönderilen mesajlar RS232C-DAC-BİRİMİNİ etkilemeden yazıcıya aktarılmış olur. Bir örnek vermek gerekirse, ".02birinci nokta.035 U" biçiminde gönderilen karakterler RS232C-DAC-BİRİMİ tarafından X=20, Y=35 ve kalem yukarda olarak yorumlanır. Ancak, özellikle bir yazıcının paralel bağlı bulunması durumunu da göz önüne alarak, önerilebilecek düzenli bir kalıp ŞEKİL-12a da verilmiştir. ŞEKİL-12a da önerilen kalıpla gönderilen bir dizi noktanın çiziciye aktarılış biçimi de ŞEKİL-12b de ana hatlarıyla gösterilmiştir.

Yukarda açıklanan düzende bilgi almak üzere tasarlanan bilgi alma programı, aldığı bilgilerin sayı olanlarını, alır almaz sekiz bit'lik karşılığını bularak X ve Y olmalarına göre ve sırasıyla depo belleğine

0.01	0.01	U	1
0.05	0.075	D	2
0.09	0.1	D	3
0.1	0.1	D	4
0.025	0.03	U	5
0.075	0.03	D	6
0.065	0.045	U	7
0.035	0.045	D	8

(a)



(b)

Önerilen Bilgi Gönderme Kalıbı

ŞEKİL-12

saklar. Kalem durumu ile ilgili bilgi alınmışsa bu bilgi de ait olduğu noktanın sırasına göre depo belleğindeki yerine konur. 1280 noktalık depo belleği dolduğunda, yada bilgisayar tarafından "EEEE" dizisi gönderildiğinde, söz konusu program seri bilgi hattından bilgisayarın bilgi göndermesini "CTS" hattına gerekli işareti koyarak yasaklar ve ardından "Bilgi Değerlendirme Alt-programı" nı çağırarak alınan bilgilerin analog X-Y çiziciye aktarılmasını sağlar. Alt-programdan döndükten sonra, duruma göre ya bilgisayardan bilgi almaya devam eder, yada (eğer daha önce "EEEE" dizisini aldıysa) bilgisayardan yeni bir seri bilginin gönderilmeye başlandığının işareti olacak "SSSS" dizisini bekler. "Bilgi Alma Programı" nın listesi aşağıda verilmiştir.

F800	A9	03	LDA	#03	}	- Program içinde kullanılan sayıcıların ilkoşullandırılması
F802	85	E0	STA	E0		
F804	A9	00	LDA	#00		
F806	85	E3	STA	E3		
F808	85	C0	STA	C0		
F80A	85	C2	STA	C2		
F80C	85	C4	STA	C4		
F80E	85	D9	STA	D9		
F810	8D	FF	08	STA	08FF	
F813	8D	FF	0D	STA	0DFF	
F816	A9	3C	LDA	#3C		
F818	8D	FF	12	STA	12FF	
F81B	A9	34	LDA	#34		
F81D	8D	F5	FF	STA	FFF5	
F820	20	9C	FD	JSR	FD9C	- "SSSS" dizisinin beklenmesi
F823	A9	08	LDA	#08		
F825	85	C1	STA	C1		
F827	A9	0D	LDA	#0D		
F829	85	C3	STA	C3		
F82B	A9	12	LDA	#12		
F82D	85	C5	STA	C5		
F82F	A0	FE	LDY	#FE		
F831	84	E1	STY	E1		
F833	A9	04	LDA	#04		
F835	85	E4	STA	E4		
F837	A9	00	LDA	#00		
F839	85	F8	STA	F8		
F83B	85	F9	STA	F9		
F83D	20	5A	1E	JSR	1E5A	- RS-232-C den bir karakter alınması
F840	20	61	FE	JSR	FE61	- Rakkam kontrolü

F843	C9	2E	CMP	#2E					
F845	F0	17	BEQ	F85E	R				
F847	C9	44	CMP	#44					
F849	F0	43	BEQ	F88E	R				
F84B	C9	55	CMP	#55					
F84D	F0	43	BEQ	F892	R				
F84F	C9	45	CMP	#45					
F851	D0	07	BNE	F85A	R				
F853	20	AC	FD	JSR	FDAC				- "EEEE" dizisinin kontrolu
F856	A5	DF	LDA	DF					
F858	F0	3E	BEQ	F898	R				- Bilgi aktarımının sonu
F85A	A9	00	LDA	#00					
F85C	F0	DF	BEQ	F83D	R				
F85E	A9	3C	LDA	#3C					
F860	8D	F5	FF	STA	FFF5				- RS-232-C'yi engelle
F863	20	7D	FE	JSR	FE7D				- 8 bit'lik sayıya dönüştürme
F866	A4	E1	LDY	E1					
F868	C6	E0	DEC	E0					
F86A	F0	04	BEQ	F870	R				
F86C	91	C0	STA	(C0).Y					- X değerinin depoya konması
F86E	D0	17	BNE	F887	R				
F870	20	91	FD	JSR	FD91				- Y ve kalem durumunun depoya konması
F873	C6	E1	DEC	E1					
F875	A5	E1	LDA	E1					
F877	C9	FF	CMP	#FF					
F879	D0	0A	BNE	F885	R				
F87B	C6	C5	DEC	C5					
F87D	C6	C3	DEC	C3					
F87F	C6	C1	DEC	C1					
F881	A5	C1	LDA	C1					
F883	C9	03	CMP	#03					
F885	F0	2E	BEQ	F8B5	R				- Depo belleği doldu
F887	A9	34	LDA	#34					
F889	8D	F5	FF	STA	FFF5				- RS-232-C'ye yeniden izin ver
F88C	D0	A5	BNE	F833	R				- Yeni veri almak için geri dön
F88E	A9	34	LDA	#34					
F890	D0	02	BNE	F894	R				
F892	A9	3C	LDA	#3C					
F894	85	E3	STA	E3					
F896	D0	A5	BNE	F83D	R				
F898	A9	3C	LDA	#3C					
F89A	8D	F5	FF	STA	FFF5				- RS-232-C'yi engelle
F89D	85	D9	STA	D9					
F89F	20	7D	FE	JSR	FE7D				
F8A2	A4	E1	LDY	E1					- Son gönderilen Y değeri ve kalem durumunun depoya konması
F8A4	20	91	FD	JSR	FD91				
F8A7	C6	E1	DEC	E1					
F8A9	A5	E1	LDA	E1					
F8AB	C9	FF	CMP	#FF					
F8AD	D0	06	BNE	F8B5	R				
F8AF	C6	C5	DEC	C5					- Depo belleği sayıcısını düzenle
F8B1	C6	C3	DEC	C3					
F8B3	C6	C1	DEC	C1					

F8B5 20 00 F9 JSR F900	- Bilgi Değerlendirme Alt-programı'na
F8B8 A5 D9 LDA D9	
F8BA F0 03 BEQ F8BF R	
F8BC 4C 73 FF JMP FF73	- Reset programının son kısmına git
F8BF A9 34 LDA #34	- RS-232-C'ye izin ver
F8C1 8D F5 FF STA FFF5	
F8C4 4C 23 FB JMP FB23	- Yeni bir dizi bilgi almak için geri dön

VII.5. Bilgi Değerlendirme Alt-programı

"Bilgi Alma Programı"nın bilgisayardan alarak depo belleğine yerleştirdiği bilgileri, depo belleğinden alıp, üzerlerinde gerekli işlemleri yaptıktan sonra X-Y çiziciye çizim ile ilgili işaretleri gönderen program, bir alt-program olarak düzenlenmiştir.

Daha önce analog X-Y çizicinin ele alındığı bölümde değinildiği gibi, bu çalışmaya esas olan X-Y çizicinin ve bir çok başka basit ve ucuz olan X-Y çizicilerin bazı kusurları vardır. Bunlardan en önemlisi vektöriyel çizim yapılmamasıdır. RS232C-DAC-BİRİMİ aracılığı ile geometrik bir şekil çizilmesi için bilgisayardan söz konusu geometrik şeklin köşe noktalarının koordinatları verildiğinde, eğer bu noktaların X ve Y değerleri RS232C-DAC-BİRİMİ tarafından olduğu gibi X-Y çiziciye aktarılırsa, çizici iki nokta arasındaki doğru üzerinde hareket edemediği için istenen şekil çizilememiş olacaktır. Bu çok önemli kusurun giderilmesi RS232C-DAC-BİRİMİne düşmektedir. Çizicinin verilen iki noktayı birleştiren doğru üzerinde gitmesinden sorumlu olan program "Bilgi Değerlendirme Alt-programı"dır.

Sözü edilen kusurun giderilmesi için, "Bilgi Değerlendirme Alt-programı" ilk önce bulunduğu nokta ile gideceği noktanın koordinatlarının farklarını bulur. Daha sonra farkın büyük olduğu koordinatı birer birer, öteki koordinatı ise ilkinin karşılığı olacak biçimde hesaplayarak arttırır ve bu değerleri X-Y çiziciye aktarır. Böylece verilen iki nokta arası bu noktaları birleştiren doğru üzerinden, 1/256 dakiklikle gidilmiş olur. Eğer koordinatlar için bulunan farklar bir yada sıfır ise hesap yapılmadan değerler çiziciye aktarılır. Eğer her iki fark ta sıfır ise, yani iki nokta üst üste gelmiş ise, o

nokta ile ilgili değerler ikinci bir kez çiziciye aktarılmaz, bir sonraki nokta alınarak değerlendirilir. Yukarda kısaca açıklanan vektör analizi, eğer söz konusu olan iki nokta arası çizilerek gidilecekse yapılır; eğer kalem havada gidilecekse o zaman değerler hesap yapılmadan çiziciye aktarılır.

Çizici ile ilgili bölümde sözü edilen atalet ile ilgili hatanın giderilmesi ise, her X ve Y değerinin çiziciye aktarılmasından sonra bir gecikme alt-programına gidilerek çözümlenir. Böyle bir gecikme zaten, RS232C-DAC-BİRİMİ çok hızlı çalıştığı için, gerekli olacaktır. "Bilgi Değerlendirme Alt-programı"nın listesi aşağıda verilmiştir.

F900	A9	FE	LDA #FE	}	- İlkkoşullandırma		
F902	85	D8	STA D8				
F904	A9	08	LDA #08				
F906	85	B1	STA B1				
F908	A9	0D	LDA #0D				
F90A	85	B3	STA B3				
F90C	A9	12	LDA #12				
F90E	85	B5	STA B5				
F910	A9	00	LDA #00				
F912	85	B0	STA B0				
F914	85	B2	STA B2				
F916	85	B4	STA B4				
F918	A9	00	LDA #00			}	- Bilgi değerlendirme başlangıcı
F91A	85	B6	STA B6				
F91C	A4	D8	LDY D8				
F91E	B1	B0	LDA (B0).Y				
F920	85	D0	STA D0				
F922	B1	B2	LDA (B2).Y				
F924	85	D1	STA D1				
F926	B1	B4	LDA (B4).Y				
F928	C9	3C	CMP #3C				
F92A	D0	11	BNE F93D R	}	- çizerek hareket kısmına git		
F92C	A5	D0	LDA D0				
F92E	85	D2	STA D2				
F930	A5	D1	LDA D1				
F932	85	D3	STA D3				
F934	20	6D	FD JSR FD6D				
F937	20	5F	FD JSR FDF5F				
F93A	4C	A0	FA JMP FAA0				
F93D	20	7F	FD JSR FD7F				
							- Kalemi kaldır
							- X ve Y değerleri çıkış kapısına
							- Kontrol kısmına git
							- Kalemi indir

```

F940 C8      INY
F941 D0 08   BNE F94B R
F943 E6 B1   INC B1
F945 E6 B3   INC B3
F947 A9 01   LDA #01
F949 85 B6   STA B6
F94B B1 B0   LDA (B0).Y
F94D 85 D2   STA D2
F94F C5 D0   CMP D0
F951 90 0B   BCC F95E R
F953 38      SEC
F954 E5 D0   SBC D0
F956 85 D4   STA D4
F958 A9 01   LDA #01
F95A 85 D6   STA D6
F95C 10 0B   BPL F969 R
F95E A5 D0   LDA D0
F960 38      SEC
F961 E5 D2   SBC D2
F963 85 D4   STA D4
F965 A9 00   LDA #00
F967 85 D6   STA D6
F969 B1 B2   LDA (B2).Y
F96B 85 D3   STA D3
F96D C5 D1   CMP D1
F96F 90 0B   BCC F97C R
F971 38      SEC
F972 E5 D1   SBC D1
F974 85 D5   STA D5
F976 A9 01   LDA #01
F978 85 D7   STA D7
F97A 10 0B   BPL F987 R
F97C A5 D1   LDA D1
F97E 38      SEC
F97F E5 D3   SBC D3
F981 85 D5   STA D5
F983 A9 00   LDA #00
F985 85 D7   STA D7
F987 A5 D4   LDA D4
F989 05 D5   ORA D5
F98B C9 01   CMP #01
F98D 90 0D   BCC F99C R
F98F D0 0E   BNE F99F R
F991 A5 D0   LDA D0
F993 85 D2   STA D2
F995 A5 D1   LDA D1
F997 85 D3   STA D3
F999 20 5F FD JSR FDSF
F99C 4C A0 FA JMP FAA0

```

Vektör çiziminde seçilecek yöntemin kontrolü

X ve Y değerleri birer birer arttırılarak çizim

Bir önceki noktanın koordinatlarının alınarak gidilecek noktaya göre - gerekli olan eğim vb. hesapların yapılarak sonuçlarının saklanması

X değerini birer birer, Y değerini ise hesaplayarak çizim yapılması

- Çizim yöntemi kontrolü

- Hemen kontrol kısmına git
- Vektör çizimi kısmına git

- X ve Y değerlerini hesap yapmadan çıkış kapısına ilet

- Kontrol kısmına git

F99F	A5	D4	LDA	D4					
F9A1	C5	D5	CMP	D5					
F9A3	90	68	BCC	FA0D	R				- Vektör çiziminde seçilecek yöntem kontrolü
F9A5	D0	12	BNE	F9B9	R				
F9A7	20	DA	FD	JSR	FDDA				
F9AA	20	E5	FD	JSR	FDE5				
F9AD	20	5F	FD	JSR	FD5F				- X ve Y değerleri birer birer arttırılarak çizim
F9B0	A5	D0	LDA	D0					
F9B2	C5	D2	CMP	D2					
F9B4	D0	F1	BNE	F9A7	R				
F9B6	4C	A0	FA	JMP	FAA0				
F9B9	85	E6	STA	E6					
F9BB	A5	D5	LDA	D5					
F9BD	85	E8	STA	E8					
F9BF	20	F0	FD	JSR	FDFO				
F9C2	A5	EB	LDA	EB					
F9C4	85	D5	STA	D5					
F9C6	A5	D3	LDA	D3					
F9C8	85	EA	STA	EA					
F9CA	A9	00	LDA	#00					Y değerini birer birer, X değerini ise hesaplayarak çizim yapılması
F9CC	85	EB	STA	EB					
F9CE	20	DA	FD	JSR	FDDA				
F9D1	A5	D7	LDA	D7					
F9D3	D0	17	BNE	F9EC	R				X değerini birer birer, Y değerini ise hesaplayarak çizim yapılması
F9D5	18		CLC						
F9D6	A5	D5	LDA	D5					
F9D8	65	EB	ADC	EB					
F9DA	85	EB	STA	EB					
F9DC	A5	EA	LDA	EA					
F9DE	69	00	ADC	#00					
F9E0	85	EA	STA	EA					
F9E2	85	D3	STA	D3					
F9E4	24	EB	BIT	EB					
F9E6	10	19	BPL	FA01	R				
F9E8	E6	D3	INC	D3					
F9EA	D0	15	BNE	FA01	R				
F9EC	38		SEC						
F9ED	A5	EB	LDA	EB					
F9EF	E5	D5	SBC	D5					
F9F1	85	EB	STA	EB					
F9F3	A5	EA	LDA	EA					
F9F5	E9	00	SBC	#00					
F9F7	85	EA	STA	EA					
F9F9	85	D3	STA	D3					
F9FB	24	EB	BIT	EB					
F9FD	10	02	BPL	FA01	R				
F9FF	E6	D3	INC	D3					
FA01	20	5F	FD	JSR	FD5F				
FA04	A5	D0	LDA	D0					
FA06	C5	D2	CMP	D2					
FA08	D0	C4	BNE	F9CE	R				
FA0A	4C	A0	FA	JMP	FAA0				- Kontrol kısmına git

```

FA0D 85 EB STA EB
FA0F A5 D5 LDA D5
FA11 85 E6 STA E6
FA13 20 F0 FD JSR FDF0
FA16 A5 EB LDA EB
FA18 85 D4 STA D4
FA1A A5 D2 LDA D2
FA1C 85 EA STA EA
FA1E A9 00 LDA #00
FA20 85 EB STA EB
FA22 20 E5 FD JSR FDE5
FA25 A5 D6 LDA D6
FA27 D0 17 BNE FA40 R
FA29 18 CLC
FA2A A5 D4 LDA D4
FA2C 65 EB ADC EB
FA2E 85 EB STA EB
FA30 A5 EA LDA EA
FA32 69 00 ADC #00
FA34 85 EA STA EA
FA36 85 D2 STA D2
FA38 24 EB BIT EB
FA3A 10 19 BPL FA55 R
FA3C E6 D2 INC D2
FA3E D0 15 BNE FA55 R
FA40 38 SEC
FA41 A5 EB LDA EB
FA43 E5 D4 SBC D4
FA45 85 EB STA EB
FA47 A5 EA LDA EA
FA49 E9 00 SBC #00
FA4B 85 EA STA EA
FA4D 85 D2 STA D2
FA4F 24 EB BIT EB
FA51 10 02 BPL FA55 R
FA53 E6 D2 INC D2
FA55 20 5F FD JSR FD5F
FA58 A5 D1 LDA D1
FA5A C5 D3 CMP D3
FA5C D0 C4 BNE FA22 R
FA5E 4C A0 FA JMP FAA0

```

Klavye kontrolü: Klavye 24 2000
 Klavyede "D" tuşu basılı ise
 Stop kesme programına gidilir.

Kontrol kismi olarak anilak
 programın baglanti.

Her belleği sayılarına her
 birer olarak gerekli kontrolleri
 yapilmasi. Çizim ve affektörler
 buna göre devre edilerek, yenis
 bir program olan olarak

Y değerini birer birer, X değerini
 - ise hesaplayarak çizim
 yapılması

VII.6. Gösterge Alt-programı

FAA0 20 CD FD JSR FD6D	}	- Klavye kontrolü: Eğer bu anda klavyede "D" tuşu basılı ise Stop kesme-programına gidilir
FAA3 C9 00 CMP #0D		
FAA5 D0 02 BNE FAA9 R		
FAA7 00 BRK		
FAA8 EA NOP		
FAA9 A5 B6 LDA B6	}	- Kontrol kısmı olarak anılan programın başlangıcı
FAAB F0 04 BEQ FAB1 R		
FAAD C6 B1 DEC B1		
FAAF C6 B3 DEC B3		
FAB1 C6 D8 DEC D8		
FAB3 A5 D8 LDA D8	}	- Depo belleği sayıcısının bir arttırılarak gerekli kontrollerin yapılması. Çiziciye aktarılacak nokta varsa devam edilecek, yoksa alt-program sona erecek
FAB5 C9 FF CMP #FF		
FAB7 D0 06 BNE FABF R		
FAB9 C6 B5 DEC B5		
FABB C6 B3 DEC B3		
FABD C6 B1 DEC B1		
FABF A5 C1 LDA C1		
FAC1 C5 B1 CMP B1		
FAC3 90 06 BCC FACB R		
FAC5 A5 D8 LDA D8		
FAC7 C5 E1 CMP E1		
FAC9 F0 03 BEQ FACE R		
FACB 4C 18 F9 JMP F918		
FACE 20 6D FD JSR FD6D		
FAD1 AD 00 04 LDA 0400		
FAD4 8D FF 08 STA 08FF		
FAD7 AD 00 09 LDA 0900		
FADA 8D FF 0D STA 0DFF		
FADD AD 00 0E LDA 0E00		
FAE0 8D FF 12 STA 12FF		
FAE3 60 RTS		



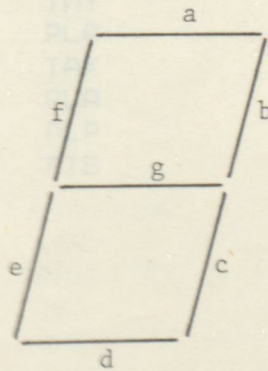
Gösterge Kodu İçin Açıklama

TABLO-3

VII.6. Gösterge Alt-programı

Bu alt-program, KIM üzerinde bulunan altı haneli gösterge ünitesine mesaj çıkartmak için kullanılır. Göstergeye yazılmak istenen mesajın göstergede kalması istenen süre boyunca bu alt-programın bir çevrim içinde çağırılması gerekir. Alt-programa gitmeden önce, göstergeye çıkması istenen altı karakterin tablosu bellekte belirli bir yere yerleştirilir ve bu tablonun başlangıç adresinden bir eksiği $\emptyset\emptyset ACh$ ve $\emptyset\emptyset ADh$ adreslerine vektör olarak yerleştirilir. Tablo oluşturulurken en küçük adrese en sağda bulunacak karakterin gösterge kodu yerleştirilir. Gösterge kodunda, yanması istenen segmanlara karşılık gelen bit'ler "1" olarak seçilir. Hangi bit'in hangi segmanı kontrol ettiği TABLO-5 te verilmiştir. Tablodan görüleceği gibi sekizinci bit olan B7 herhangi bir segmana karşılık düşmemekte ve sürekli "1" konumunda durmaktadır. Bu alt-program "zero-page" bölgesinde ACh, ADh ve AEh adreslerini kullanır, ayrıca çağırılmasından önceki P, A, X ve Y rejisterlerini korur.

segman	1	g	f	e	d	c	b	a
bit	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0



Gösterge Kodu İçin Anahtar

TABLO-5

"Gösterge Alt-programı"nın assembler listesi aşağıda verilmiştir.

FFA0	08			PHP
FFA1	48			PHA
FFA2	8A			TXA
FFA3	48			PHA
FFA4	98			TYA
FFA5	48			PHA
FFA6	A9	00		LDA #00
FFA8	8D	42	17	STA 1742
FFAB	A9	7F		LDA #7F
FFAD	8D	41	17	STA 1741
FFB0	A0	06		LDY #06
FFB2	A2	09		LDX #09
FFB4	B1	AC		LDA (AC).Y
FFB6	8E	42	17	STX 1742
FFB9	8D	40	17	STA 1740
FFBC	EB			INX
FFBD	EB			INX
FFBE	A9	00		LDA #00
FFC0	85	AE		STA AE
FFC2	C6	AE		DEC AE
FFC4	D0	FC		BNE FFC2 R
FFC6	88			DEY
FFC7	D0	EB		BNE FFB4 R
FFC9	8D	41	17	STA 1741
FFCC	68			PLA
FFCD	A8			TAY
FFCE	68			PLA
FFCF	AA			TAX
FFD0	68			PLA
FFD1	28			PLP
FFD2	60			RTS

VII.7. Geciktirme-1 Alt-programı

Bu altprogram, süresi yaklaşık olarak 0.33 saniye olan bir gecikme istendiği zaman çağırılır. P, A, X ve Y rejisterleri korunur.

```

FFDD 00      PHP
FFDE 48      PHA
FFDF 8A      TXA
FFE0 48      PHA
FFE1 98      TYA
FFE2 48      PHA
FFE3 A2 00   LDX #00
FFE5 A0 00   LDY #00
FFE7 88      DEY
FFE8 D0 FD   BNE FFE7 R
FFEA CA      DEX
FFEB D0 FB   BNE FFES R
FFED 68      PLA
FFEE AB      TAY
FFEF 68      PLA
FFF0 AA      TAX
FFF1 68      PLA
FFF2 28      PLP
FFF3 60      RTS

```

VII.8. Geciktirme-2 Altprogramı

Süresi yaklaşık olarak 82 milisaniye olan bir gecikme sağlar; P, A, X ve Y rejisterlerini korur.

```

FCD4 08      PHP
FCD5 48      PHA
FCD6 8A      TXA
FCD7 48      PHA
FCD8 98      TYA
FCD9 48      PHA
FCDA A2 40   LDX #40
FCDC A0 00   LDY #00
FCDE 88      DEY
FCDF D0 FD   BNE FCDE R
FCE1 CA      DEX
FCE2 D0 FB   BNE FCDC R
FCE4 68      PLA
FCE5 AB      TAY
FCE6 68      PLA
FCE7 AA      TAX
FCE8 68      PLA
FCE9 28      PLP
FCEA 60      RTS

```

VII.9. Baud-rate Alt-programı

Bu alt-program yalnızca bir kere "Reset Programı" tarafından kullanılır ve seri iletim hattından yapılacak iletişimin hızının belirlenmesi için çağırılır. Bu alt-program ile RS232C-DAC-BİRİMİni beş ayrı baud-rate için ayarlamak mümkündür. Alt-programa gelindiğini belirtmek için göstergeye "baud" yazısı çıkarılır. Klavyede Ø tuşuna basıldığında 1200 Baud, 1 tuşuna basıldığında 600 Baud, 2 tuşuna basıldığında 300 Baud, 3 tuşuna basıldığında 110 Baud ve 4 tuşuna basıldığında da 75 Baud hızları seçilmiş olur. "RS" ve "ST" tuşları dışında geriye kalan tuşlar etkisizdir. Bu alt-program çağırıldığında bütün rejisterler bozular.

```

"Plot" yazısı için göstergesi,
FCEB A9 15 LDA #15
FCED 85 AC STA AC
FCEF A9 FD LDA #FD
FCF1 85 AD STA AD
FCF3 20 A0 FF JSR FFA0
FCF6 20 6A 1F JSR 1F6A
FCF9 C9 05 CMP #05
FCFB 10 F6 BPL FCF3 R
FCFD 0A ASL A
FCFE AA TAX
FCFF BD 0C FD LDA FD0C.X
FD02 8D F2 17 STA 17F2
FD05 8D 0D FD LDA FD0D.X
FD08 8D F3 17 STA 17F3
FD0B 60 RTS

```

```

FD0C 38
FD0D 00
FD0E 70
FD0F 00
FD10 E2
FD11 00
FD12 62
FD13 02
FD14 80
FD15 03
FD16 80
FD17 80
FD18 DE
FD19 BE
FD1A F7
FD1B FC

```

- "Plot" yazısı için gösterge tablosu

- değişik baud-rate'ler için veriler

- "baud" yazısı için gösterge tablosu

VII.10. Çizici Ayarı Alt-programı

Bu alt-programa gelindiğinde göstergeye "Plot" yazısı çıkarılır. Programın amacı, RS232C-DAC-BİRİMİNİN X-Y çiziciye göndermesi mümkün olan en büyük ve en küçük analog değerlerin, çizicinin X ve Y girişlerine uygulanması ve böylece çizici üzerinde çizim alanı ve çizim büyüklüğü ile ilgili ayarların yapılabilmesine olanak tanımaktır. Bu alt-program ilk önce "Reset Programı" tarafından çağırılır. Daha sonra, ilerde görülecek olan "Stop Kesme-programı" içinden klavyedeki "DA" tuşuna basarak ta çağırılması mümkündür. Bu alt-programda bulunduğu sürece, klavyede "Ø" tuşuna basıldığında çiziciye en küçük analog değer aktarılır ve göstergenin en sağına, "Plot" yazısının yanına "L" harfi çıkarılır. Klavyede "F" tuşuna basıldığında ise çiziciye en büyük analog değer aktarılır ve gene göstergenin en sağına bu kez "H" harfi çıkarılır. Alt-programdan çıkmak için klavyedeki "GO" tuşuna basılması gerekir. P, A, X ve Y rejisterleri korunmuştur.

"Çizici Ayarı Alt-programı"nın listesi, bakılmasını kolaylaştırmak amacıyla, bir sayfaya sığabilmesi için bir sonraki sayfada verilmiştir. Alt-programın göstergeye çıkardığı yazıyla ilgili tablo ise aşağıda verilmiştir.

FCCE 80	}	- "Plot" yazısı için gösterge tablosu
FCCF 80		
FCD0 F0		
FCD1 DC		
FCD2 B8		
FCD3 F3		

VII.11. Stop Kesme-programı

MS231C-DAC-BIRIM'in programları çalışmaya başladıktan sonra

FEB9	08		PHP
FEBB	8A		TXA
FECB	48		PHA
FEBD	98		TYA
FEBE	48		PHA
FEBF	A2	05	LDX #05
FEC1	BD	CE FC	LDA FCCE.X
FEC4	95	CA	STA CA.X
FEC6	CA		DEX
FEC7	10	F8	BPL FEC1 R
FEC9	A9	C9	LDA #C9
FECB	85	AC	STA AC
FECD	A9	00	LDA #00
FECF	85	AD	STA AD
FED1	20	A0 FF	JSR FFA0
FED4	20	6A 1F	JSR 1F6A
FED7	C9	13	CMP #13
FED9	F0	1E	BEQ FEF9 R
FEDB	C9	00	CMP #00
FEDD	F0	0F	BEQ FEEE R
FEDF	C9	0F	CMP #0F
FEE1	D0	EE	BNE FED1 R
FEE3	A9	F6	LDA #F6
FEE5	85	CA	STA CA
FEE7	A9	FF	LDA #FF
FEE9	20	D3 FF	JSR FFD3
FEED	D0	E3	BNE FED1 R
FEEE	A9	B8	LDA #B8
FEF0	85	CA	STA CA
FEF2	A9	00	LDA #00
FEF4	20	D3 FF	JSR FFD3
FEF7	F0	DB	BEQ FED1 R
FEF9	68		PLA
FEFA	A8		TAY
FEFB	68		PLA
FEFC	AA		TAX
FEFD	68		PLA
FEFE	28		PLP
FEFF	60		RTS

Stop Kesme-programı'nın devamındaki sayfada verilmiştir.

FFD3	8D	F4 FF	STA FFF4
FFD6	8D	F6 FF	STA FFF6
FFD9	60		RTS

VII.11. Stop Kesme-programı

RS232C-DAC-BİRİMİNİN programları çalışmaya başladıktan sonra herhangi bir nedenle durdurulması gerektiğinde kullanılmak üzere düzenlenmiştir. "Bilgi Değerlendirme Alt-programı"nın belirli bir yerinde (bakınız ŞEKİL-11b de keyboard kontrolü) klavyede basılı bir tuş olup olmadığı kontrol edilir ve eğer basılı tuş varsa ve bu tuş "D" tuşu ise kesinti gerçekleşir ve kesme-programına geçilir. Bu program çalışmaya başladığında göstergeye "Stop" yazısı çıkar. "Stop Kesme-programı" bilgisayardan yeni bir dizi bilgi alınması söz konusu olduğu zaman da çağırılır. Bu program klavyeden bilgi bekler. "DA" tuşu basıldığında "Çizici Ayarı Alt-programı"nı çağırır. "C" tuşu basıldığında kesinti isteğinin geldiği yerden program akışının devamı sağlanır. "B" tuşuna basıldığında, depo belleğinde o anda hazır bulunan değerlerin çiziciye aktarılmasına, depo belleğindeki ilk değerden başlanır. Depo belleği bir kez çiziciye aktarıldığında eğer çizim de bittiyse, yani bilgisayar veri göndermeye devam etmiyorsa, gene "Stop Kesme-programı"ndan geçilir (ŞEKİL-11a Keyboard kontrolü). Böylece depo belleğinde bulunan değerlerin defalarca çiziciye aktarılması, yani aynı şeklin istendiği kadar yeniden çizdirilmesi olanağı vardır. Söz konusu şekil, çizici üzerindeki X ve Y seviye ayarları yardımı ile istenirse üstüste, istenirse değişik yerlere çizdirilebilir, yada bir şekil birçok kağıt üzerine alınabilir. Tabii ki bu işlemin yapılabilmesi için söz konusu şeklin en çok 1280 nokta ile tanımlanmış olması gerekir. Klavyeden "0" tuşuna basıldığında ise, bu tez için yazılmış olan programların tümü terk edilir ve KIM'in kendi "monitör programı"na geçilir. "Stop Kesme-programı" yalnızca P rejisterini korur, A, X ve Y rejisterleri bozulur.

"Stop Kesme-programı"nın listesi bundan sonraki sayfada verilmiştir.

VII.12. İkinci Alt-program

```

Bu alt-
noktaları
doğru il
bilime i
gereği
Eadit
Bu neden
Böylece
Bu alt-
yerleş
rajişta

```

```

FD1C 20 6D FD JSR FD6D
FD1F A9 48 LDA #48
FD21 85 AC STA AC
FD23 A9 FD LDA #FD
FD25 85 AD STA AD
FD27 20 A0 FF JSR FFA0
FD2A 20 CD FD JSR FD0D
FD2D C9 11 CMP #11
FD2F F0 0F BEQ FD40 R
FD31 C9 0B CMP #0B
FD33 F0 10 BEQ FD45 R
FD35 C9 0C CMP #0C
FD37 F0 0F BEQ FD48 R
FD39 C9 00 CMP #00
FD3B D0 EA BNE FD27 R
FD3D 4C 4F 1C JMP 1C4F
FD40 20 B9 FE JSR FEB9
FD43 F0 DA BEQ FD1F R
FD45 4C AE FC JMP FCAE
FD48 40 RTI

```

```

FCAE 68 EB PLA EB
FCAF 68 ED PLA ED
FCB0 68 E9 PLA E9
FCB1 AD 00 04 LDA 0400
FCB4 85 D2 STA D2
FCB6 AD 00 09 LDA 0900
FCB9 85 D3 STA D3
FCBB 20 5F FD JSR FD5F
FCBE 20 DD FF JSR FFDD
FCC1 20 DD FF JSR FFDD
FCC4 A9 F9 LDA #F9
FCC6 48 PHA
FCC7 A9 00 LDA #00
FCC9 48 PHA
FCCA 48 PHA
FCCB 4C 48 FD JMP FD48

```

```

FD49 80
FD4A 80
FD4B F3
FD4C DC
FD4D F0
FD4E ED

```

- "Stop" yazısı için gösterge tablosu

VII.12. Bölme Alt-programı

Bu alt-program bilgisayar tarafından RS232C-DAC-BİRİMİne aktarılan noktaların arasında kalan noktaların hesaplanarak çizicinin bir doğru üzerinde hareket etmesini sağlamak amacıyla yapılan hesaplarda bölme işleminin yapılması için kullanılır. Program mantığının gereği olarak, bu alt-programda gerçek bir bölme işlemi yapılmamaktadır. Yapılacak hesapta bölen daima bölünenden büyük olacaktır ve bu nedenle alt-program bu özel duruma göre tasarlanmıştır ve bölme sonucunun virgülden sonrasını sekiz bit'lik sayı olarak vermektedir. Bu alt-program çağırılmadan önce, bölen E6h, bölünen E8h adreslerine yerleştirilmelidir. Bölme sonucu EBh adresinden alınabilir. P ve A registerleri bozular, X ve Y registerleri ise korunur.

```

FDF0 A9 00    LDA #00
FDF2 85 E7    STA E7
FDF4 85 E9    STA E9
FDF6 85 EA    STA EA
FDF8 85 EB    STA EB
FDFA 85 ED    STA ED
FDFC A9 01    LDA #01
FD FE 85 EC    STA EC
FE00 A5 E8    LDA E8
FE02 C5 E6    CMP E6
FE04 90 21    BCC FE27 R
FE06 D0 06    BNE FE0E R
FE08 A5 E9    LDA E9
FE0A C5 E7    CMP E7
FE0C 90 19    BCC FE27 R
FE0E 38      SEC
FE0F A5 E9    LDA E9
FE11 E5 E7    SBC E7
FE13 85 E9    STA E9
FE15 A5 E8    LDA E8
FE17 E5 E6    SBC E6
FE19 85 E8    STA E8
FE1B A5 EA    LDA EA
FE1D 05 EC    ORA EC
FE1F 85 EA    STA EA
FE21 A5 EB    LDA EB
FE23 05 ED    ORA ED
FE25 85 EB    STA EB
FE27 46 E6    LSR E6
FE29 66 E7    ROR E7
FE2B 46 EC    LSR EC
FE2D 66 ED    ROR ED
FE2F 90 CF    BCC FE00 R
FE31 60      RTS

```


VII.13. Ondalık Sayı Kontrolü Alt-programı

Bu alt-program, bilgisayardan alınan karakterlerin ondalık sayı olup olmadıklarını kontrol eder. Kontrol edilecek karakterin ASCII kodu alt-program çağırılmadan önce A registerine konmalıdır. Eğer karakter ondalık sayı değilse A registeri bozulmadan (karakterin ASCII kodu) alt-programdan dönülür. Karakter ondalık sayı ise giriş belleği olarak kullanılan F8h ve F9h belleklerine gerekli bilgiler yerleştirilir, bu arada A registeri de bozulur. Bu Alt-programdan döndüğünde X registeri korunmuş, P ve Y registerleri ise bozulmuş olur.

```

FE61 C9 30    CMP #30
FE63 30 17    BMI FE7C R
FE65 C9 3A    CMP #3A
FE67 10 13    BPL FE7C R
FE69 C6 E4    DEC E4
FE6B 18      CLC
FE6C 2A      ROL A
FE6D 2A      ROL A
FE6E 2A      ROL A
FE6F 2A      ROL A
FE70 A0 04    LDY #04
FE72 2A      ROL A
FE73 26 F8    ROL F8
FE75 26 F9    ROL F9
FE77 8B      DEY
FE7B D0 F8    BNE FE72 R
FE7A A9 00    LDA #00
FE7C 60      RTS

```

VII.14. 10 İle Çarpma Alt-programı

Bu alt-program, çağırıldığında A registerinde bulunan sayıyı on ile çarparak sonucu A registerine koyar. X ve Y registerleri korunur, P registeri bozulur.

```

FEB0 18      CLC
FEB1 0A      ASL A
FEB2 85 E5    STA E5
FEB4 0A      ASL A
FEB5 0A      ASL A
FEB6 65 E5    ADC E5
FEB8 60      RTS

```

VII.15. Üç Haneli Ondalık Sayı Organizasyonu Alt-programı Bilgisayar RS232C-DAC-BİRİMİne bir'den küçük sayılar göndermektedir, ve bilindiği gibi genellikle bilgisayarlar virgülden sonra belirleyici hane (significant digit) sayısı kadar karakter gönderirler. Örneğin söz konusu sayı 0.100 ise, bilgisayar .1 gönderecektir. RS232C-DAC-BİRİMİndeki programlar ise üç haneli ondalık sayılara göre düzenlenmişlerdir. Bunundan ötürü, bir sayı için gönderilmesi mümkün olan bir, iki yada üç rakkamlı sayılardan, üç rakkamlı doğru sayının elde edilmesi gerekir. Bu alt-program bu organizasyonu yapmaktadır. X rejisteri korunur, P, A ve Y rejisterleri ise bozulur.

FE7D	C6	E4	DEC	E4
FE7F	F0	0B	BEQ	FE8C R
FE81	A0	04	LDY	#04
FE83	06	F8	ASL	F8
FE85	26	F9	RDL	F9
FE87	8B		DEY	
FE8B	D0	F9	BNE	FE83 R
FE8A	F0	F1	BEQ	FE7D R
FE8C	20	90	FE JSR	FE90
FE8F	60		RTS	

VII.16. Ondalık Sayı - Binary Sayı Dönüştürme Alt-programı Üç haneli ondalık sayılardan oluşan X ve Y değerlerinin depo belleğinde az yer tutmaları için, ve zaten işlemler de sekiz bit'lik binary sayılar üzerinden yapılacağından, üç haneli ondalık sayılar bu alt-program ile sekiz bit'lik binary sayılara dönüştürülürler. Sonuç A rejisterinde verilir, X ve Y rejisterleri korunur, P rejisteri bozulur.

FE90	A5	F9	LDA	F9
FE92	29	0F	AND	#0F
FE94	20	90	FE JSR	FE90
FE97	20	90	FE JSR	FE90
FE9A	05	E2	SUB	E2
FE9C	05	F8	LDB	F8
FE9E	4A		LDB	#
FE9F	4A		LDB	#
FEA0	4A		LDB	#
FEA1	4A		LDB	#
FEA2	20	90	FE JSR	FE90
FEA3	05	E2	SUB	E2
FEA7	05	E2	SUB	E2
FEA9	A5	F8	LDB	F8
FEAB	29	0F	AND	#0F
FEAD	05	E2	SUB	E2
FEAF	60		RTS	

VII.17. "SSSSS" Dizisinin Saptanması Alt-programı

Bu alt-program çağırıldıktan sonra, geri dönülebilmesi için seri bilgi hattından peşpeşe beş "S" karakterinin gönderilmesi gerekir.

A, P ve Y rejisterleri bozular, X rejisteri korunur.

```

FD9C A9 05    LDA #05
FD9E 85 DF    STA DF
FDA0 20 5A 1E JSR 1E5A
FDA3 C9 53    CMP #53
FDA5 D0 F5    BNE FD9C R
FDA7 C6 DF    DEC DF
FDA9 D0 F5    BNE FDA0 R
FDAB 60      RTS

```

VII.18. "EEEE" Dizisinin Saptanması Alt-programı

Bu alt-program bilgisayarın bilgi göndermesinin bittiğinin saptanması amacı ile yazılmıştır. Eğer gönderilen karakter "E" ise, bu "EEEE" dizisinin ilk karakteri olabileceği için bu alt-program çağırılarak geri kalan dört "E" karakteri için kontrol yapılır. Alt-programa gelindikten sonra alınan ilk dört karakter içinde "E" den farklı bir karakter varsa, farklı olan karakter saptanır saptanmaz alt-program terk edilir ve o karakterin bilgi olarak değerlendirilmesi sağlanır. A, P ve Y rejisterleri bozular, X rejisteri korunur.

```

FDAC A9 04    LDA #04
FDAE 85 DF    STA DF
FDB0 20 5A 1E JSR 1E5A
FDB3 C9 45    CMP #45
FDB5 D0 04    BNE FDBB R
FDB7 C6 DF    DEC DF
FDB9 D0 F5    BNE FDB0 R
FDBB 60      RTS

```

VII.19. Y ve Kalem Durumu'nun Depo Belleğine
Yerleştirilmesi Alt-programı

Alt-program çağırıldığında A registerinde bulunan değer Y registeri ile indekslenerek depo belleğindeki yerine konur. A ve P registerleri bozulur, X ve Y registerleri korunur.

```
FD91 91 C2 STA (C2).Y
FD93 A5 E3 LDA E3
FD95 91 C4 STA (C4).Y
FD97 A9 02 LDA #02
FD99 B5 E0 STA E0
FD9B 60 RTS
```

VII.20. Kalemi Kaldırma Alt-programı

Analog X-Y çiziciye kalemin kaldırılması için gerekli işaretlerin verilmesini ve bu işlemin tamamlanması sürecindeki gerekli zaman gecikmelerini sağlar. A ve P registerleri bozulur, X ve Y korunur.

```
FD6D A9 3C LDA #3C
FD6F 20 DD FF JSR FFDD
FD72 20 DD FF JSR FFDD
FD75 8D F7 FF STA FFF7
FD78 20 DD FF JSR FFDD
FD7B EA NOP
FD7C EA NOP
FD7D EA NOP
FD7E 60 RTS
```

VII.21. Kalemi İndirme Alt-programı

Analog X-Y çiziciye kalemi indirmesi için gerekli işaretlerin verilmesini ve bu işlemin tamamlanması sürecindeki gerekli zaman gecikmelerini sağlar. A ve P registerleri bozulur, X ve Y korunur.

```
FD7F AD F7 FF LDA FFF7
FD82 29 3F AND #3F
FD84 C9 34 CMP #34
FD86 F0 08 BEQ FD90 R
FD88 A9 34 LDA #34
FD8A 20 DD FF JSR FFDD
FD8D 4C 72 FD JMP FD72
FD90 60 RTS
```

VII.22. X ve Y Değerlerinin DAC'lara Aktarılması
Alt-programı

D2h ve D3h bellek gözlerinde bulunan X ve Y değerlerinin PIA aracılığı ile DAC ünitesine aktarılarak söz konusu değerlerin analog X-Y çiziciye aktarılmasını sağlar. A ve P rejisterleri bozular, X ve Y rejisterleri korunur.

```
FD5F A5 D2    LDA D2
FD61 8D F4 FF STA FFF4
FD64 A5 D3    LDA D3
FD66 8D F6 FF STA FFF6
FD69 20 D4 FC JSR FCD4
FD6C 60      RTS
```

VII.23. X Değerinin Değiştirilmesi Alt-programı

Bu alt-programda birer birer arttırılması yada azaltılması söz konusu olan X değerinin, daha önce saptanmış eğime göre değiştirilmesi işlemi yapılır. A ve P rejisterleri bozular, X ve Y korunur.

```
FDDA A5 D6    LDA D6
FDDC D0 03    BNE FDE1 R
FDDE E6 D2    INC D2
FDE0 2C C6 D2 BIT D2C6
FDE3 60      RTS
```

VII.24. Y Değerinin Değiştirilmesi Alt-programı

Y değerinin birer birer değiştirilmesi gerektiğinde, daha önceden saptanan eğime göre yeni Y değerinin bulunması için bu alt-program kullanılır. A ve P rejisterleri bozular, X ve Y korunur.

```
FDE5 A5 D7    LDA D7
FDE7 D0 03    BNE FDEC R
FDE9 E6 D3    INC D3
FDEB 2C C6 D3 BIT D3C6
FDEE 60      RTS
```

VII.25. Klavye-1 Alt-programı

Bu alt-program RS232C-DAC-BİRİMİ üzerinde bulunan klavyeden bilgi almak için kullanılır. Alt-program çağırıldığında klavyeden bir tuş basılıp bırakılmadıkça geri dönülemez. Basılan tuş ile ilgili şifre A rejisterinde bulunur. P, X ve Y rejisterleri de bozulur.

```

FDEC 20 6A 1F JSR 1F6A
FDBF C9 15    CMP #15
FDC1 F0 F9    BEQ FDEC R
FDC3 48      PHA
FDC4 20 6A 1F JSR 1F6A
FDC7 C9 15    CMP #15
FDC9 D0 F9    BNE FDC4 R
FDCB 68      PLA
FDCC 60      RTS

```

VII.26. Klavye-2 Alt-programı

Bu alt-program ise klavyeyi bir kere kontrol eder, eğer basılı tuş yoksa hemen geri döner, Basılı tuş varsa, o tuş bırakılana kadar bekler, sonra basılan tuşa karşılık gelen değer A rejisterinde olarak geri döner. P, X ve Y rejisterleri bozulur.

```

FDCD 20 6A 1F JSR 1F6A
FDD0 48      PHA
FDD1 20 6A 1F JSR 1F6A
FDD4 C9 15    CMP #15
FDD6 D0 F9    BNE FDD1 R
FDD8 68      PLA
FDD9 60      RTS

```

VII.27. GETKEY Alt-programı

Bu alt-program KIM monitör programının alt-programlarından biridir ve bu çalışma sırasında kullanılmıştır. KIM üzerindeki klavyenin bir kere taranarak o anda basılı bulunan tuşun şifresinin A rejisteline yerleştirilmesi için kullanılır. P, X ve Y rejisterleri bozulur.

```

1F6A A2 21      LDX #21
1F6C A0 01      LDY #01
1F6E 20 02 1F JSR 1F02
1F71 D0 07      BNE 1F7A R
1F73 E0 27      CPX #27
1F75 D0 F5      BNE 1F6C R
1F77 A9 15      LDA #15
1F79 60         RTS
1F7A A0 FF      LDY #FF
1F7C 0A         ASL A
1F7D B0 03      BCS 1F82 R
1F7F C8         INY
1F80 10 FA      BPL 1F7C R
1F82 8A         TXA
1F83 29 0F      AND #0F
1F85 4A         LSR A
1F86 AA         TAX
1F87 98         TYA
1F88 10 03      BPL 1F8D R
1F8A 18         CLC
1F8B 69 07      ADC #07
1F8D CA         DEX
1F8E D0 FA      BNE 1F8A R
1F90 60         RTS

```

```

1F02 A9 FF      LDA #FF
1F04 8E 42 17 STX 1742
1F07 E8         INX
1F08 E8         INX
1F09 2D 40 17 AND 1740
1F0C 88         DEY
1F0D D0 F5      BNE 1F04 R
1F0F A0 07      LDY #07
1F11 8C 42 17 STY 1742
1F14 09 80      ORA #80
1F16 49 FF      EOR #FF
1F18 60         RTS

```

VII.28. GETCH Alt-programı

Bu alt-program da KIM monitör programının alt-programlarından biridir ve bu çalışma sırasında kullanılmaktadır. RS-232-C girişinden gelen işaretlerin işlenerek, gönderilen karakterin ASCII kodunun elde edilmesi için kullanılır. Gönderilen karakterin ASCII kodu A rejisterinde olarak geri dönlür. P ve Y rejisterleri bozulur, X rejisteri korunur.

```

1E5A B6 FD      STX FD
1E5C A2 0B      LDX #0B
1E5E A9 01      LDA #01
1E60 2C 40 17   BIT 1740
1E63 D0 22      BNE 1EB7 R
1E65 30 F9      BMI 1E60 R
1E67 20 D4 1E   JSR 1ED4
1E6A 20 EB 1E   JSR 1EEB
1E6D AD 40 17   LDA 1740
1E70 29 80      AND #80
1E72 46 FE      LSR FE
1E74 05 FE      ORA FE
1E76 B5 FE      STA FE
1E78 20 D4 1E   JSR 1ED4
1E7B CA         DEX
1E7C D0 EF      BNE 1E6D R
1E7E 20 EB 1E   JSR 1EEB
1E81 A6 FD      LDX FD
1E83 A5 FE      LDA FE
1E85 2A         ROL A
1E86 4A         LSR A
1E87 60         RTS

```

```

1ED4 AD F3 17   LDA 17F3
1ED7 8D F4 17   STA 17F4
1EDA AD F2 17   LDA 17F2
1EDD 5B         SEC
1EDE E9 01      SBC #01
1EE0 46 02      BCS 1EE5 R
1EE2 CE 74 17   BEQ 17F4
1EE5 8C 74 17   LDY 17F4
1EE8 19 73      BPL 1EDD R
1EE9 60         RTS

```

```

1EEB 2D 73 17   LDY 17F3
1EE6 09 74 17   STY 17F4
1E71 2D 73 17   LDY 17F3
1E74 4D         INY
1E76 4E 74 17   STY 17F4
1E78 90 03      BEQ 1E7D R
1E7D 00 00      SBC #00
1E7E 00 00      SBC #00
1E7F 00 00      SBC #00

```


VII.29. INITS Alt-programı

Bu alt-program KIM monitör programının altprogramlarından biridir ve RS232C-DAC-BİRİMİ tarafından da kullanılmaktadır. KIM üzerinde orijinal olarak bulunan PIA ünitesinin KIM'in gerekleri doğrultusunda ilkoşullandırılması için kullanılmaktadır. Bu alt-programın bir kısmı RS232C-DAC-BİRİMİ için de geçerli olduğundan bu çalışmada kullanılmaktadır. P ve X rejisterleri bozular, A ve Y rejisterleri ise korunur.

1E88	A2 01	LDX #01
1E8A	86 FF	STX FF
1E8C	A2 00	LDX #00
1E8E	8E 41 17	STX 1741
1E91	A2 3F	LDX #3F
1E93	8E 43 17	STX 1743
1E96	A2 07	LDX #07
1E98	8E 42 17	STX 1742
1E9B	DB	CLD
1E9C	7B	SEI
1E9D	60	RTS

VII.30. Programların Adres ve Ad Listesi

RS232C-DAC-BİRİMİ için yazılmış olan ve bu arabirimin hazır olarak kullandığı programların tümünün başlangıç ve son adresleri, byte cinsinden uzunlukları ve adları TABLO-6 da verilmiştir. Tabloda ilk toplamdan sonra gelen programlar KIM üzerinde hazır bulunan ve RS232C-DAC-BİRİMİ tarafından kullanılan programlardır.

FF00h - FF8Dh	142	Reset Programı
FF91h - FF9Ch	12	Tablo (Reset Programı için)
F800h - F8C6h	199	Bilgi Alma Programı
F900h - FA60h	353	Bilgi Değerlendirme Alt-programı
FAA0h - FAE3h	68	Bilgi Değerlendirme Alt-programı (kontrol)
FFA0h - FF02h	51	Gösterge Alt-programı
FFDDh - FFF3h	23	Geciktirme-1 Alt-programı
FCD4h - FCEAh	23	Geciktirme-2 Alt-programı
FCEBh - FD0Bh	33	Baud-rate Alt-programı
FD0Ch - FD1Bh	16	Tablo (Baud-rate)
FEB9h - FEFFh	71	Çizici Ayarı Alt-programı
FCCEh - FCD3h	6	Tablo (Çizici Ayarı Alt-programı için)
FFD3h - FFD9h	7	A Rejisterini X ve Y çıkışlarına iletmek için
FD1Ch - FD48h	45	Stop Kesme-programı
FCAEh - FCCDh	32	Stop Kesme-programı (devam)
FD49h - FD4Eh	6	Tablo (Stop)
FDF0h - FE31h	66	Bölme Alt-programı
FE61h - FE7Ch	28	Ondalık Sayı Kontrolü Alt-programı
FEB0h - FEB8h	9	10 İle Çarpma Alt-programı
FE7Dh - FE8Fh	19	Üç Haneli Ondalık Sayı Organizasyonu
FE90h - FEAFh	32	Ondalık Sayı - Binary Sayı Dönüştürme
FD9Ch - FDABh	16	"SSSSS" Dizisinin Saptanması Alt-programı
FDACH - FDBBh	16	"EEEE" Dizisinin Saptanması Alt-programı
FD91h - FD9Bh	11	Y ve Kalem Durumu'nun Depo Belleğine Konması
FD6Dh - FD7Eh	18	Kalemi Kaldırma Alt-programı
FD7Fh - FD8Fh	17	Kalemi İndirme Alt-programı
FD5Fh - FD6Ch	14	X ve Y Değerlerinin DAC'lara Aktarılması
FDDAh - FDE3h	10	X Değerinin Değiştirilmesi Alt-programı
FDE5h - FDEEh	10	Y Değerinin Değiştirilmesi Alt-programı
FDBCh - FDCCh	17	Klavye-1 Alt-programı
FDCDh - FDD9h	13	Klavye-2 Alt-programı

* T o p l a m 1383

1F6Ah - 1F90h	39	GETKEY Alt-programı
1F02h - 1F18h	23	ONEKEY Alt-programı (GETKEY için)
1E5Ah - 1E87h	46	GETCH Alt-programı
1ED4h - 1EEAh	23	DELAY Alt-programı (GETCH için)
1EEBh - 1EFDh	19	DEHALF Alt-programı (GETCH için)
1E88h - 1E9Dh	22	INITS Alt-programı

* T o p l a m 1555

VII.31. RS232C-DAC-BİRİMİ Sistem Programlarının
Kullandığı Önemli Bellekler

ACh : Gösterge tabloları için indirekt adres (L)
 ADh : " " " " " (H)
 AEh : Gösterge için süre sayıcısı
 B0h : X depo belleği indirekt adresi (L) (Değerlendirme P.)
 B1h : X " " " " (H) (")
 B2h : Y " " " " (L) (")
 B3h : Y " " " " (H) (")
 B4h : Kalem durumu depo belleği indirekt adresi (L) (Değerlendirme P.)
 B5h : " " " " " (H) (")
 B6h : Depo belleği indirekt adres kontrolu
 C0h : X depo belleği indirekt adresi (L) (Bilgi Alma P.)
 C1h : X " " " " (H) (")
 C2h : Y " " " " (L) (")
 C3h : Y " " " " (H) (")
 C4h : Kalem durumu depo belleği indirekt adresi (L) (Bilgi Alma P.)
 C5h : " " " " " (H) (")
 CAh : "Plot" yazısı için gösterge tablosu
 CBh : " " " " "
 CCh : " " " " "
 CDh : " " " " "
 CEh : " " " " "
 CFh : " " " " "
 D0h : X(i) değeri
 D1h : Y(i) değeri
 D2h : X(i-1) değeri
 D3h : Y(i-1) değeri
 D4h : X ile ilgili hesaplar için
 D5h : Y ile ilgili hesaplar için
 D6h : X eğiminin işareti
 D7h : Y eğiminin işareti
 D8h : i, çiziciye aktarılan nokta sayısı
 D9h : Bilgi aktarımı sonu kontrolu ("1" - bilgi aktarımı bitti)
 DFh : "SSSS" ve "EEEE" dizileri için sayıcı
 E0h : X-Y çifti kontrolu
 E1h : Depo belleği sayıcısı (Bilgi Alma P.)
 E2h : FE90 adresinden başlayan alt-program kullanıyor
 E3h : Kalem durumu için geçici bellek
 E4h : Hane sayıcısı
 E5h : 10 ile çarpma alt-programı kullanıyor
 E6h : Bölme alt-programında bölen sayı
 E7h : Bölen için hesap sırasında kullanılıyor
 E8h : Bölme alt-programında bölünen sayı
 E9h : Bölünen için hesap sırasında kullanılıyor
 EAh : Bölme alt-programında bölme sonucu için kullanılıyor
 EBh : Bölme alt-programında bölme sonucu
 ECh : Bölme alt-programında bölme sayıcısı (H)
 EDh : Bölme alt-programında bölme sayıcısı (L)

F8h : Giriş belleği (L)
 F9h : Giriş belleği (H)

0400h - 08FFh : X depo belleği bölgesi
 0900h - 0DFFh : Y " " "
 0C00h - 12FFh : Kalem durumu depo belleği bölgesi

FFF4h : 6821 PIA A kapısı Data
 FFF5h : 6821 PIA A kapısı Data Direction
 FFF6h : 6821 PIA B kapısı Data
 FFF7h : 6821 PIA B kapısı Data Direction

FFFAh : NMI vektörü (L)
 FFFBh : NMI vektörü (H)

FFFCh : RST vektörü (L)
 FFFDh : RST vektörü (H)

FFFEh : IRQ vektörü (L)
 FFFFh : IRQ vektörü (H)

VIII. RS232C-DAC-BİRİMİ KULLANMA KILAVUZU

RS232C-DAC-BİRİMİ bilgisayara, standart RS-232-C yazıcı kablosu ile bağlanır. Analog X-Y çiziciye ise biri toprak hattı olmak üzere dört iletken ile (X,Y ve Kalem kumandası) bağlanır.

RS232C-DAC-BİRİMİne enerji verildikten sonra, programların çalışmaya başlaması için klavye üzerindeki "RS" tuşuna basılması gerekir. Bu tuşa herhangi başka bir zamanda da basılarak programların en başından çalışmaya başlamak mümkündür. Bu tuşa basıldığında, göstergede kısa bir süre "Sirel" yazısı çıktıktan sonra "ready" yazısı belirir. Bu yazı, sistemin çalışmaya hazır olduğunu gösterir, ve heksadesimal tuşlardan herhangi biri basılana dek bu konumda beklenir. Eğer "0" tuşuna basılırsa, KIM'in orijinal monitör programına gidilir, yani RS232C-DAC-BİRİMİNİN programları terk edilmiş olunur. Yeniden RS232C-DAC-BİRİMİNİN programlarına dönmek için "RS" tuşuna basılır.

"0" dışındaki heksadesimal tuşlardan birine basıldığında program akışı devam eder ve göstergeye "baud" yazısı çıkar. Bu konumda RS232C-DAC-BİRİMİNİN iletişim hızı klavyedeki tuşlar aracılığı ile seçilebilir (bakınız Baud-rate Alt-programı - VII.9.). Söz konusu seçim yapıldıktan sonra bu kez göstergeye "Plot" yazısı çıkar (eğer baud-rate seçiminde "0" tuşuna basıldıysa göstergeye "Plot L" yazısı çıkar). Bu konumda çiziciye RS232C-DAC-BİRİMİNİN gönderebileceği en küçük yada en büyük değerlerin, X ve Y girişlerine aynı anda uygulanarak çizicinin kazanç ayarlarının yapılması sağlanır. Gerekli ayarlar yapıldıktan sonra klavyedeki "GO" tuşuna basılır.

Klavyedeki "GO" tuşuna basılınca göstergeye "Stop" yazısı çıkar ve klavyeden bilgi beklenir. Aygıt ilk açıldığında, bu konuma geldiği zaman, klavyedeki "C" tuşuna basılır ve göstergenin karardığı gözlenir.

RS232C-DAC-BİRİMİ artık bilgisayardan bilgi beklemektedir. Daha önce BÖLÜM VII.4. te anlatıldığı düzende verilen bilgiler RS232C-DAC-BİRİMİ tarafından depo belleğine yerleştirilir. Eğer bilgisayarın gönderdiği bilgiler bitmeden RS232C-DAC-BİRİMİNİN depo belleği dolarsa, bilgisayarın bilgi göndermesi engellenir ve alınmış olan bilgiler çiziciye aktarılır. Bu aktarma işi bittikten sonra bilgisayardan bilgi alınmaya devam edilir.

Bilgisayarın gönderdiği bilgiler sona erdiğinde, RS232C-DAC-BİRİMİ depo belleğindeki bilgileri çiziciye aktardıktan sonra göstergeye "Plot" yazısını çıkarır. Böylelikle çizici üzerindeki ayarların gözden geçirilmesini, gerekiyorsa değiştirilmesini sağlamış olur. Gerekli ayarlar tamamlandıktan sonra "GO" tuşuna basılarak göstergeye "Stop" yazısının çıkması sağlanır. Bu konumda, depo belleğindeki bilgilerin yeniden çiziciye aktarılması isteniyorsa "B" tuşuna basılır. "B" tuşuna basıldığında aynı çizim tekrarlanır ve gene göstergeye "Plot" yazısı çıkarılır. Göstergede "Stop" yazısı varken "O" tuşuna basılırsa KİM'in monitör programına dönülür. Eğer bilgisayardan yeni bir dizi bilgi gönderilmesi söz konusuysa, klavye üzerindeki "C" tuşuna basılır.

RS232C-DAC-BİRİMİ çiziciye depo belleğindeki bilgileri aktarırken, çizimin durdurulması gerekirse, klavye üzerindeki "D" tuşuna basılır ve çizicideki hareket durana kadar bu tuşa basılı olarak beklenir. Çizim durduğunda tuş bırakılır ve kalem yukarı kalkar, göstergeye "Stop" yazısı çıkar. Bu konumda iken istenirse "DA" tuşuna basılarak çizicinin ayarlarının düzeltilmesi sağlanabilir, istenirse çizime yeniden başlanması, yada çizime kalındığı yerden devam edilmesi sağlanabilir (bakınız Stop Kesme-programı - VII.11.).

Herhangi bir aksaklık olduğu takdirde, klavyedeki "RS" tuşuna basılarak, işlemlere yeniden başlanması sağlanabilir.

100 DIM Y(360)
 110 AD=3
 115 PI=3.14159
 150 FORI=0 TO 360 STEP AD
 160 R=1*PI/180

IX. DENEYSEL SONUÇLAR

Bundan önceki bölümlerde "hardware" ve "software" açılarından ele alınarak açıklanan RS232C-DAC-BİRİMİ, laboratuvarında "proto-board" üzerinde gerçekleştirilmiştir. RS232C-DAC-BİRİMİne, gene bu yazıda sözü edilen EAI 1130 analog X-Y çizici ve "OHIO-Superboard" adlı bilgisayar bağlanarak, bilgisayara yazılan iki program ile denemeler yapılmıştır.

İlk önce bilgisayar tarafından koordinatları hesaplanan bir eğrinin RS232C-DAC-BİRİMİ aracılığı ile analog X-Y çiziciye aktarılmasının denenmesi için OHIOya bir program yazılmıştır. Sinüsoidal bir fonksiyonu hesaplayan programın listesi ŞEKİL-13 te verilmiştir. Söz konusu programın yürütülmesiyle X-Y çiziciye çizdirilen dalga şekli ŞEKİL-14 te görülebilir. Aynı dalga şekli eğer bir yazıcıya belirli bir karakterin bastırılması yoluyla elde edilseydi, kuşkusuz ki daha az dakik bir şekil ortaya çıkacaktı ve bu şekil çizgiden değil noktalardan oluşacaktı. Demek ki, RS232C-DAC-BİRİMİ daha kaliteli dalga şekillerinin, bilgisayardan dolaysız olarak elde edilmesinde başarılı olmuştur.

İkinci bir deneme olarak geometrik bir şeklin çizdirilmesi için ŞEKİL-15 te görülen program yazılmıştır. Bu programın yürütülmesi ile elde edilen şekil de ŞEKİL-16 da verilmiştir. Görüldüğü gibi aynı zamanda birkaç harfin de tanımlanarak çizdirilmesi sağlanmıştır. Bu deneme RS232C-DAC-BİRİMİ ile elde edilen sonucun bir yazıcı aracılığı ile elde edilecek sonuçtan çok daha iyi olduğunu ve şeklin daha basit bir program ile elde edilmesinin mümkün olduğunu göstermektedir. Nitekim ŞEKİL-16 da görülen geometrik şeklin çizimi için yalnızca köşelerin koordinatlarının verilmesi yeterli olmaktadır. Söz konusu köşelerin birer doğru parçası ile

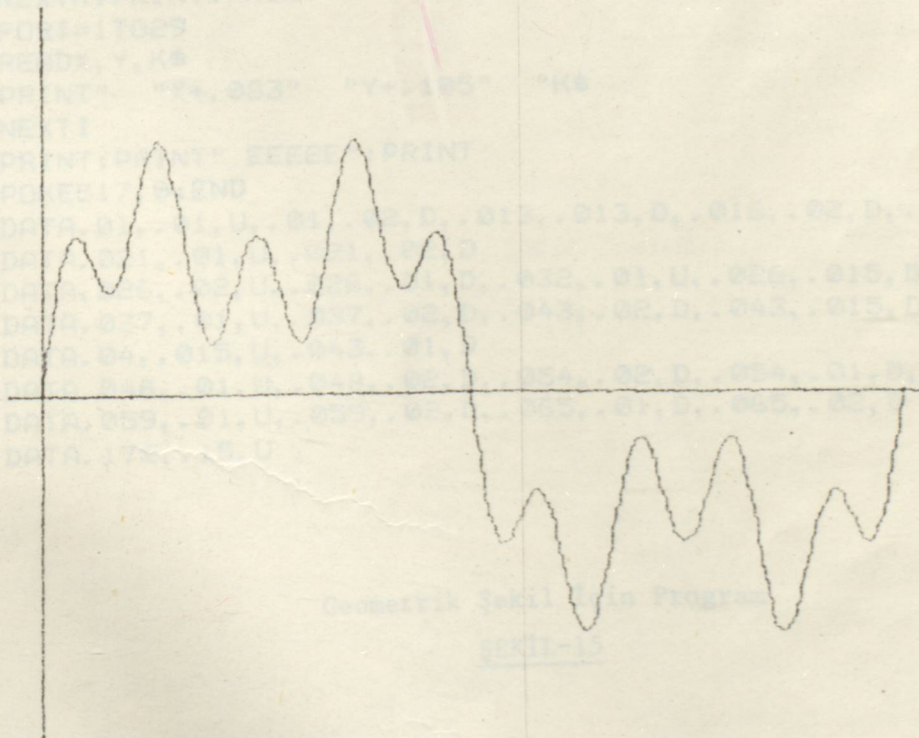
```

100 DIM Y(360)
110 AD=2
115 PI=3.14159
150 FOR I=0 TO 360 STEP AD
160 R=I*PI/180
170 Y(I)=INT(50*SIN(R)+25*SIN(3*R)+20*SIN(9*R)+100.5)/1000
180 NEXT I
200 SAVE:PRINT:PRINT" SSSSS":PRINT
210 PRINT" .001.1U.255.1D.01.21U.01.001D"
220 FOR K=0 TO 360 STEP AD
225 X=INT(K*240/360+10.5)/1000
240 IF K=0 THEN PRINT" "X" "Y(K)" U"
245 PRINT" "X" "Y(K)" D"
250 NEXT K
260 PRINT:PRINT" EEEEE":PRINT
290 POKE 517,0:END

```

Sinüsoidal Çizim İçin Program

ŞEKİL-13



Sinüsoidal Çizim

ŞEKİL-14


```

100 A=32:B=38:C=100
105 PI=3.14159
110 DIM X(55),Y(55)
120 U=10:S=360/U:K=1
130 FORI=0TO360STEPS:J=I+S/2
140 X(K)=A*COS(I*PI/180)+120
145 Y(K)=A*SIN(I*PI/180)+120
150 X(K+2*U)=(X(K)-120)*C/A+120
155 Y(K+2*U)=(Y(K)-120)*C/A+120
160 X(K+1)=B*COS(J*PI/180)+120
165 Y(K+1)=B*SIN(J*PI/180)+120
170 X(K+1+2*U)=X(K+1)
175 Y(K+1+2*U)=Y(K+1)
180 K=K+2:NEXTI:M=K-1+2*U
200 SAVE:PRINT:PRINT" SSSSS":PRINT
210 FORK=1TOM
220 X=INT(X(K)+.5)/1000
225 Y=INT(Y(K)+.5)/1000
230 IFK=1THENPRINT" X" "Y" U"
235 PRINT" X" "Y" D"
250 NEXTK:PRINT:PRINT
300 FORI=1T029
310 READX,Y,K#
320 PRINT" X+.083" "Y+.105" "K#"
330 NEXTI
380 PRINT:PRINT" EEEEE":PRINT
390 POKES17,0:END
400 DATA.01,.01,U,.01,.02,D,.013,.013,D,.016,.02,D,.016,.01,D
410 DATA.021,.01,U,.021,.02,D
420 DATA.026,.02,U,.026,.01,D,.032,.01,U,.026,.015,D,.032,.02,D
430 DATA.037,.01,U,.037,.02,D,.043,.02,D,.043,.015,D,.037,.015,D
432 DATA.04,.015,U,.043,.01,D
440 DATA.048,.01,U,.048,.02,D,.054,.02,D,.054,.01,D,.048,.01,D
450 DATA.059,.01,U,.059,.02,D,.065,.01,D,.065,.02,D
460 DATA.172,.15,U

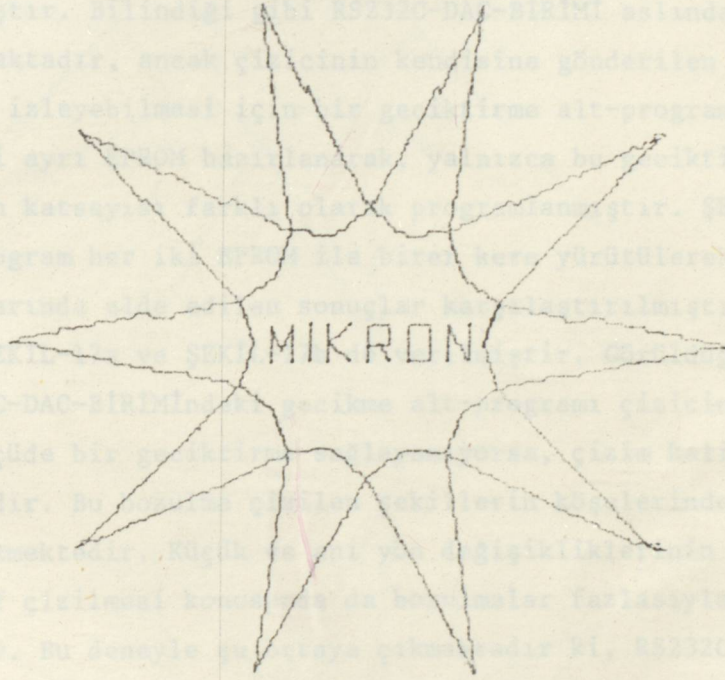
```

Geometrik Şekil İçin Program

ŞEKL-15

birbirlerine bağlanarak, şeklin kesikata çizgileriyle ortaya çıkarılmı-
şlar RS232C-DAC-BİRİMİ ile görevlidir. Eğer aynı şekil bir yatırıya
çizdirilmek istenseydi, şekiller arasındaki doğru parçalarına
karşılık gelecek birçok noktanın daha bilgisayar tarafından hesap-
lanması gerekecekti.

ŞEKİL-16 daki şeklin oluşturulması denemeleri sırasında ayrıca,
RS232C-DAC-BİRİMİnin çiziminin hazırlanması ile ilgili bir deney
de yapılmıştır. Bilindiği gibi RS232C-DAC-BİRİMİ altında çok hızlı
hesap yapmaktadır, ancak çiziminin kesikata çizilmesi analog
çizim yöntemiyle yapılmıştır. Çizim için kullanılan alt-program
sinyalleri izleyebilmek için çizim programı alt-program kullanılmı-
ştir. İki ayrı çizim yöntemi aynı anda çalıştırılarak çizim alt-
programının kesikata çizim hızı ve doğruluğu araştırılmıştır. ŞEKİL-16 ta
verilen program her iki çizim yöntemi için de çalıştırılmıştır. Çizim
çizim hızları ve doğrulukları karşılaştırılmıştır. Bu
sonuçlar ŞEKİL-16'da görülmektedir. Çizim hızları ve doğrulukları
eğer RS232C-DAC-BİRİMİnin çizim hızları ile karşılaştırılacak olursa
şekilde olduğu gibi bir çizim hızı ve doğruluğu elde edilmiştir.
Bu sonuçlar çizim hızları ve doğrulukları açısından değerlendirilince
dikkati çekmektedir. Çizim hızları ve doğrulukları aynı konuyu
oluşturan her çizim yöntemi için de benzer sonuçlar elde edilmiştir.
gelmektedir. Bu sonuçlar çizim hızları ve doğrulukları açısından
analog X-Y çizim yöntemi ile karşılaştırılabilir.



Geometrik Şekil Çizimi

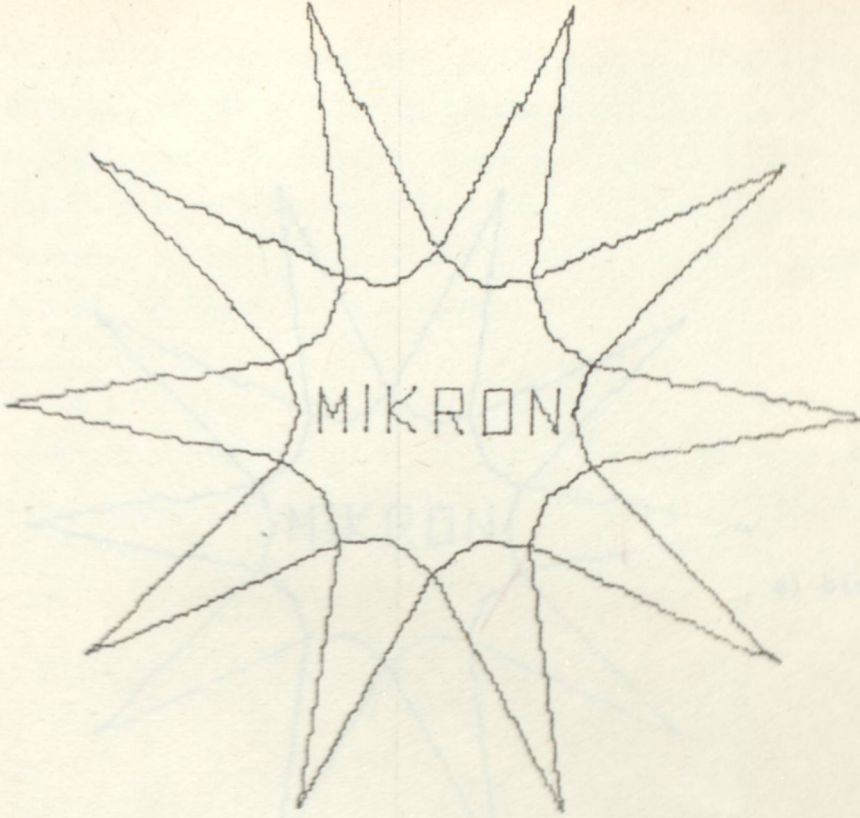
ŞEKİL-16

Dördüncü bir deneme yapıldı. ŞEKİL-16'daki çizim programı kullanılarak
ile yapılmıştır. Bu çizim programı RS232C-DAC-BİRİMİ ile çalıştırılarak
koordinat sayısı 1280'dir. Çizim programı gönderildiği noktalar
ile ilgili bütün veriler yapıldığı halde çalışmaktadır. "Stop Kasma"
programının özelliklerinden yararlanarak aynı konuyu çok hızlı bir şekilde
çizmek mümkündür. RS232C-DAC-BİRİMİ ve analog X-Y çizimden oluşan
çizim hızları ve doğrulukları karşılaştırılmak üzere, aynı şekil üç
kez kesikata çizdirilmiştir. Bu çizim ŞEKİL-16'da verilmiştir.
Şekilde dikkati çeken ayrıntılar bakımı iyi yapılmış olan
X-Y çizimden kaynaklanan ayrıntılardır. Bu ayrıntıların dışında
tekrar çizim yöntemlerinin çok iyi olduğu söylenebilir.

birbirlerine bağlanarak, şeklin kesiksiz çizgilerle ortaya çıkarılması RS232C-DAC-BİRİMİNİN görevidir. Eğer aynı şekil bir yazıcıya çizdirilmek istenseydi, köşeler arasındaki doğru parçalarına karşılık gelecek birçok noktanın daha bilgisayar tarafından hesaplanması gerekecekti.

ŞEKİL-16 daki şeklin oluşturulması denemeleri sırasında ayrıca, RS232C-DAC-BİRİMİNİN çizicinin hızına uyması ile ilgili bir deney de yapılmıştır. Bilindiği gibi RS232C-DAC-BİRİMİ aslında çok hızlı hesap yapmaktadır, ancak çizicinin kendisine gönderilen analog sinyalleri izleyebilmesi için bir geciktirme alt-programı kullanılmıştır. İki ayrı EPROM hazırlanarak, yalnızca bu geciktirme alt-programının katsayısı farklı olarak programlanmıştır. ŞEKİL-15 te verilen program her iki EPROM ile birer kere yürütülerek, değişik çizim hızlarında elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlar ŞEKİL-17a ve ŞEKİL-17b de verilmiştir. Görüldüğü gibi eğer RS232C-DAC-BİRİMİNDEKİ gecikme alt-programı çizicinin gereksindiği ölçüde bir geciktirme sağlayamıyorsa, çizim kalitesi bozulmaktadır. Bu bozulma çizilen şekillerin köşelerinde özellikle dikkati çekmektedir. Küçük ve ani yön değişikliklerinin söz konusu olduğu harf çizilmesi konusunda da bozulmalar fazlasıyla dikkati çekmektedir. Bu deneyle şu ortaya çıkmaktadır ki, RS232C-DAC-BİRİMİ, analog X-Y çizicinin hızına kesinlikle uymalıdır.

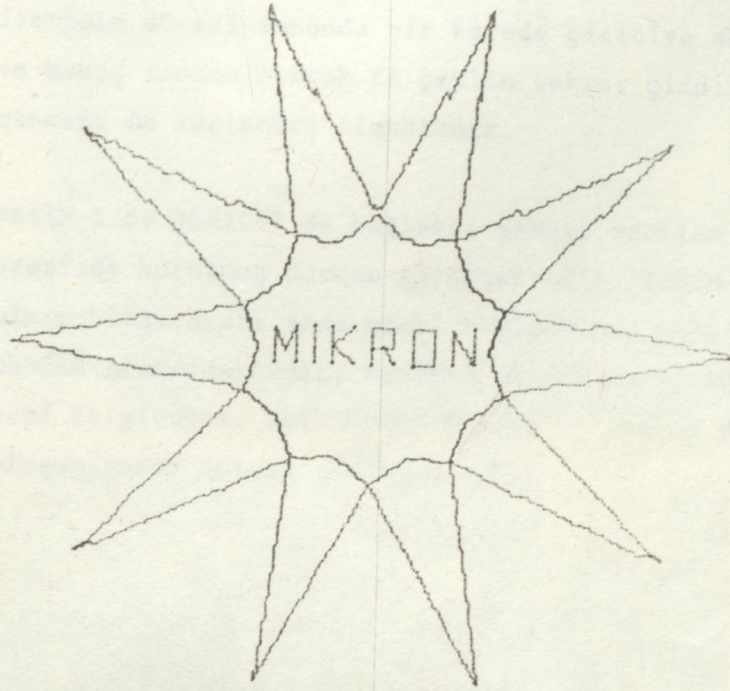
Dördüncü bir deneme gene ŞEKİL-15 te verilen programın yürütülmesi ile yapılmıştır. Söz konusu programın RS232C-DAC-BİRİMİNE aktardığı koordinat sayısı 1280'den azdır; yani programın gönderdiği, noktalar ile ilgili bütün veriler depo belleğine sığmaktadır. "Stop Kesme-programı"nın özelliğinden yararlanarak söz konusu şekli birkaç kez çizmek mümkündür. RS232C-DAC-BİRİMİ ve analog X-Y çiziciden oluşan ikilinin tekrarlayabilme yeteneğinin sınanması için, aynı şekil üç kez üstüste çizdirilmiştir. Bu çizim ŞEKİL-18 de verilmiştir. Şekilde dikkati çeken titretilmeler bakımı iyi yapılmamış olan X-Y çiziciden kaynaklanan parazitlerdir. Bu parazitlerin dışında tekrarlama yeteneğinin çok iyi olduğu söylenebilir.



a) Geciktirme
katsayısı
64



b) Geciktirme
katsayısı
7



a) bir kez çizim



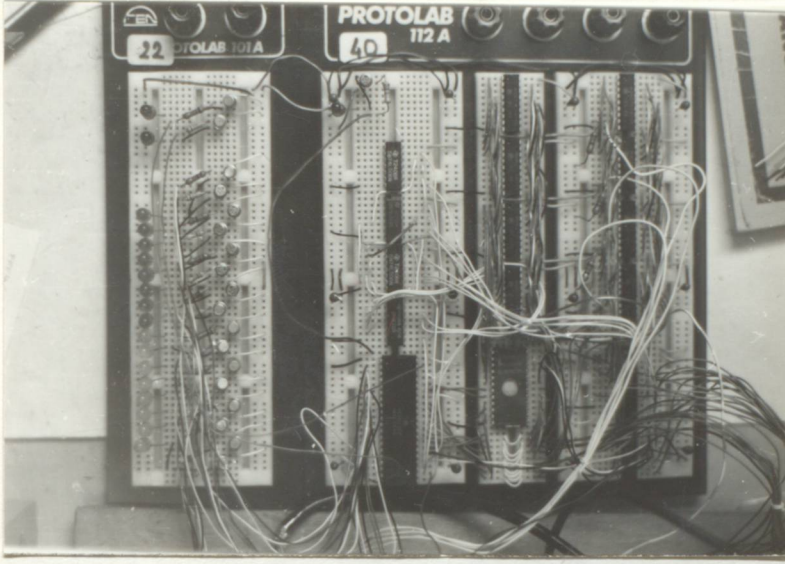
b) Üç kez üstüste

Tekrarlanabilirlik Deneyi Çizimi

ŞEKİL-18

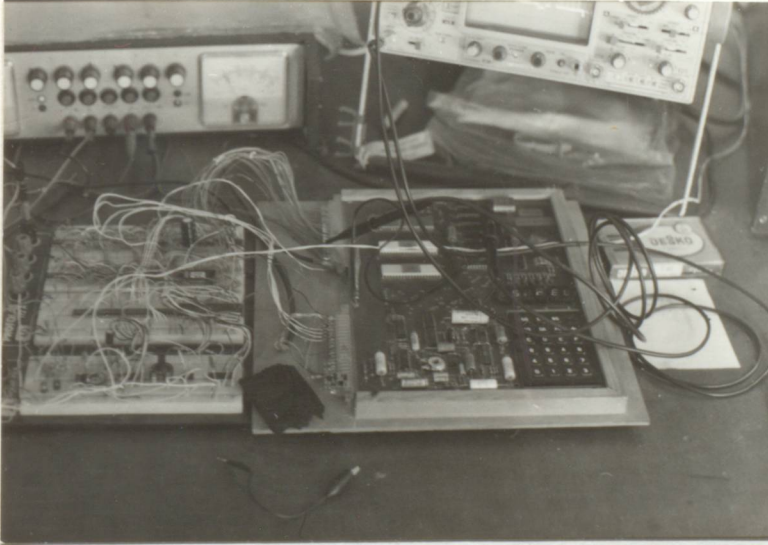
Yapılan deneyler sırasında görülmüştür ki, 1280 noktalık depo belleği bir çok uygulamada bilgisayardan verilerin bir kerede alınabilmesi için yeterli olmaktadır, ve böylece çizim bir iletişim süreci sonunda bir kerede çiziciye aktarılabilmekte ve bunun sonucu olarak ta şeklin tekrar çizdirilebilmesi olanağı da sağlanmış olmaktadır.

RESİM-1 de ŞEKİL-7 de bağlantı şeması verilen devrenin "proto-board" üzerinde kurulmuş durumu görülmektedir. RESİM-2, bu devre ile KİM mikro-bilgisayarı arasındaki bağlantıyı, yani RS232C-DAC-BİRİMİNİN tümünü göstermektedir. RESİM-3 te ise deneylerin yapıldığı ortam, yani bilgisayar, RS232C-DAC-BİRİMİ ve analog X-Y çizici üçlüsünden oluşan deney düzeni görülmektedir.



RESİM-1

KİM bilgisayarına
eklenen devre



RESİM-2

RS232C-DAC-BİRİMİ



RESİM-3

Deney düzeni

X. TEKNOLOJİK DEĞERLENDİRME

Bu tez çalışmasının konusuna karar verildiği 1980 yıllarında henüz sayısal X-Y çiziciler piyasaya çıkmamıştı. Bu açıdan bakıldığında, bu çalışma dünyadaki teknoloji ile bir paralellik kurmuş durumdadır. Ancak sayısal bir X-Y çiziciye duyulan gereksinme çok büyük olduğundan, bu konu üzerinde büyük firmalar tarafından çok yoğun çalışmalar yapılmıştır. Buna karşılık bu tez çalışması temelde bir kişinin çabaları ile sonuca ulaşmıştır. Tez çalışmasının sonuçlandığı şu sıralarda, bu nedenle, çok ileri sayısal X-Y çiziciler piyasaya çıkmış bulunmaktadır. Ortaya çıkan bu durum en azından tez konusunun, uygulamalardan uzak değil, tam tersine gerçek gereksinmeler doğrultusunda ve uygulaması olan bir konu olduğunu göstermektedir.

Bu tez çalışmasında çok ileri ve yetenekli bir arabirim oluşturulması iddiasında bulunmak yerine, böyle bir işlevin gerçekleştirilmesinin yollarının araştırılması ve olanakların saptanması hedef olarak seçilmiştir. Daha ileri ve çok daha yetenekli bir arabirimin oluşturulması, bu çalışma yapıldıktan sonra çok güç değildir. Özellikle "hardware" alanında hiç bir değişiklik yapılmadan bile bu gelişme sağlanabilir. Çünkü belirli bir "hardware" sistem oluşturulduktan sonra, ortaya konacak performansı yalnızca yazılan programlar belirlemektedir. Bu çalışma için yaklaşık 1500 byte'lık bir yazılım gerçekleştirilmiştir. Bu yazılım değiştirilip geliştirilerek, örneğin 8 KByte'a çıkarılabilir ve çok yetenekli bir arabirim elde edilmiş olabilir. Tabii ki şunu da unutmamak gerekir ki, arabirimin bağlanmasının söz konusu olduğu mekanik sistemin, yani analog X-Y çizicinin de daha kaliteli olması elde edilecek sonuca etki edecektir.

RS232C-DAC-BİRİMİNİN sağladığı çizim dakikliği (1/256) yeterli bulunmadığı takdirde, basit bir "hardware" ekleme ile çok daha hassas bir analog çıkış elde edilebilir. Bunun için RS232C-DAC-BİRİMİ kapsamına bir PIA daha eklemek yeterli olacaktır. Böylece PIA'lardan biri X öteki de Y analog işaretleri için kullanılabilirler ve her bir 6821 tümdevresinde iki adet sekizer bit'lik çıkış kapısı bulunduğuna göre, 16 bit'lik bir dakiklik elde edilmiş olur. 16 bit'lik dakiklik belki de anlamsız derecede bir hassaslık getirmektedir, çünkü bu 1/65536 lık bir dakikliğe karşılık gelmektedir ki, eğer çizim alanının 256 milimetre olduğunu düşünürsek, bu milimetrenin 256'da biri kadar (yani yaklaşık 4 mikrometre) hassasiyete karşılık olmaktadır. Tabii ki PIA'ların sunduğu 16 bit'in hepsinin kullanılması zorunlu değildir. İsteğe göre 10 bit'lik yada 12 bit'lik, daha alışılmış hassasiyetler elde edilebilir.

Bu çalışmada ortaya konan RS232C-DAC-BİRİMİ tam olarak piyasaya çıkan sayısal X-Y çizici türündeki aygıtlara karşılık gelmemektedir. RS232C-DAC-BİRİMİ, seri iletişim olanağı sağlayan herhangi bir bilgisayarı, herhangi (en basit ve ucuz) bir analog X-Y çiziciye bağlamak için kullanılmaktadır. Bu özelliği ile, zaten hazır bulunan bilgisayar ve analog X-Y çizicilerden daha yüksek bir performans alabilmenin ekonomik bir yolunu sağlamış olmaktadır. Bir anlamda, elde hazır bulunan bir basit analog X-Y çizicinin ekonomik bir yolla yetenekli bir sayısal X-Y çiziciye dönüştürülmesi yolunu açmaktadır.

RS232C-DAC-BİRİMİ, eğer bir analog X-Y çizicinin fiziksel kapsamı içine alınırsa ortaya çıkacak olan aygıt bir sayısal X-Y çizici olacaktır. Bu yol, piyasada bulunan aygıtlara baktığımızda, şimdiye dek yeğ tutulmuştur. Ancak bu noktada, yapılan tez çalışmasının ışığında, akla başka bir yol daha gelmektedir. RS232C-DAC-BİRİMİ bir bilgisayarın fiziksel kapsamı içine de alınabilir. Bu durumda analog X ve Y çıkışları olan bir bilgisayar elde edilmiş olunur. Gerek arabirimin, gerekse söz konusu bilgisayarın işletim sistemi programlarında yapılacak geliştirmeler ile RS232C-DAC-BİRİMİNİN doğrudan bilgisayar tarafından kontrol

edilmesi sağlanabilir. RS232C-DAC-BİRİMİnde sabit olarak programlanmış olan bazı bölümlerin, bilgisayar aracılığı ile programlanabilir (yani değiştirilebilir) hale getirilmesiyle (örneğin geciktirme alt-programındaki geciktirme katsayısı) çok kullanışlı bir X-Y çıkışı elde edilmiş olunur. Böyle bir X-Y çıkışı bir analog X-Y çiziciye bilgi aktarmak için kullanılabilirdiği gibi, bir osiloskopa bağlanarak hesap sonuçlarının osiloskop ekranından izlenmesi, yada bilgisayarın dolaysız olarak örneğin bir torna tezgahını çalıştırabilmesi olanağını sağlayabilir.

XI. SONUÇ

Deneysel sonuçlar bölümünde de görüldüğü gibi RS232C-DAC-BİRİMİ, tez çalışmasının başında öngörülen işlevleri yapmakta başarılı olmuş, bilgisayar tarafından hesaplanıp kendisine gönderilen koordinat değerleri ve kalem durumu bilgilerinden yararlanarak, bir yazıcı ile elde edilecek sonuca göre çok daha kaliteli eğri yada şekillerin elde edilmesini sağlamıştır. RS232C-DAC-BİRİMİNİN bu tezde sunulan özellik ve yetenekleri, teknolojik değerlendirme bölümünde de değinildiği gibi, basit programlar aracılığı ile ve basit hardware eklemeler yoluyla, temel düşünce ve yöntemlerde bir değişiklik yapılmaksızın, daha ileri bir seviyeye ulaştırılabilir. Bu durumyla tez çalışması, dünyada bu konu ile ilgili en son gelişmelere paralellik sağlayacak ve uygulanabilirliği yadsınamaz konulara yönelecek bir düzeye varmıştır.

HEX	ASD	0	1	2	3	4	5	6	7
LSD	BITS	DC0	DC1	DC2	DC3	DC4	DC5	DC6	DC7
0	0000	NUL	DL	SPACE	0	0	P	-	p
1	0001	SOH	DC1	1	1	A	Q	a	q
2	0010	STX	DC2	2	2	B	R	b	r
3	0011	ETX	DC3	3	3	C	S	c	s
4	0100	EDT	DC4	4	4	D	T	d	t
5	0101	ENC	NAK	5	5	E	U	e	u
6	0110	ACK	SYN	6	6	F	V	f	v
7	0111	BEL	ETB	7	7	G	W	g	w
8	1000	BS	CAN	8	8	H	X	h	x
9	1001	HT	EM	9	9	I	Y	i	y
A	1010	LF	SUB	A	A	J	Z	j	z
B	1011	VT	ESC	B	B	K	[	k	[
C	1100	FF	FS	C	C	L	\	l	\
D	1101	CR	GS	D	D	M	]	m]
E	1110	SO	RS	E	E	N	^	n	^
F	1111	SI	US	F	F	O	_	o	_

EK-A
ASCII Tablosu

- NUL - Null
- SOH - Start of Heading
- STX - Start of Text
- ETX - End of Text
- EDT - End of Transmission
- ENC - Enquiry
- ACK - Acknowledge
- BEL - Bell
- BS - Backspace
- HT - Horizontal Tabulation
- LF - Line Feed
- VT - Vertical Tabulation
- FF - Form Feed
- CR - Carriage Return
- SO - Shift Out
- SI - Shift in
- DL - Data Link Escape
- DC - Device Control
- NAK - Negative Acknowledge
- SYN - Synchronous Idle
- ETB - End of Transmission Block
- CAN - Cancel
- EM - End of Message
- SUB - Substitute
- ESC - Escape
- FS - File Separator
- GS - Group Separator
- RS - Record Separator
- US - Unit Separator
- SP - Space (Blank)
- DEL - Delete

HEX	MSD	0	1	2	3	4	5	6	7
LSD	BITS	000	001	010	011	100	101	110	111
0	0000	NUL	DLE	SPACE	0	@	P	-	p
1	0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
2	0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
3	0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
4	0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
5	0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
6	0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
7	0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
8	1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
A	1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
B	1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
C	1100	FF	FS	,	<	L	\	l	--
D	1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
E	1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
F	1111	SI	US	/	?	O	←	o	DEL

NUL	—Null	DLE	—Data Link Escape
SOH	—Start of Heading	DC	—Device Control
STX	—Start of Text	NAK	—Negative Acknowledge
ETX	—End of Text	SYN	—Synchronous Idle
EOT	—End of Transmission	ETB	—End of Transmission Block
ENQ	—Enquiry	CAN	—Cancel
ACK	—Acknowledge	EM	—End of Medium
BEL	—Bell	SUB	—Substitute
BS	—Backspace	ESC	—Escape
HT	—Horizontal Tabulation	FS	—File Separator
LF	—Line Feed	GS	—Group Separator
VT	—Vertical Tabulation	RS	—Record Separator
FF	—Form Feed	US	—Unit Separator
CR	—Carriage Return	SP	—Space (Blank)
SO	—Shift Out	DEL	—Delete
SI	—Shift In		



MOTOROLA Semiconductors

MC6821
(1.0 MHz)
MC68A21
(1.5 MHz)
MC68B21
(2.0 MHz)

PERIPHERAL INTERFACE ADAPTER (PIA)

The MC6821 Peripheral Interface Adapter provides the universal means of interfacing peripheral equipment to the 68000 family of microprocessors. The device is capable of generating the signals to control peripheral through two 8-bit bidirectional (output) data buses and four control lines. No external logic is required for interfacing to most peripheral devices.

The functional configuration of the PIA is programmed by the PIA's digital control registers. Each of the peripheral control lines is programmed to act as an input or output, and each of the peripheral control lines may be programmed for one of three control modes. This allows a high degree of flexibility in the overall operation of the adapter.

• 8-bit Bidirectional Data Bus for Communications

• 68000

- Two Subchannels & 8-bit Buses for Interfacing to Peripherals
- Two Programmable Control Registers
- Two Programmable Data Direction Registers
- Two Individually Configurable Interrupt Input Lines, Two Maskable Peripheral Control Outputs
- Hardware Control Lines for Input and Output Parity Operations
- High-impedance Tri-state Data and Direct Tri-state Data Outputs
- Programmable Interrupt and Interrupt Mask Capability
- CMOS Drive Capability on Data A Peripheral Lines
- Two TTL Drive Capability on Data A and B Side Buses
- 80C Compatible
- Static Operation

EK-B

"Data Sheet"ler

6821

2716

2114

1408

MOS 8-BIT/16-BIT BIPHONIC PERIPHERAL INTERFACE ADAPTER



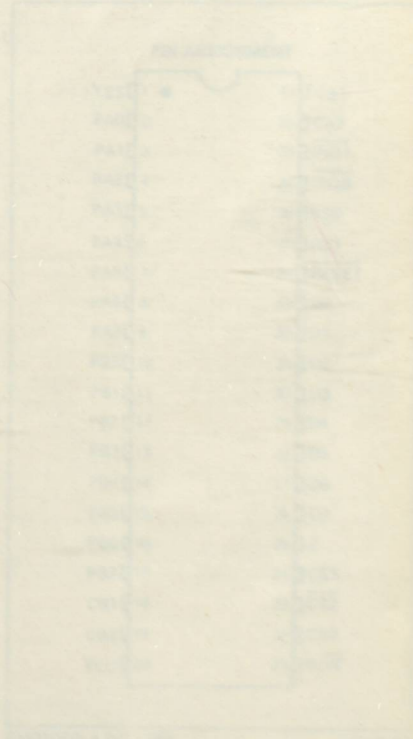
MAXIMUM RATINGS

Characteristic	Symbol	Units	Min	Max
Supply Voltage	V _{DD}	V	0	5.0
Input Voltage	V _I	V	-0.5	5.5
Output Current (Sinking)	I _{OL}	mA	0	10
Output Current (Sourcing)	I _{OH}	mA	0	10
Storage Temperature Range	T _{STG}	°C	-55	125

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Units	Min	Max
Thermal Resistance	θ _{JA}	°C/W	25	50
Case				
Pin				
Core				

The device is designed to operate at ambient temperatures up to 125°C. The maximum junction temperature should not exceed 150°C. The maximum power dissipation should be limited to 100 mW. The maximum power dissipation should be limited to 100 mW. The maximum power dissipation should be limited to 100 mW.





MOTOROLA
Semiconductors

MC6821
(1.0 MHz)

MC68A21
(1.5 MHz)

MC68B21
(2.0 MHz)

PERIPHERAL INTERFACE ADAPTER (PIA)

The MC6821 Peripheral Interface Adapter provides the universal means of interfacing peripheral equipment to the M6800 family of microprocessors. This device is capable of interfacing the MPU to peripherals through two 8-bit bidirectional peripheral data buses and four control lines. No external logic is required for interfacing to most peripheral devices.

The functional configuration of the PIA is programmed by the MPU during system initialization. Each of the peripheral data lines can be programmed to act as an input or output, and each of the four control/interrupt lines may be programmed for one of several control modes. This allows a high degree of flexibility in the overall operation of the interface.

- 8-Bit Bidirectional Data Bus for Communication with the MPU
- Two Bidirectional 8-Bit Buses for Interface to Peripherals
- Two Programmable Control Registers
- Two Programmable Data Direction Registers
- Four Individually-Controlled Interrupt Input Lines; Two Usable as Peripheral Control Outputs
- Handshake Control Logic for Input and Output Peripheral Operation
- High-Impedance Three-State and Direct Transistor Drive Peripheral Lines
- Program Controlled Interrupt and Interrupt Disable Capability
- CMOS Drive Capability on Side A Peripheral Lines
- Two TTL Drive Capability on All A and B Side Buffers
- TTL-Compatible
- Static Operation

MAXIMUM RATINGS

Characteristics	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	V _{CC}	-0.3 to +7.0	V
Input Voltage	V _{in}	-0.3 to +7.0	V
Operating Temperature Range	T _A	T _L to T _H 0 to 70 -40 to +85	°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	-55 to +150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

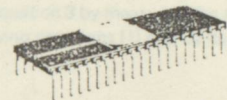
Characteristic	Symbol	Value	Unit
Thermal Resistance			
Ceramic	θ _{JA}	50	°C/W
Plastic		100	
Cerdip		60	

This device contains circuitry to protect the inputs against damage due to high static voltages or electric fields; however, it is advised that normal precautions be taken to avoid application of any voltage higher than maximum-rated voltages to this high-impedance circuit. Reliability of operation is enhanced if unused inputs are tied to an appropriate logic voltage (i.e., either V_{SS} or V_{CC}).

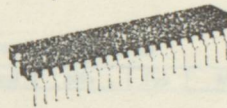
MOS

(N-CHANNEL, SILICON-GATE,
DEPLETION LOAD)

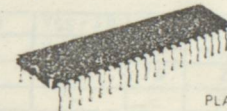
**PERIPHERAL INTERFACE
ADAPTER**



L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 715

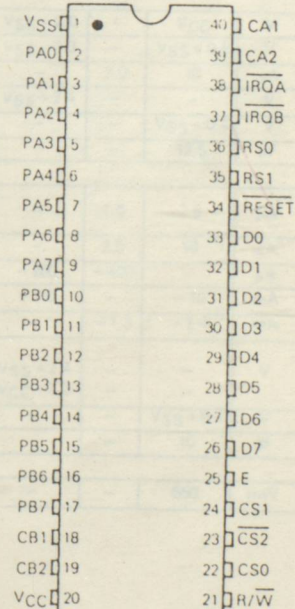


S SUFFIX
CERDIP PACKAGE
CASE 734



P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 711

PIN ASSIGNMENT



MC6821•MC68A21•MC68B21

POWER CONSIDERATIONS

The average chip-junction temperature, T_J , in °C can be obtained from:

$$T_J = T_A + (P_D \cdot \theta_{JA}) \quad (1)$$

Where:

T_A = Ambient Temperature, °C

θ_{JA} = Package Thermal Resistance, Junction-to-Ambient, °C/W

$P_D = P_{INT} + P_{PORT}$

$P_{INT} = I_{CC} \times V_{CC}$, Watts – Chip Internal Power

P_{PORT} = Port Power Dissipation, Watts – User Determined

For most applications $P_{PORT} \ll P_{INT}$ and can be neglected. P_{PORT} may become significant if the device is configured to drive Darlington bases or sink LED loads.

An approximate relationship between P_D and T_J (if P_{PORT} is neglected) is:

$$P_D = K + (T_J + 273^\circ\text{C}) \quad (2)$$

Solving equations 1 and 2 for K gives:

$$K = P_D \cdot (T_A + 273^\circ\text{C}) + \theta_{JA} \cdot P_D^2 \quad (3)$$

Where K is a constant pertaining to the particular part. K can be determined from equation 3 by measuring P_D (at equilibrium) for a known T_A . Using this value of K the values of P_D and T_J can be obtained by solving equations (1) and (2) iteratively for any value of T_A .

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 5.0 \text{ Vdc} \pm 5\%$, $V_{SS} = 0$, $T_A = T_L$ to T_H unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
BUS CONTROL INPUTS (R/W, Enable, RESET, RS0, RS1, CS0, CS1, CS2)					
Input High Voltage	V_{IH}	$V_{SS} + 2.0$	–	V_{CC}	V
Input Low Voltage	V_{IL}	$V_{SS} - 0.3$	–	$V_{SS} + 0.8$	V
Input Leakage Current ($V_{in} = 0$ to 5.25 V)	I_{in}	–	1.0	2.5	μA
Capacitance ($V_{in} = 0$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)	C_{in}	–	–	7.5	pF
INTERRUPT OUTPUTS (IROA, IROB)					
Output Low Voltage ($I_{Load} = 3.2 \text{ mA}$)	V_{OL}	–	–	$V_{SS} + 0.4$	V
Three-State Output Leakage Current	I_{OZ}	–	1.0	10	μA
Capacitance ($V_{in} = 0$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)	C_{out}	–	–	5.0	pF
DATA BUS (D0-D7)					
Input High Voltage	V_{IH}	$V_{SS} + 2.0$	–	V_{CC}	V
Input Low Voltage	V_{IL}	$V_{SS} - 0.3$	–	$V_{SS} + 0.8$	V
Three-State Input Leakage Current ($V_{in} = 0.4$ to 2.4 V)	I_{IZ}	–	2.0	10	μA
Output High Voltage ($I_{Load} = -205 \mu\text{A}$)	V_{OH}	$V_{SS} + 2.4$	–	–	V
Output Low Voltage ($I_{Load} = 1.6 \text{ mA}$)	V_{OL}	–	–	$V_{SS} + 0.4$	V
Capacitance ($V_{in} = 0$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)	C_{in}	–	–	12.5	pF
PERIPHERAL BUS (PA0-PA7, PB0-PB7, CA1, CA2, CB1, CB2)					
Input Leakage Current ($V_{in} = 0$ to 5.25 V) R/W, RESET, RS0, RS1, CS0, CS1, CS2, CA1, CB1, Enable	I_{in}	–	1.0	2.5	μA
Three-State Input Leakage Current ($V_{in} = 0.4$ to 2.4 V)	I_{IZ}	–	2.0	10	μA
Input High Current ($V_{IH} = 2.4 \text{ V}$)	I_{IH}	–200	–400	–	μA
Darlington Drive Current ($V_O = 1.5 \text{ V}$)	I_{OH}	–1.0	–	–10	mA
Input Low Current ($V_{IL} = 0.4 \text{ V}$)	I_{IL}	–	–1.3	–2.4	mA
Output High Voltage ($I_{Load} = -200 \mu\text{A}$) ($I_{Load} = -10 \mu\text{A}$)	V_{OH}	$V_{SS} + 2.4$ $V_{CC} - 1.0$	–	–	V
Output Low Voltage ($I_{Load} = 3.2 \text{ mA}$)	V_{OL}	–	–	$V_{SS} + 0.4$	V
Capacitance ($V_{in} = 0$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)	C_{in}	–	–	10	pF
POWER REQUIREMENTS					
Internal Power Dissipation (Measured at $T_A = T_L$)	P_{INT}	–	–	550	mW



MOTOROLA Semiconductor Products Inc.

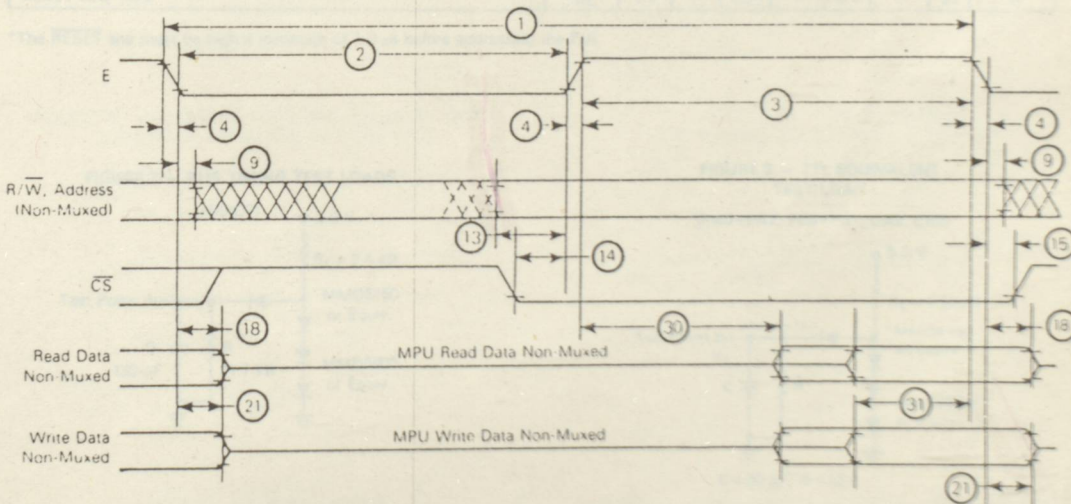
MC6821, MC68A21, MC68B21

BUS TIMING CHARACTERISTICS (See Notes 1 and 2)

Ident. Number	Characteristic	Symbol	MC6821		MC68A21		MC68B21		Unit
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	
1	Cycle Time	t_{cyc}	1.0	10	0.67	10	0.5	10	μs
2	Pulse Width, E Low	PW_{EL}	430	-	280	-	210	-	ns
3	Pulse Width, E High	PW_{EH}	450	-	280	-	220	-	ns
4	Clock Rise and Fall Time	t_r, t_f	-	25	-	25	-	20	ns
9	Address Hold Time	t_{AH}	10	-	10	-	10	-	ns
13	Address Setup Time Before E	t_{AS}	80	-	60	-	40	-	ns
14	Chip Select Setup Time Before E	t_{CS}	80	-	60	-	40	-	ns
15	Chip Select Hold Time	t_{CH}	10	-	10	-	10	-	ns
18	Read Data Hold Time	t_{DHR}	20	50*	20	50*	20	50*	ns
21	Write Data Hold Time	t_{DHW}	10	-	10	-	10	-	ns
30	Output Data Delay Time	t_{DDR}	-	290	-	180	-	150	ns
31	Input Data Setup Time	t_{DSW}	165	-	80	-	60	-	ns

* The data bus output buffers are no longer sourcing or sinking current by t_{DHRmax} (chip impedance)

FIGURE 1 - BUS TIMING



Notes

1. Voltage levels shown are $V_L \leq 0.4$ V, $V_H \geq 2.4$ V, unless otherwise specified.
2. Measurement points shown are 0.8 V and 2.0 V, unless otherwise specified.



MOTOROLA Semiconductor Products Inc.

MC6821•MC68A21•MC68B21

PERIPHERAL TIMING CHARACTERISTICS (V_{CC} = 5.0 V ± 5%, V_{SS} = 0 V, T_A = T_L to T_H unless otherwise specified)

Characteristic	Symbol	MC6821		MC68A21		MC68B21		Unit	Reference Fig. No.
		Min	Max	Min	Max	Min	Max		
Data Setup Time	t _{PDS}	200	—	135	—	100	—	ns	6
Data Hold Time	t _{PDH}	0	—	0	—	0	—	ns	6
Delay Time, Enable Negative Transition to CA2 Negative Transition	t _{CA2}	—	1.0	—	0.670	—	0.500	μs	3, 7, 8
Delay Time, Enable Negative Transition to CA2 Positive Transition	t _{RS1}	—	1.0	—	0.670	—	0.500	μs	3, 7
Rise and Fall Times for CA1 and CA2 Input Signals	t _{r, f}	—	1.0	—	1.0	—	1.0	μs	8
Delay Time from CA1 Active Transition to CA2 Positive Transition	t _{RS2}	—	2.0	—	1.35	—	1.0	μs	3, 8
Delay Time, Enable Negative Transition to Data Valid	t _{PDW}	—	1.0	—	0.670	—	0.5	μs	3, 9, 10
Delay Time, Enable Negative Transition to CMOS Data Valid PA0-PA7, CA2	t _{CMOS}	—	2.0	—	1.35	—	1.0	μs	4, 9
Delay Time, Enable Positive Transition to CB2 Negative Transition	t _{CB2}	—	1.0	—	0.670	—	0.5	μs	3, 11, 12
Delay Time, Data Valid to CB2 Negative Transition	t _{DC}	20	—	20	—	20	—	ns	3, 10
Delay Time, Enable Positive Transition to CB2 Positive Transition	t _{RS1}	—	1.0	—	0.670	—	0.5	μs	3, 11
Control Output Pulse Width, CA2/CB2	PW _{CT}	500	—	375	—	250	—	ns	3, 11
Rise and Fall Time for CB1 and CB2 Input Signals	t _{r, f}	—	1.0	—	1.0	—	1.0	μs	12
Delay Time, CB1 Active Transition to CB2 Positive Transition	t _{RS2}	—	2.0	—	1.35	—	1.0	μs	3, 12
Interrupt Release Time, IRQA and IROB	t _{IR}	—	1.60	—	1.10	—	0.85	μs	5, 14
Interrupt Response Time	t _{RS3}	—	1.0	—	1.0	—	1.0	μs	5, 13
Interrupt Input Pulse Time	PW _I	500	—	500	—	500	—	ns	13
RESET Low Time*	t _{RL}	1.0	—	0.66	—	0.5	—	μs	15

*The RESET line must be high a minimum of 1.0 μs before addressing the PIA.

FIGURE 2 — BUS TIMING TEST LOADS

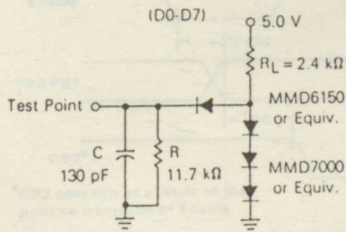


FIGURE 3 — TTL EQUIVALENT TEST LOAD

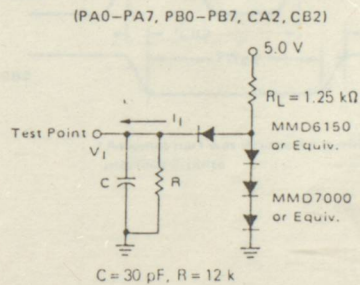


FIGURE 4 — CMOS EQUIVALENT TEST LOAD

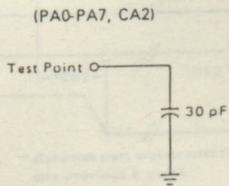
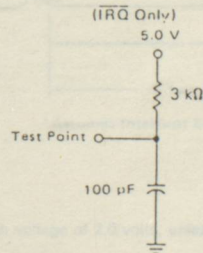


FIGURE 5 — NMOS EQUIVALENT TEST LOAD



MC6821/MC68A21/MC68B21

FIGURE 6 — PERIPHERAL DATA SETUP AND HOLD TIMES
(Read Mode)

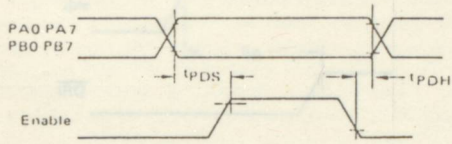


FIGURE 7 — CA2 DELAY TIME
(Read Mode; CRA-5 = CRA-3 = 1, CRA-4 = 0)

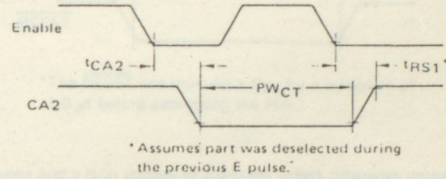


FIGURE 8 — CA2 DELAY TIME
(Read Mode; CRA-5 = 1, CRA-3 = CRA-4 = 0)

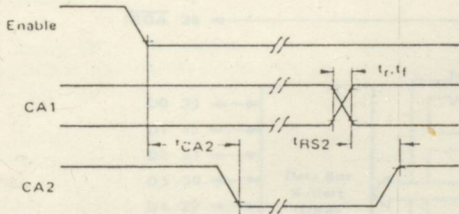


FIGURE 9 — PERIPHERAL CMOS DATA DELAY TIMES
(Write Mode; CRA-5 = CRA-3 = 1, CRA-4 = 0)

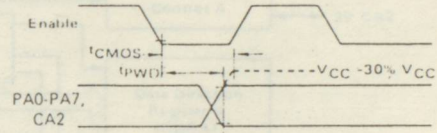


FIGURE 10 — PERIPHERAL DATA AND CB2 DELAY TIMES
(Write Mode; CRB-5 = CRB-3 = 1, CRB-4 = 0)

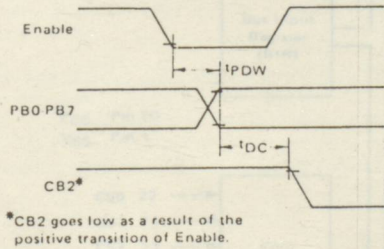


FIGURE 11 — CB2 DELAY TIME
(Write Mode; CRB-5 = CRB-3 = 1, CRB-4 = 0)

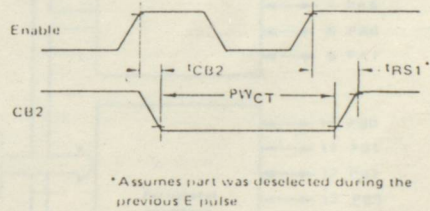


FIGURE 12 — CB2 DELAY TIME
(Write Mode; CRB-5 = 1, CRB-3 = CRB-4 = 0)

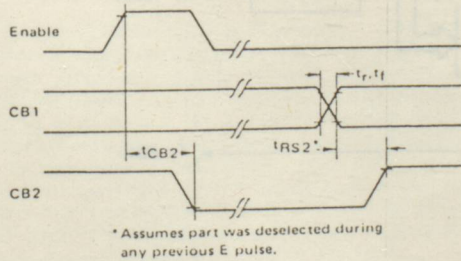
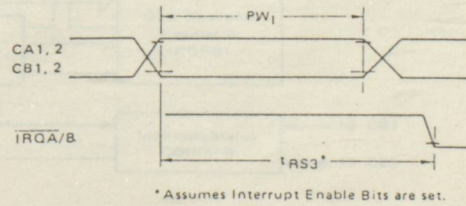


FIGURE 13 — INTERRUPT PULSE WIDTH AND \overline{IRQ} RESPONSE



Note: Timing measurements are referenced to and from a low voltage of 0.8 volts and a high voltage of 2.0 volts, unless otherwise noted.



FIGURE 14 — \overline{IR} RELEASE TIME

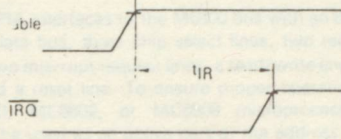
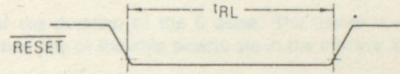


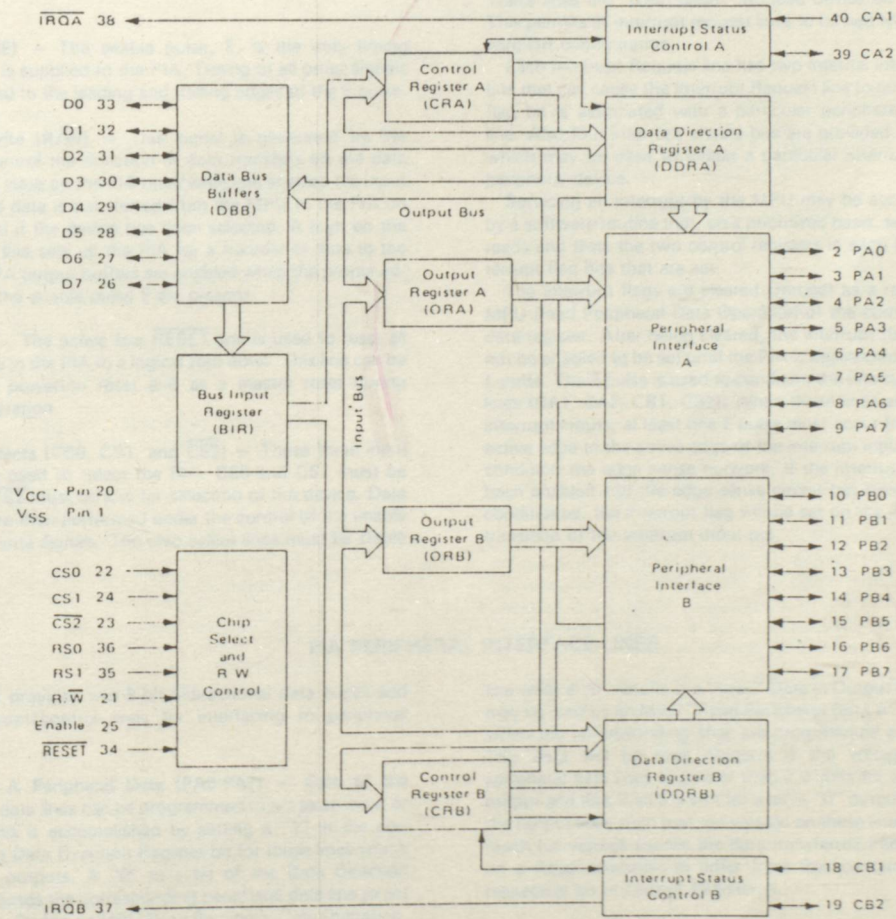
FIGURE 15 — \overline{RESET} LOW TIME



*The \overline{RESET} line must be a V_{IH} for a minimum of $1.0 \mu s$ before addressing the PIA.

Note: Timing measurements are referenced to and from a low voltage of 0.8 volts and a high voltage of 2.0 volts, unless otherwise noted.

FIGURE 16 — EXPANDED BLOCK DIAGRAM



MC6821 • MC68A21 • MC68B21

PIA INTERFACE SIGNALS FOR MPU

The PIA interfaces to the M6800 bus with an 8-bit bidirectional data bus, three chip select lines, two register select lines, two interrupt request lines, a read/write line, an enable line and a reset line. To ensure proper operation with the MC6800, MC6802, or MC6808 microprocessors, VMA should be used as an active part of the address decoding.

Bidirectional Data (D0-D7) — The bidirectional data lines (D0-D7) allow the transfer of data between the MPU and the PIA. The data bus output drivers are three-state devices that remain in the high-impedance (off) state except when the MPU performs a PIA read operation. The read/write line is in the read (high) state when the PIA is selected for a read operation.

Enable (E) — The enable pulse, E, is the only timing signal that is supplied to the PIA. Timing of all other signals is referenced to the leading and trailing edges of the E pulse.

Read/Write (R/ \bar{W}) — This signal is generated by the MPU to control the direction of data transfers on the data bus. A low state on the PIA read/write line enables the input buffers and data is transferred from the MPU to the PIA on the E signal if the device has been selected. A high on the read/write line sets up the PIA for a transfer of data to the bus. The PIA output buffers are enabled when the proper address and the enable pulse E are present.

RESET — The active low $\overline{\text{RESET}}$ line is used to reset all register bits in the PIA to a logical zero (low). This line can be used as a power-on reset and as a master reset during system operation.

Chip Selects (CS0, CS1, and $\overline{\text{CS2}}$) — These three input signals are used to select the PIA. CS0 and CS1 must be high and $\overline{\text{CS2}}$ must be low for selection of the device. Data transfers are then performed under the control of the enable and read/write signals. The chip select lines must be stable

for the duration of the E pulse. The device is deselected when any of the chip selects are in the inactive state.

Register Selects (RS0 and RS1) — The two register select lines are used to select the various registers inside the PIA. These two lines are used in conjunction with internal Control Registers to select a particular register that is to be written or read.

The register and chip select lines should be stable for the duration of the E pulse while in the read or write cycle.

Interrupt Request ($\overline{\text{IRQA}}$ and $\overline{\text{IRQB}}$) — The active low Interrupt Request lines ($\overline{\text{IRQA}}$ and $\overline{\text{IRQB}}$) act to interrupt the MPU either directly or through interrupt priority circuitry. These lines are "open drain" (no load device on the chip). This permits all interrupt request lines to be tied together in a wire-OR configuration.

Each Interrupt Request line has two internal interrupt flag bits that can cause the Interrupt Request line to go low. Each flag bit is associated with a particular peripheral interrupt line. Also, four interrupt enable bits are provided in the PIA which may be used to inhibit a particular interrupt from a peripheral device.

Servicing an interrupt by the MPU may be accomplished by a software routine that, on a prioritized basis, sequentially reads and tests the two control registers in each PIA for interrupt flag bits that are set.

The interrupt flags are cleared (zeroed) as a result of an MPU Read Peripheral Data Operation of the corresponding data register. After being cleared, the interrupt flag bit cannot be enabled to be set until the PIA is deselected during an E pulse. The E pulse is used to condition the interrupt control lines (CA1, CA2, CB1, CB2). When these lines are used as interrupt inputs, at least one E pulse must occur from the inactive edge to the active edge of the interrupt input signal to condition the edge sense network. If the interrupt flag has been enabled and the edge sense circuit has been properly conditioned, the interrupt flag will be set on the next active transition of the interrupt input pin.

PIA PERIPHERAL INTERFACE LINES

The PIA provides two 8-bit bidirectional data buses and four interrupt/control lines for interfacing to peripheral devices.

Section A Peripheral Data (PA0-PA7) — Each of the peripheral data lines can be programmed to act as an input or output. This is accomplished by setting a "1" in the corresponding Data Direction Register bit for those lines which are to be outputs. A "0" in a bit of the Data Direction Register causes the corresponding peripheral data line to act as an input. During an MPU Read Peripheral Data Operation, the data on peripheral lines programmed to act as inputs appears directly on the corresponding MPU Data Bus lines. In the input mode, the internal pullup resistor on these lines represents a maximum of 1.5 standard TTL loads.

The data in Output Register A will appear on the data lines that are programmed to be outputs. A logical "1" written into the register will cause a "high" on the corresponding data

line while a "0" results in a "low." Data in Output Register A may be read by an MPU "Read Peripheral Data A" operation when the corresponding lines are programmed as outputs. This data will be read properly if the voltage on the peripheral data lines is greater than 2.0 volts for a logic "1" output and less than 0.8 volt for a logic "0" output. Loading the output lines such that the voltage on these lines does not reach full voltage causes the data transferred into the MPU on a Read operation to differ from that contained in the respective bit of Output Register A.

Section B Peripheral Data (PB0-PB7) — The peripheral data lines in the B Section of the PIA can be programmed to act as either inputs or outputs in a similar manner to PA0-PA7. They have three-state capability, allowing them to enter a high-impedance state when the peripheral data line is used as an input. In addition, data on the peripheral data lines



MOTOROLA Semiconductor Products Inc.

MC6821 • MC68A21 • MC68B21

PB0-PB7 will be read properly from those lines programmed as outputs even if the voltages are below 2.0 volts for a "high" or above 0.8 V for a "low". As outputs, these lines are compatible with standard TTL and may also be used as a source of up to 1 milliampere at 1.5 volts to directly drive the base of a transistor switch.

Interrupt Input (CA1 and CB1) — Peripheral input lines CA1 and CB1 are input only lines that set the interrupt flags of the control registers. The active transition for these signals is also programmed by the two control registers.

Peripheral Control (CA2) — The peripheral control line CA2 can be programmed to act as an interrupt input or as a

peripheral control output. As an output, this line is compatible with standard TTL; as an input the internal pullup resistor on this line represents 1.5 standard TTL loads. The function of this signal line is programmed with Control Register A.

Peripheral Control (CB2) — Peripheral Control line CB2 may also be programmed to act as an interrupt input or peripheral control output. As an input, this line has high input impedance and is compatible with standard TTL. As an output it is compatible with standard TTL and may also be used as a source of up to 1 milliampere at 1.5 volts to directly drive the base of a transistor switch. This line is programmed by Control Register B.

INTERNAL CONTROLS

INITIALIZATION

A RESET has the effect of zeroing all PIA registers. This will set PA0-PA7, PB0-PB7, CA2 and CB2 as inputs, and all interrupts disabled. The PIA must be configured during the restart program which follows the reset.

There are six locations within the PIA accessible to the MPU data bus: two Peripheral Registers, two Data Direction Registers, and two Control Registers. Selection of these locations is controlled by the RS0 and RS1 inputs together with bit 2 in the Control Register, as shown in Table 1.

Details of possible configurations of the Data Direction and Control Register are as follows:

TABLE 1 — INTERNAL ADDRESSING

RS1	RS0	Control Register Bit		Location Selected
		CRA 2	CRB 2	
0	0	1	X	Peripheral Register A
0	0	0	X	Data Direction Register A
0	1	X	X	Control Register A
1	0	X	1	Peripheral Register B
1	0	X	0	Data Direction Register B
1	1	X	X	Control Register B

X Don't Care

PORT A-B HARDWARE CHARACTERISTICS

As shown in Figure 17, the MC6821 has a pair of I/O ports whose characteristics differ greatly. The A side is designed to drive CMOS logic to normal 30% to 70% levels, and incorporates an internal pullup device that remains connected even in the input mode. Because of this, the A side requires more drive current in the input mode than Port B. In contrast, the B side uses a normal three-state NMOS buffer which cannot pullup to CMOS levels without external resistors. The B side can drive extra loads such as Darlington transistors without problem. When the PIA comes out of reset, the A port represents inputs with pullup resistors, whereas the B side (input mode also) will float high or low, depending upon the load connected to it.

Notice the differences between a Port A and Port B read operation when in the output mode. When reading Port A, the actual pin is read, whereas the B side read comes from an output latch, ahead of the actual pin.

CONTROL REGISTERS (CRA and CRB)

The two Control Registers (CRA and CRB) allow the MPU to control the operation of the four peripheral control lines CA1, CA2, CB1, and CB2. In addition they allow the MPU to enable the interrupt lines and monitor the status of the interrupt flags. Bits 0 through 5 of the two registers may be written or read by the MPU when the proper chip select and register select signals are applied. Bits 6 and 7 of the two registers are read only and are modified by external interrupts occurring on control lines CA1, CA2, CB1, or CB2. The format of the control words is shown in Figure 18.

DATA DIRECTION ACCESS CONTROL BIT (CRA-2 and CRB-2)

Bit 2, in each Control Register (CRA and CRB), determines selection of either a Peripheral Output Register or the corresponding Data Direction Register when the proper register select signals are applied to RS0 and RS1. A "1" in bit 2 allows access of the Peripheral Interface Register, while a "0" causes the Data Direction Register to be addressed.

Interrupt Flags (CRA-6, CRA-7, CRB-6, and CRB-7) — The four interrupt flag bits are set by active transitions of signals on the four Interrupt and Peripheral Control lines when those lines are programmed to be inputs. These bits cannot be set directly from the MPU Data Bus and are reset indirectly by a Read Peripheral Data Operation on the appropriate section.

Control of CA2 and CB2 Peripheral Control Lines (CRA-3, CRA-4, CRA-5, CRB-3, CRB-4, and CRB-5) — Bits 3, 4, and 5 of the two control registers are used to control the CA2 and CB2 Peripheral Control lines. These bits determine if the control lines will be an interrupt input or an output control signal. If bit CRA-5 (CRB-5) is low, CA2 (CB2) is an interrupt input line similar to CA1 (CB1). When CRA-5 (CRB-5) is high, CA2 (CB2) becomes an output signal that may be used to control peripheral data transfers. When in the output mode, CA2 and CB2 have slightly different loading characteristics.



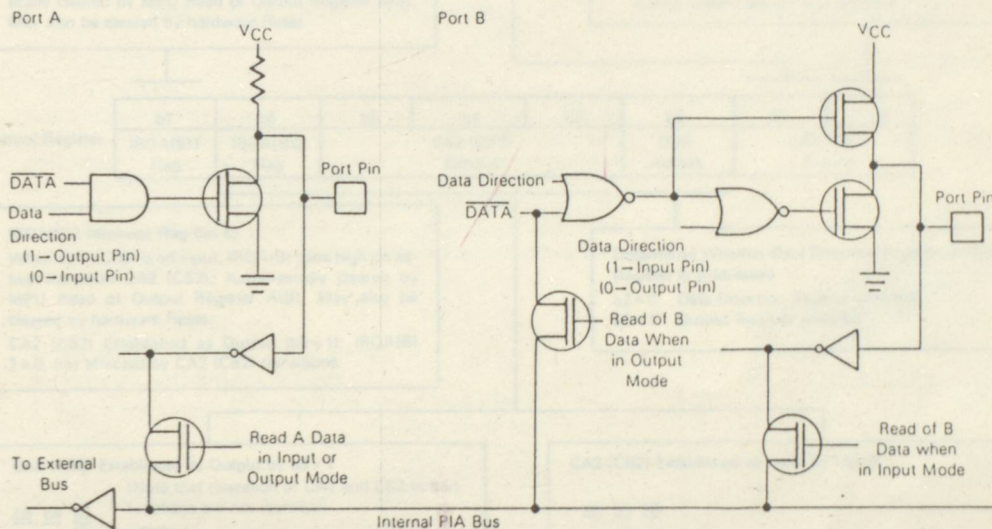
MOTOROLA Semiconductor Products Inc.

MC6821P, MC6821CP, MC6821PS

Control of CA1 and CB1 Interrupt Input Lines (CRA-0, CRB-1, CRA-1, and CRB-1) — The two lowest-order bits of the control registers are used to control the interrupt input lines CA1 and CB1. Bits CRA-0 and CRB-0 are used to

enable the MPU interrupt signals \overline{IROA} and \overline{IROB} , respectively. Bits CRA-1 and CRB-1 determine the active transition of the interrupt input signals CA1 and CB1.

FIGURE 17 — PORT A AND PORT B EQUIVALENT CIRCUITS



ORDERING INFORMATION

MC68A21CP

- Motorola Integrated Circuit
- M6800 Family
- Blanks = 1.0 MHz
- A = 1.5 MHz
- B = 2.0 MHz
- Device Designation
- In M6800 Family
- Temperature Range
- Blank = 0° to +70°C
- C = -40° to +85°C
- Package
- P = Plastic
- S = Cerdip
- L = Ceramic

BETTER PROGRAM

Better program processing is available on all types listed. Add suffix letters to part number.

Level 1 add "S" Level 2 add "D" Level 3 add "DS"

Level 1 "S" = 10 Temp Cycles (-1 to 25 to 150°C), Hi Temp testing at T_A max.

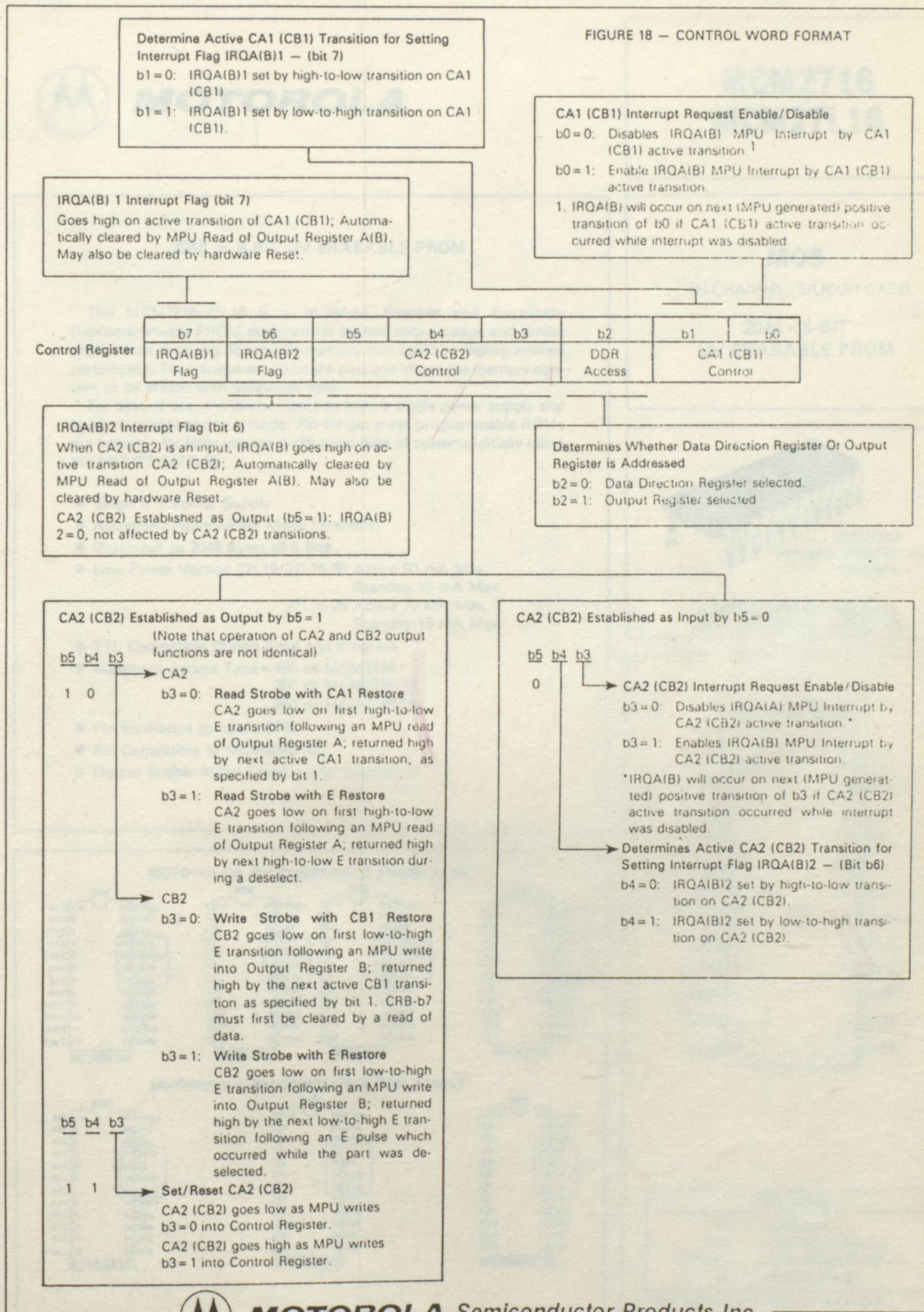
Level 2 "D" = 168 Hour Burn-in at 125°C.

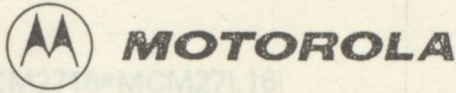
Level 3 "DS" = Combination of Level 1 and 2.

Speed	Device	Temperature Range
1.0 MHz	MC6821P,L,S	0 to 70°C
	MC6821CP,CL,CS	-40 to +85°C
1.5 MHz	MC68A21P,L,S	0 to +70°C
	MC68A21CP,CL,CS	-40 to +85°C
2.0 MHz	MC68B21P,L,S	0 to +70°C



FIGURE 18 — CONTROL WORD FORMAT





MCM2716 MCM27L16

2048 x 8-BIT UV ERASABLE PROM

The MCM2716/27L16 is a 16,384-bit Erasable and Electrically Reprogrammable PROM designed for system debug usage and similar applications requiring nonvolatile memory that could be reprogrammed periodically. The transparent lid on the package allows the memory content to be erased with ultraviolet light.

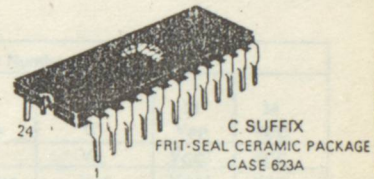
For ease of use, the device operates from a single power supply and has a static power-down mode. Pin-for-pin mask programmable ROMs are available for large volume production runs of systems initially using the MCM2716/27L16.

- Single 5 V Power Supply
- Automatic Power-down Mode (Standby)
- Organized as 2048 Bytes of 8 Bits
- Low Power Version 27L16/27L16-35 Active 50 mA Max Standby 10 mA Max
27L16-25 Active 70 mA Max Standby 15 mA Max
- TTL Compatible During Read and Program
- Maximum Access Time = 450 ns MCM2716
350 ns MCM2716-35
250 ns MCM2716-25
- Pin Equivalent to Intel's 2716
- Pin Compatible to MCM68A316E
- Output Enable Active Level is User Selectable

MOS

(N-CHANNEL, SILICON-GATE)

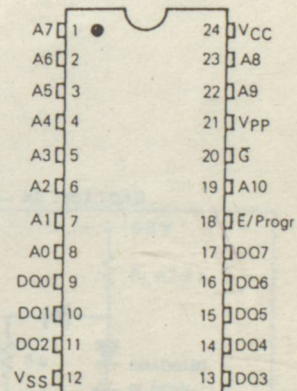
2048 x 8-BIT UV ERASABLE PROM



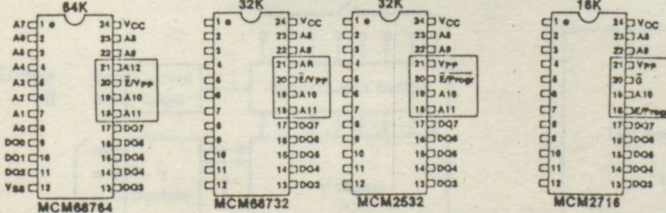
C SUFFIX
FRIT-SEAL CERAMIC PACKAGE
CASE 623A

L SUFFIX CERAMIC PACKAGE
ALSO AVAILABLE — CASE 716

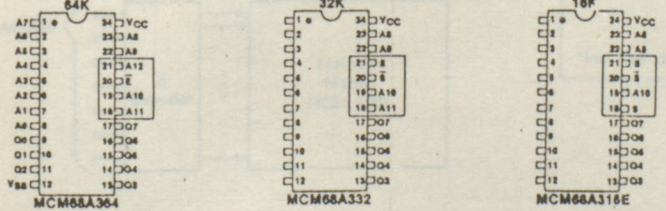
PIN ASSIGNMENT



MOTOROLA'S PIN-COMPATIBLE EPROM FAMILY



MOTOROLA'S PIN-COMPATIBLE ROM FAMILY



INDUSTRY STANDARD PINOUTS

*Pin Names

- A Address
- DO Data Input/Output
- \bar{E}/Progr Chip Enable/Program
- G Output Enable

*New industry standard nomenclature

MCM2716•MCM27L16

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Rating	Value	Unit
Temperature Under Bias	-10 to +80	°C
Operating Temperature Range	0 to +70	°C
Storage Temperature	-25 to +125	°C
All Input or Output Voltages with Respect to V _{SS}	+6 to -0.3	Vdc
V _{pp} Supply Voltage with Respect to V _{SS}	+28 to -0.3	Vdc

This device contains circuitry to protect the inputs against damage due to high static voltages or electric fields; however, it is advised that normal precautions be taken to avoid application of any voltage higher than maximum rated voltages to this high impedance circuit.

NOTE: Permanent device damage may occur if ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS are exceeded. Functional operation should be restricted to RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS. Exposure to higher than recommended voltages for extended periods of time could affect device reliability.

MODE SELECTION

Mode	Pin Number					
	9-11, 13-17 DQ	12 V _{SS}	18 E/Progr	20 G*	21 V _{pp}	24 V _{CC}
Read	Data Out	V _{SS}	V _{IL}	V _{IL}	V _{CC} *	V _{CC}
Output Disable	High Z	V _{SS}	Don't Care	V _{IH}	V _{CC} *	V _{CC}
Standby	High Z	V _{SS}	V _{IH}	Don't Care	V _{CC} *	V _{CC}
Program	Data In	V _{SS}	Pulsed V _{IL} to V _{IH}	V _{IH}	V _{IHP}	V _{CC}
Program Verify	Data Out	V _{SS}	V _{IL}	V _{IL}	V _{IHP}	V _{CC}
Program Inhibit	High Z	V _{SS}	V _{IL}	V _{IH}	V _{IHP}	V _{CC}

*In the Read Mode if V_{pp} ≥ V_{IH}, then Ḡ (active low)
V_{pp} ≤ V_{IL}, then G (active high)

BLOCK DIAGRAM

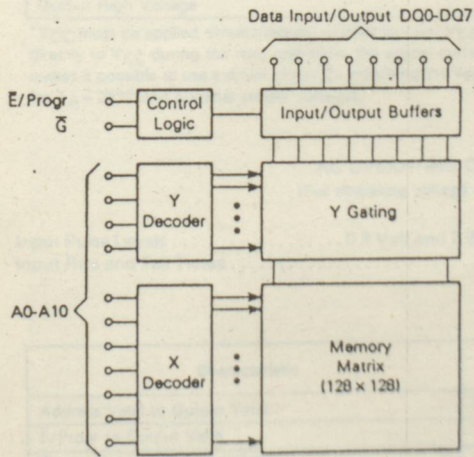
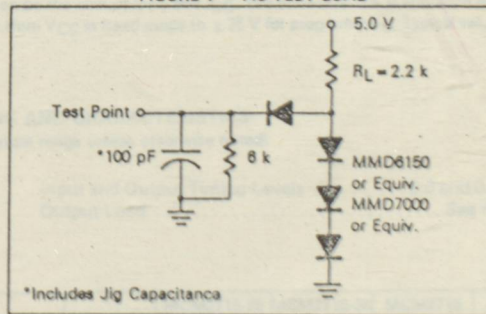


FIGURE 1 — AC TEST LOAD



*Includes Jig Capacitance

MCM2716-MCM27L16

MCM2716•MCM27L16

CAPACITANCE (f = 1.0 MHz, T_A = 25°C, periodically sampled rather than 100% tested)

Characteristic	Symbol	Typ	Max	Unit
Input Capacitance (V _{in} = 0 V)	C _{in}	4.0	6.0	pF
Output Capacitance (V _{out} = 0 V)*	C _{out}	8.0	12	pF

Capacitance measured with a Boonton Meter or effective capacitance calculated from the equation: $C = \frac{I \Delta t}{\Delta V}$.

DC OPERATING CONDITIONS AND CHARACTERISTICS
(Full operating voltage and temperature range unless otherwise noted)

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

Parameter	Symbol	Min	Nom	Max	Unit
Supply Voltage* MCM27L16/MCM2716 MCM27L16-35/MCM27L16-25/MCM2716-35/MCM2716-25	V _{CC}	4.75 4.5	5.0 5.0	5.25 5.5	Vdc
	V _{pp}	V _{CC} - 0.6	5.0	V _{CC} + 0.6	
Input High Voltage	V _{IH}	2.0	-	V _{CC} + 1.0	Vdc
Input Low Voltage	V _{IL}	-0.1	-	0.8	Vdc

RECOMMENDED DC OPERATING CHARACTERISTICS

Characteristic	Condition	Symbol	MCM2716			MCM27L16			Units
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Address, \bar{G} and \bar{E}/Progr Input Sink Current	V _{in} = 5.25 V	I _{in}	-	-	10	-	-	10	μA
Output Leakage Current	V _{out} = 5.25 V \bar{G} = 5.0 V	I _{LO}	-	-	10	-	-	10	μA
V _{CC} Supply Current (Standby) 2716/2716-35	$\bar{E}/\text{Progr} = V_{IH}$ $\bar{G} = V_{IL}$	I _{CC1}	-	-	25	-	-	10	mA
V _{CC} Supply Current (Standby) 2716-25	$\bar{E}/\text{Progr} = V_{IH}$ \bar{G}/V_{IL}	I _{CC1}	-	-	25	-	-	15	mA
V _{CC} Supply Current (Active) 2716/2716-35 (Outputs Open)	$\bar{G} = \bar{E}/\text{Progr} = V_{IL}$	I _{CC2}	-	-	100	-	-	50	mA
V _{CC} Supply Current (Active) 2716-25 (Outputs Open)	$\bar{G} = \bar{E}/\text{Progr} = V_{IL}$	I _{CC2}	-	-	120	-	-	70	mA
V _{pp} Supply Current*	V _{pp} = 5.85 V	I _{pp1}	-	-	5.0	-	-	5.0	mA
Output Low Voltage	I _{OL} = 2.1 mA	V _{OL}	-	-	0.45	-	-	0.45	V
Output High Voltage	I _{OH} = -400 μA	V _{OH}	2.4	-	-	2.4	-	-	V

*V_{CC} must be applied simultaneously or prior to V_{pp}. V_{CC} must also be switched off simultaneously with or after V_{pp}. With V_{pp} connected directly to V_{CC} during the read operation, the supply current would then be the sum of I_{pp1} and I_{CC}. The additional 0.6 V tolerance on V_{pp} makes it possible to use a driver circuit for switching the V_{pp} supply pin from V_{CC} in Read mode to ±25 V for programming. Typical values are for T_A = 25°C and nominal supply voltages.

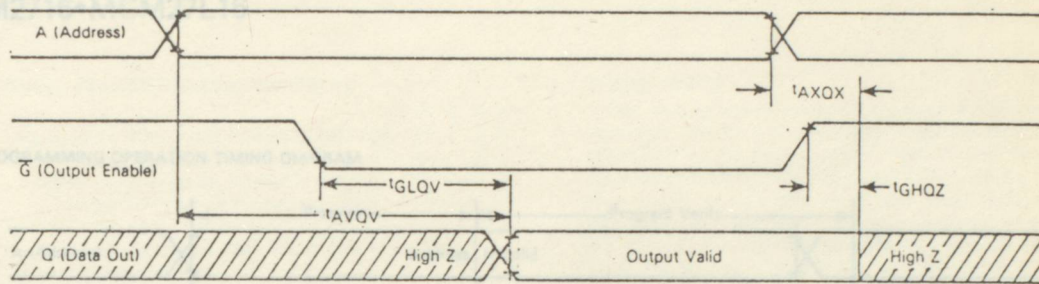
AC OPERATING CONDITIONS AND CHARACTERISTICS
(Full operating voltage and temperature range unless otherwise noted)

Input Pulse Levels 0.8 Volt and 2.2 Volts
Input Rise and Fall Times 20 ns
Input and Output Timing Levels 2.0 and 0.8 Volts
Output Load See Figure 1

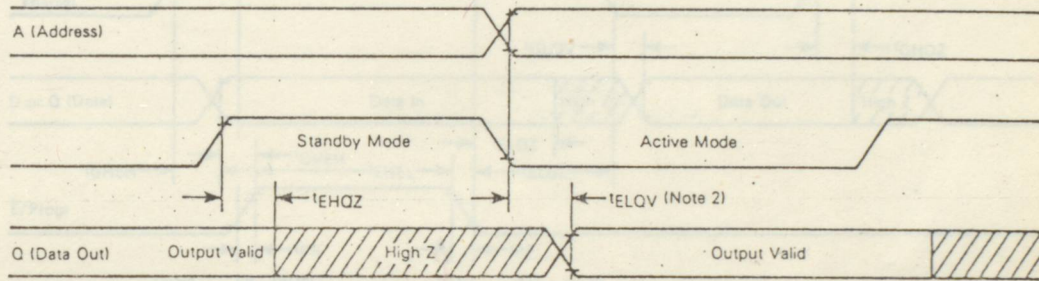
Characteristic	Condition	Symbol	MCM2716-25		MCM2716-35		MCM2716		Units
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Address Valid to Output Valid	$\bar{E}/\text{Progr} = \bar{G} = V_{IL}$	t _{AVQV}	-	250	-	350	-	450	ns
\bar{E}/Progr to Output Valid	(Note 2)	t _{ELQV}	-	250	-	350	-	450	
Output Enable to Output Valid	$\bar{E}/\text{Progr} = V_{IL}$	t _{GLQV}	-	150	-	150	-	150	
\bar{E}/Progr to Hi-Z Output	-	t _{EHQZ}	0	100	0	100	0	100	
Output Disable to Hi-Z Output	$\bar{E}/\text{Progr} = V_{IL}$	t _{GHQZ}	0	100	0	100	0	100	
Data Hold from Address	$\bar{E}/\text{Progr} = \bar{G} = V_{IL}$	t _{AXDX}	0	-	0	-	0	-	

MCM2716•MCM27L16

READ MODE TIMING DIAGRAMS ($\bar{E}/\text{Progr} = V_{IL}$)



STANDBY MODE (Output Enable = V_{IL})
Standby Mode ($\bar{E}/\text{Progr} = V_{IH}$)



NOTE 2: t_{ELQV} is referenced to \bar{E}/Progr or stable address, whichever occurs last.

DC PROGRAMMING CONDITIONS AND CHARACTERISTICS
($T_A = 25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$)

RECOMMENDED PROGRAMMING OPERATING CONDITIONS

Parameter	Symbol	Min	Nom	Max	Unit
Supply Voltage	V_{CC}	4.75	5.0	5.25	Vdc
	V_{PP}	24	25	26	
Input High Voltage for Data	V_{IH}	2.2	—	$V_{CC} + 1$	Vdc
Input Low Voltage for Data	V_{IL}	-0.1	—	0.8	Vdc

PROGRAMMING OPERATION DC CHARACTERISTICS

Characteristic	Condition	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Address, \bar{G} and \bar{E}/Progr Input Sink Current	$V_{in} = 5.25 \text{ V}/0.45 \text{ V}$	$|I_L|$	—	—	10	μA
V_{PP} Supply Current ($V_{PP} = 25 \text{ V} \pm 1 \text{ V}$)	$\bar{E}/\text{Progr} = V_{IL}$	I_{PP1}	—	—	10	mA
V_{PP} Programming Pulse Supply Current ($V_{PP} = 25 \text{ V} \pm 1 \text{ V}$)	$\bar{E}/\text{Progr} = V_{IH}$	I_{PP2}	—	—	30	mA
V_{CC} Supply Current (Outputs Open)	—	I_{CC}	—	—	160	mA

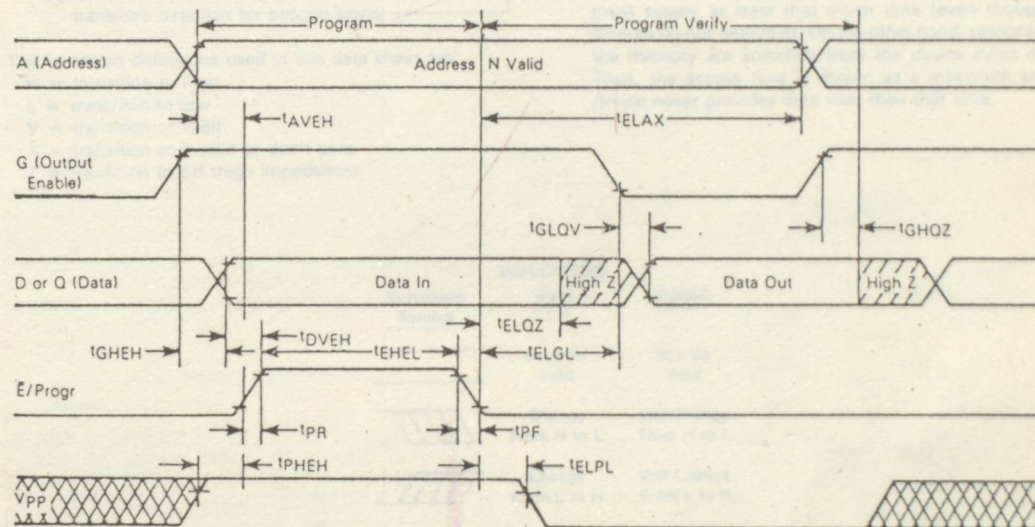
AC PROGRAMMING OPERATING CONDITIONS AND CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
Address Setup Time	t_{AVEH}	2.0	—	μs
Output Enable High to Program Pulse	t_{GHEH}	2.0	—	μs
Data Setup Time	t_{DVEH}	2.0	—	μs
Address Hold Time	t_{ELAX}	2.0	—	μs
Output Enable Hold Time	t_{ELGL}	2.0	—	μs
Data Hold Time	t_{ELOZ}	2.0	—	μs
V_{PP} Setup Time	t_{PHEH}	0	—	ns
V_{PP} to Enable Low Time	t_{ELPL}	0	—	ns
Output Disable to High Z Output	t_{GHOZ}	0	150	ns
Output Enable to Valid Data ($\bar{E}/\text{Progr} = V_{IL}$)	t_{GLOV}	—	150	ns
Program Pulse Width	t_{EHFL}	1*	55	ms
Program Pulse Rise Time	t_{PR}	5	—	ns
Program Pulse Fall Time	t_{PF}	5	—	ns

*If shorter than 45 ms (min) pulses are used, the same number of pulses should be applied after the specific data has been verified.

MCM2716•MCM27L16

PROGRAMMING OPERATION TIMING DIAGRAM



PROGRAMMING INSTRUCTIONS

After the completion of an ERASE operation, every bit in the device is in the "1" state (represented by Output High). Data are entered by programming zeros (Output Low) into the required bits. The words are addressed the same way as in the READ operation. A programmed "0" can only be changed to a "1" by ultraviolet light erasure.

To set the memory up for Program Mode, the V_{pp} input (Pin 21) should be raised to +25 V. The V_{CC} supply voltage is the same as for the Read operation and G is at V_{IH} . Programming data is entered in 8-bit words through the data out (DQ) terminals. Only "0's" will be programmed when "0's" and "1's" are entered in the 8-bit data word.

After address and data setup, a program pulse (V_{IL} to V_{IH}) is applied to the $\bar{E}/Progr$ input. A program pulse is applied to each address location to be programmed. To minimize programming time, a 2 ms pulse width is recommended. The maximum program pulse width is 55 ms; therefore, programming must not be attempted with a dc signal applied to the $\bar{E}/Progr$ input.

Multiple MCM2716s may be programmed in parallel by connecting together like inputs and applying the program pulse to the $\bar{E}/Progr$ inputs. Different data may be programmed into multiple MCM2716s connected in parallel by using the PROGRAM INHIBIT mode. Except for the $\bar{E}/Progr$ pin, all like inputs (including Output Enable) may be common.

The PROGRAM VERIFY mode with V_{pp} at 25 V is used to determine that all programmed bits were correctly programmed.

READ OPERATION

After access time, data is valid at the outputs in the READ mode. With stable system addresses, effectively faster access time can be obtained by gating the data onto the bus with Output Enable.

The Standby mode is available to reduce active power dissipation. The outputs are in the high impedance state when the $\bar{E}/Progr$ input pin is high (V_{IH}) independent of the Output Enable input.

ERASING INSTRUCTIONS

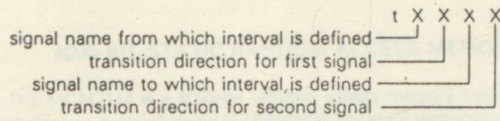
The MCM2716/27L16 can be erased by exposure to high intensity shortwave ultraviolet light, with a wavelength of 2537 angstroms. The recommended integrated dose (i.e., UV-intensity X exposure time) is 15 Ws/cm². As an example, using the "Model 30-000" UV-Eraser (Turner Designs, Mountain View, CA 94043) the ERASE-time is 36 minutes. The lamps should be used without shortwave filters and the MCM2716/MCM27L16 should be positioned about one inch away from the UV-tubes.

MCM2716•MCM27L16



MCM2114
MCM21L14

TIMING PARAMETER ABBREVIATIONS



The transition definitions used in this data sheet are:

- H = transition to high
- L = transition to low
- V = transition to valid
- X = transition to invalid or don't care
- Z = transition to off (high impedance)

TIMING LIMITS

The table of timing values shows either a minimum or a maximum limit for each parameter. Input requirements are specified from the external system point of view. Thus, address setup time is shown as a minimum since the system must supply at least that much time (even though most devices do not require it). On the other hand, responses from the memory are specified from the device point of view. Thus, the access time is shown as a maximum since the device never provides data later than that time.

WAVEFORMS

Waveform Symbol	Input	Output
	Must Be Valid	Will Be Valid
	Change From H to L	Will Change From H to L
	Change From L to H	Will Change From L to H
	Don't Care: Any Change Permitted	Changing: State Unknown
		High Impedance



MCM2114 MCM21L14

4096-BIT STATIC RANDOM ACCESS MEMORY

The MCM2114 is a 4096-bit random access memory fabricated with high density, high reliability N-channel silicon-gate technology. For ease of use, the device operates from a single power supply, is directly compatible with TTL and DTL, and requires no clocks or refreshing because of fully static operation. Data access is particularly simple, since address setup times are not required. The output data has the same polarity as the input data.

The MCM2114 is designed for memory applications where simple interfacing is the design objective. The MCM2114 is assembled in 18-pin dual-in-line packages with the industry standard pin-out. A separate chip select (\bar{S}) lead allows easy selection of an individual package when the three-state outputs are OR-tied.

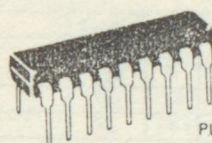
The MCM2114 series has a maximum current of 100 mA. Low power versions (i.e., MCM21L14 series) are available with a maximum current of only 70 mA.

- 1024 Words by 4-Bit Organization
- Industry Standard 18-Pin Configuration
- Single +5 Volt Supply
- No Clock or Timing Strobe Required
- Fully Static. Cycle Time = Access Time
- Maximum Access Time
 - MCM2114-20/MCM21L14-20 200 ns
 - MCM2114-25/MCM21L14-25 250 ns
 - MCM2114-30/MCM21L14-30 300 ns
 - MCM2114-45/MCM21L14-45 450 ns
- Fully TTL Compatible
- Common Data Input and Output
- Three-State Outputs for OR-Ties
- Low Power Version Available

MOS

(N CHANNEL, SILICON-GATE)

4096-BIT STATIC RANDOM ACCESS MEMORY

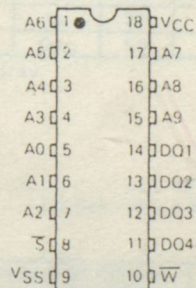


P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 707



L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 680

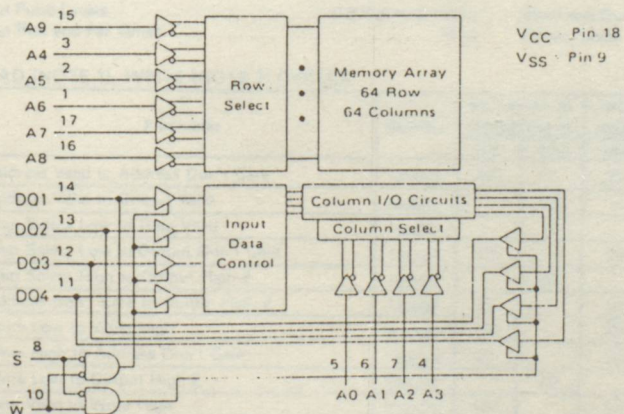
PIN ASSIGNMENT



PIN NAMES

A0 A9	Address Input
\bar{W}	Write Enable
\bar{S}	Chip Select
D01 D04	Data Input/Output
VCC	Power (+5 V)
VSS	Ground

BLOCK DIAGRAM



MCM2114•MCM21L14

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (See Note)

Rating	Value	Unit
Temperature Under Bias	-10 to +80	°C
Voltage on Any Pin With Respect to V _{SS}	-0.5 to +7.0	V
DC Output Current	5.0	mA
Power Dissipation	1.0	Watt
Operating Temperature Range	0 to +70	°C
Storage Temperature Range	-65 to +150	°C

This device contains circuitry to protect the inputs against damage due to high static voltages or electric fields; however, it is advised that normal precautions be taken to avoid application of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit.

NOTE: Permanent device damage may occur if ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS are exceeded. Functional operation should be restricted to RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS. Exposure to higher than recommended voltages for extended periods of time could affect device reliability.

DC OPERATING CONDITIONS AND CHARACTERISTICS
(Full operating voltage and temperature range unless otherwise noted.)

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Supply Voltage	V _{CC}	4.75	5.0	5.25	V
	V _{SS}	0	0	0	
Logic 1 Voltage, All Inputs	V _{IH}	2.0	-	6.0	V
Logic 0 Voltage, All Inputs	V _{IL}	-0.5	-	0.8	V

DC CHARACTERISTICS

Parameter	Symbol	MCM2114			MCM21L14			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Load Current (All Input Pins, V _{in} = 0 to 5.5 V)	I _{LI}	-	-	10	-	-	10	μA
I/O Leakage Current (S = 2.4 V, V _{DO} = 0.4 V to V _{CC})	I _{ILO}	-	-	10	-	-	10	μA
Power Supply Current (V _{in} = 5.5 V, I _{DO} = 0 mA, T _A = 25°C)	I _{CC1}	-	80	95	-	-	65	mA
Power Supply Current (V _{in} = 5.5 V, I _{DO} = 0 mA, T _A = 0°C)	I _{CC2}	-	-	100	-	-	70	mA
Output Low Current V _{OL} = 0.4 V	I _{OL}	2.1	6.0	-	2.1	6.0	-	mA
Output High Current V _{OH} = 2.4 V	I _{OH}	-	-1.4	-1.0	-	-1.4	-1.0	mA

NOTE: Duration not to exceed 30 seconds.

CAPACITANCE (f = 1.0 MHz, T_A = 25°C, periodically sampled rather than 100% tested)

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Input Capacitance (V _{in} = 0 V)	C _{in}	5.0	pF
Input/Output Capacitance (V _{DO} = 0 V)	C _{I/O}	5.0	pF

Capacitance measured with a Boonton Meter or effective capacitance calculated from the equation: C = I_{dI}/ΔV.

AC OPERATING CONDITIONS AND CHARACTERISTICS
(Full operating voltage and temperature unless otherwise noted.)

Input Pulse Levels..... 0.8 Volt to 2.4 Volts Input and Output Timing Levels..... 1.5 Volts
 Input Rise and Fall Times..... 10 ns Output Load..... 1 TTL Gate and C_L = 100 pF

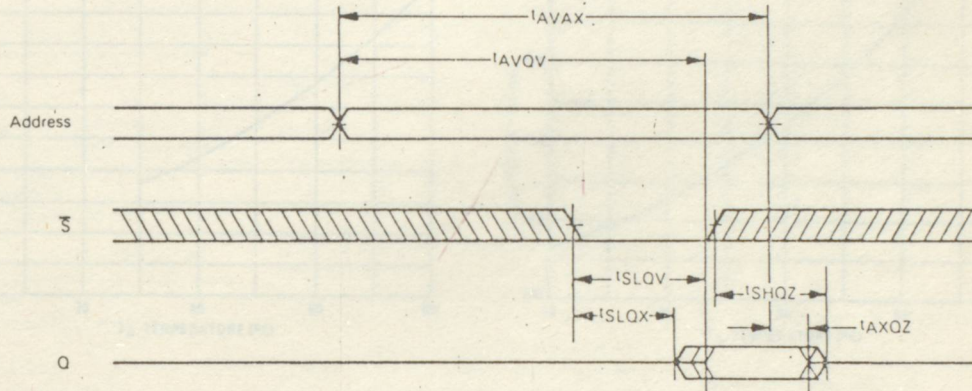
READ (NOTE 1), WRITE (NOTE 2) CYCLES

Parameter	Symbol	MCM2114-20		MCM2114-25		MCM2114-30		MCM2114-45		Unit
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Address Valid to Address Don't Care	t _{AVAX}	200	-	250	-	300	-	450	-	ns
Address Valid to Output Valid	t _{AVQV}	-	200	-	250	-	300	-	450	ns
Chip Select Low to Data Valid	t _{SLOV}	-	70	-	85	-	100	-	120	ns
Chip Select Low to Output Don't Care	t _{SLOX}	20	-	20	-	20	-	20	-	ns
Chip Select High to Output High Z	t _{SHOZ}	-	60	-	70	-	80	-	100	ns
Address Don't Care to Output High Z	t _{AXOZ}	50	-	50	-	50	-	50	-	ns
Write Low to Write High	t _{WLWH}	120	-	135	-	150	-	200	-	ns
Write High to Address Don't Care	t _{WHAX}	20	-	20	-	20	-	20	-	ns
Write Low to Output High Z	t _{WLQZ}	-	60	-	70	-	80	-	100	ns
Data Valid to Write High	t _{DVWH}	120	-	135	-	150	-	200	-	ns
Write High to Data Don't	t _{WHDX}	0	-	0	-	0	-	0	-	ns

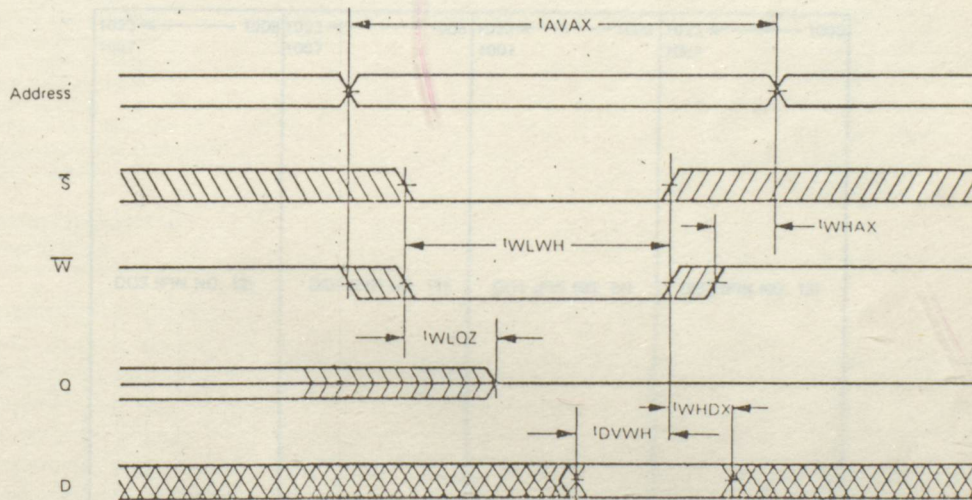
NOTES: 1. A Read occurs during the overlap of a low S and a high W.
 2. A Write occurs during the overlap of a low S and a low W.

MCM2114•MCM21L14

READ CYCLE TIMING (\overline{W} HELD HIGH)



WRITE CYCLE TIMING (NOTE 3)



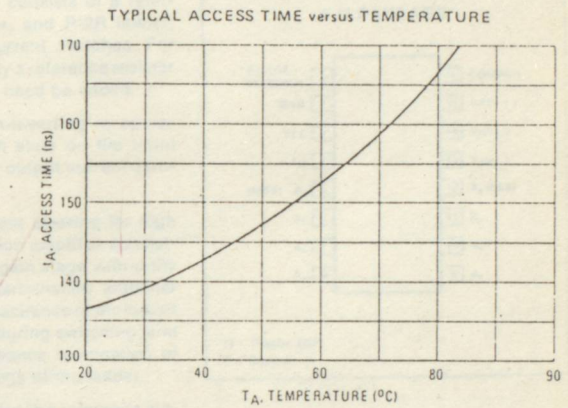
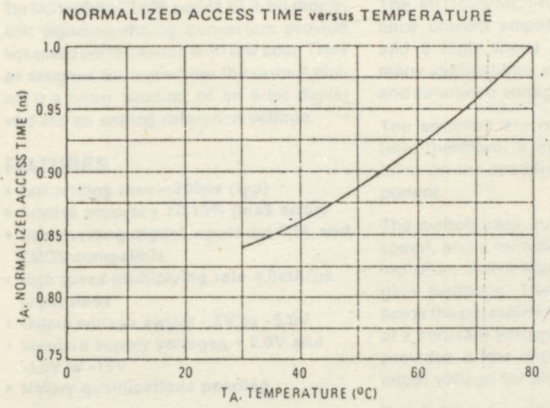
3. If the \overline{S} low transition occurs simultaneously with the \overline{W} low transition, the output buffers remain in a high-impedance state.

WAVEFORMS

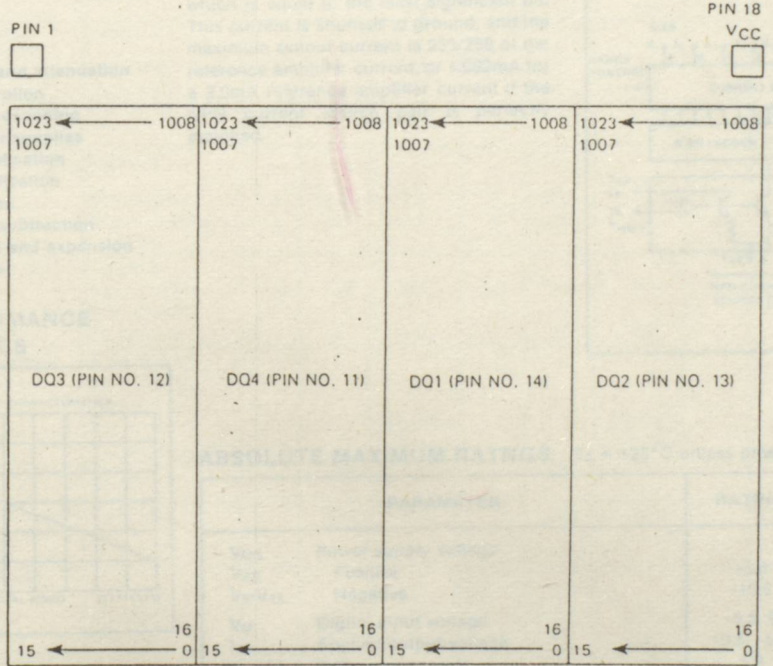
Waveform Symbol	Input	Output**
	MUST BE VALID	WILL BE VALID
	CHANGE FROM H TO L	WILL CHANGE FROM H TO L
	CHANGE FROM L TO H	WILL CHANGE FROM L TO H
	DON'T CARE ANY CHANGE PERMITTED	CHANGING STATE UNKNOWN
		HIGH IMPEDANCE

MCM2114•MCM21L14

FAST MULTIPLYING D/A CONVERTER
 DESCRIPTION
 CIRCUIT DESCRIPTION
 PIN CONFIGURATION



MCM2114/MCM21L14 BIT MAP



To determine the precise location on the die of a word in memory, reassign address numbers to the address pins as in the table below. The bit locations can then be determined directly from the bit map.

PIN NUMBER	REASSIGNED ADDRESS NUMBER	PIN NUMBER	REASSIGNED ADDRESS NUMBER
1	A6	6	A1
2	A5	7	A2
3	A4	15	$\bar{A}9$
4	A3	16	$\bar{A}8$
5	A0	17	$\bar{A}7$

8-BIT MULTIPLYING D/A CONVERTER

MC1508-8/1408-8/1408-7

MC1508-8/MC1408-8/MC1408-7 -F,N

DESCRIPTION

The MC1508/MC1408 series of 8-bit monolithic digital-to-analog converters provide high speed performance with low cost. They are designed for use where the output current is a linear product of an 8-bit digital word and an analog reference voltage.

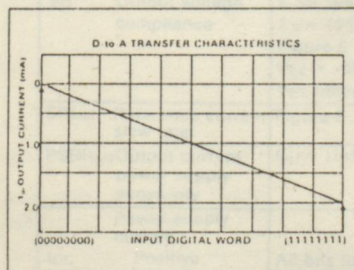
FEATURES

- Fast settling time—300ns (typ)
- Relative accuracy ±0.19% (max error)
- Non-inverting digital inputs are TTL and CMOS compatible
- High speed multiplying rate 4.0mA/μs (input slew)
- Output voltage swing +5V to -5.0V
- Standard supply voltages +5.0V and -5.0V to -15V
- Military qualifications pending

APPLICATIONS

- Tracking A-to-D converters
- 2½-digit panel meters and DVM's
- Waveform synthesis
- Sample and hold
- Peak detector
- Programmable gain and attenuation
- CRT character generation
- Audio digitizing and decoding
- Programmable power supplies
- Analog-digital multiplication
- Digital-digital multiplication
- Analog-digital division
- Digital addition and subtraction
- Speech compression and expansion
- Stepping motor drive

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS



CIRCUIT DESCRIPTION

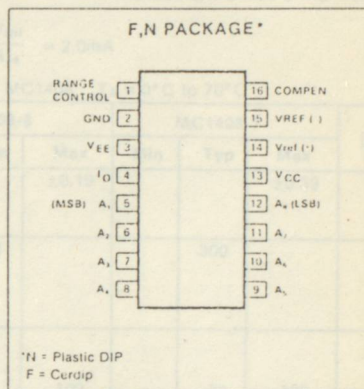
The MC1508/MC1408 consists of a reference current amplifier, and R-2R ladder, and 8 high speed current switches. For many applications, only a reference resistor and reference voltage need be added.

The switches are non-inverting in operation; therefore, a high state on the input turns on the specified output current component.

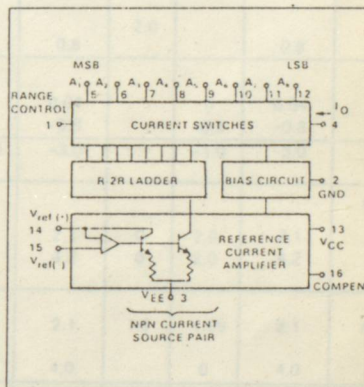
The switch uses current steering for high speed, and a termination amplifier consisting of an active load gain stage with unity gain feedback. The termination amplifier holds the parasitic capacitance of the ladder at a constant voltage during switching, and provides a low impedance termination of equal voltage for all legs of the ladder.

The R-2R ladder divides the reference amplifier current into binary-related components, which are fed to the switches. Note that there is always a remainder current which is equal to the least significant bit. This current is shunted to ground, and the maximum output current is 255/256 of the reference amplifier current, or 1.992mA for a 2.0mA reference amplifier current if the NPN current source pair is perfectly matched.

PIN CONFIGURATION



BLOCK DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS T_A = +25°C unless otherwise specified

PARAMETER	RATING	UNIT
V _{CC}	Power supply voltage	V
V _{EE}	Positive	+5.5
V _{5-V12}	Negative	-16.5
V _O	Digital input voltage	+5.5, 0
I ₁₄	Applied output voltage	+0.5, -5.2
V _{14,V15}	Reference current	5.0
	Reference amplifier inputs	V _{CC} , V _{EE}
P _D	Power dissipation (package limitation)	mW
	Ceramic package	1000
	Plastic package	800
T _A	Operating temperature range	°C
	MC1508	-55 to +125
	MC1408	0 to +75
T _{stg}	Storage temperature range	-65 to +70

8-BIT MULTIPLYING D/A CONVERTER

MC1508-8/1408-8/1408-7

MC1508-8/MC1408-8/MC1408-7-F.N

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS¹ $V_{CC} = +5.0V_{dc}$, $V_{EE} = -15V_{dc}$, $\frac{V_{ref}}{R_{14}} = 2.0mA$
 unless otherwise specified.

MC1508: $T_A = -55^{\circ}C$ to $125^{\circ}C$. MC1408: $T_A = 0^{\circ}C$ to $70^{\circ}C$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MC1508-8			MC1408-8			MC1408-7			UNIT	
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max		
E_r	Relative accuracy			± 0.19			± 0.19			± 0.39	%	
t_s	Setting time ¹		300			300			300		ns	
	Propagation delay time										ns	
t_{PLH} t_{PHL}	Low-to-high High-to-low		30	100		30	100		30	100		
TC_{IO}	Output full scale current drift		-20			-20			-20		PPM/ $^{\circ}C$	
V_{IH} V_{IL}	Digital input logic level (MSB) High Low	Figure 5	2.0		2.0		0.8	2.0		0.8	Vdc	
I_{IH} I_{IL}	Digital input current (MSB) High Low	Figure 5 $V_{IH} = 5.0V$ $V_{IL} = 0.8V$		0 -0.4	0.04 -0.8		0 -0.4	0.04 -0.8		0 -0.4	0.04 -0.8	mA
I_{15}	Reference input bias current	Pin 15, Figure 5		-1.0	-3.0		-1.0	-3.0		-1.0	-3.0	μA
I_{OR}	Output current range	Figure 5 $V_{EE} = -5.0V$ $V_{EE} = -6.0V$ to $-15V$	0 0	2.0 2.0	2.1 4.2	0 0	2.0 2.0	2.1 4.2	0 0	2.0 2.0	2.1 4.2	mA
I_O	Output current	Figure 5 $V_{ref} = 2.000V$, $R_{14} = 1000\Omega$	1.9	1.99	2.1	1.9	1.99	2.1	1.9	1.99	2.1	mA
$I_{O(min)}$	Off-state	All bits low		0	4.0		0	4.0		0	4.0	μA
V_O	Output voltage compliance	$E_r \leq 0.19\%$ at $T_A = +25^{\circ}C$, Figure 5 $V_{EE} = -5V$ V_{EE} below $-10V$			-0.6, +0.5 -5.0, +0.5			-0.6, +0.5 -5.0, +0.5		-0.6, +0.5 -5.0, +0.5		Vdc
SR_{Iref}	Reference current slew rate	Figure 6		4.0		4.0		4.0		4.0		mA/ μs
$PSRR_{(-)}$	Output current power supply sensitivity	$I_{ref} = 1mA$		0.5	2.7		0.5	2.7		0.5	2.7	$\mu A/V$
I_{CC} I_{EE}	Power supply current Positive Negative	All bits low, Figure 5		+13.5 -7.5	+22 -13		+13.5 -7.5	+22 -13		+13.5 -7.5	+22 -13	mA
V_{CCR} V_{EER}	Power supply voltage range Positive Negative	$T_A = +25^{\circ}C$, Figure 5	+4.5 -4.5	+5.0 -15	+5.5 -16.5	+4.5 -4.5	+5.0 -15	+5.5 -16.5	+4.5 -4.5	+5.0 -15	+5.5 -16.5	Vdc
P_D	Power dissipation	All bits low, Figure 5 $V_{EE} = -5.0V_{dc}$ $V_{EE} = -15V_{dc}$		105 190	170 305		105 190	170 305		105 190	170 305	mW
		All bits high, Figure 5 $V_{EE} = -5.0V_{dc}$ $V_{EE} = -15V_{dc}$		90 160			90 160			90 160		

NOTES

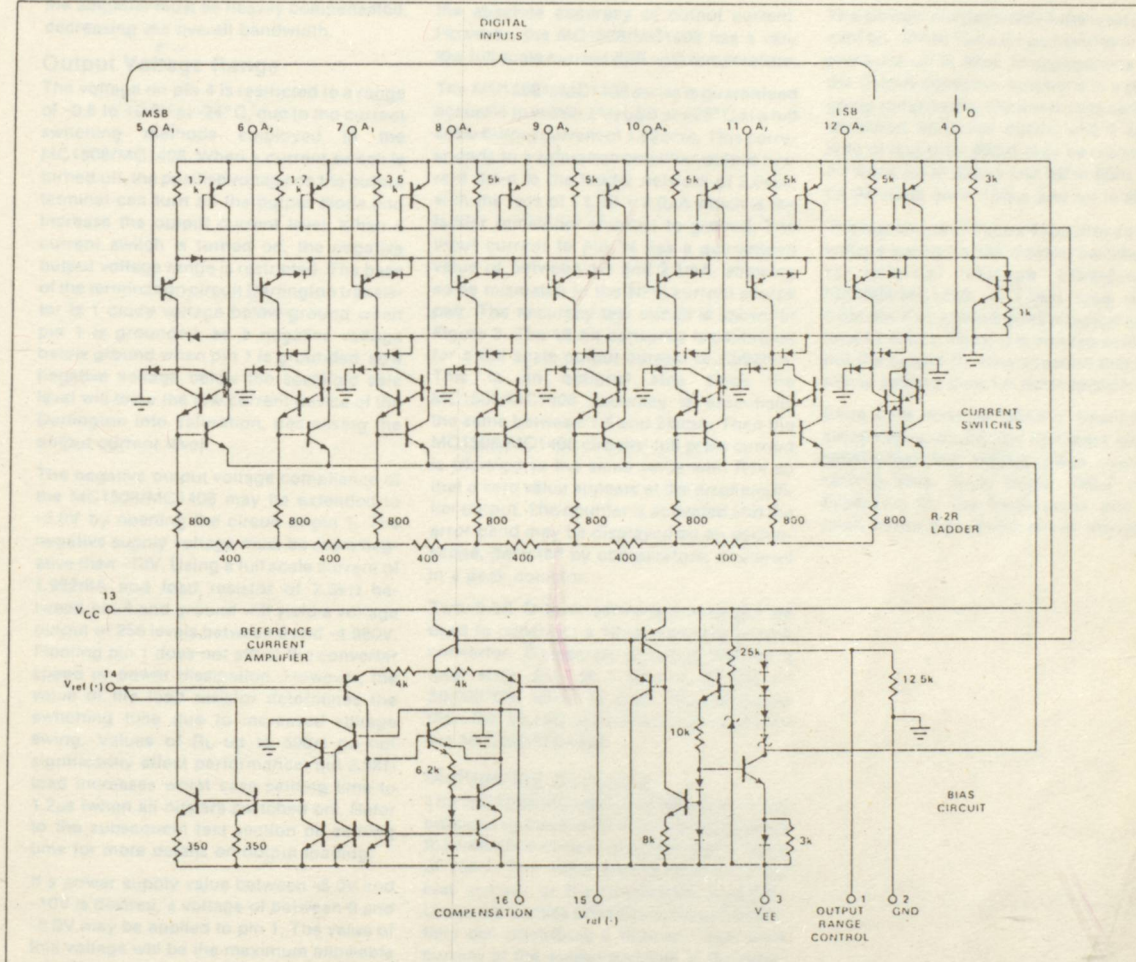
1. All bits switched

8-BIT MULTIPLYING D/A CONVERTER

MC1508-8/1408-8/1408-7

MC1508-8/MC1408-8/MC1408-7-F,N

EQUIVALENT CIRCUIT SCHEMATIC



FUNCTIONAL DESCRIPTION

Reference Amplifier Drive and Compensation

The reference amplifier provides a voltage at pin 14 for converting the reference voltage to a current, and a turn-around circuit or current mirror for feeding the ladder. The reference amplifier input current (I_{14}) must always flow into pin 14 regardless of the setup method or reference voltage polarity.

Connections for a positive reference voltage are shown in Figure 1. The reference voltage source supplies the full current I_{14} . For bipolar reference signals, as in the multiplying mode, R_{15} can be tied to a negative voltage corresponding to the minimum input level. It is possible to eliminate R_{15} with

only a small sacrifice in accuracy and temperature drift.

The compensation capacitor value must be increased with increases in R_{14} to maintain proper phase margin; for R_{14} values of 1.0, 2.5 and 5.0k Ω , minimum capacitor values are 15, 37, and 75pF. The capacitor may be tied to either V_{EE} or ground, but using V_{EE} increases negative supply rejection.

A negative reference voltage may be used if R_{14} is grounded and the reference voltage is applied to R_{15} as shown in Figure 2. A high input impedance is the main advantage of this method. Compensation involves a capacitor to V_{EE} on pin 16, using the values of the previous paragraph. The negative reference voltage must be at least 3.0V above the V_{EE} supply. Bipolar input signals may be

handled by connecting R_{14} to a positive reference voltage equal to the peak positive input level at pin 15.

When a dc reference voltage is used, capacitive bypass to ground is recommended. The 5.0V logic supply is not recommended as a reference voltage. If a well regulated 5.0V supply which drives logic is to be used as the reference, R_{14} should be decoupled by connecting it to +5.0V through another resistor and bypassing the junction of the 2 resistors with 0.1 μ F to ground. For reference voltages greater than 5.0V, a clamp diode is recommended between pin 14 and ground.

If pin 14 is driven by a high impedance such as a transistor current source, none of the above compensation methods apply and

8-BIT MULTIPLYING D/A CONVERTER

MC1508-8/1408-8/1408-7

MC1508-8/MC1408-8/MC1408-7-F.N

the amplifier must be heavily compensated, decreasing the overall bandwidth.

Output Voltage Range

The voltage on pin 4 is restricted to a range of -0.6 to +0.5V at -24°C, due to the current switching methods employed in the MC1508/MC1408. When a current switch is turned off, the positive voltage on the output terminal can turn on the output diode and increase the output current level. When a current switch is turned on, the negative output voltage range is restricted. The base of the termination circuit Darlington transistor is 1 diode voltage below ground when pin 1 is grounded, so a negative voltage below ground when pin 1 is grounded, so a negative voltage below the specified safe level will drive the low current device of the Darlington into saturation, decreasing the output current level.

The negative output voltage compliance of the MC1508/MC1408 may be extended to -5.0V by opening the circuit at pin 1. The negative supply voltage must be more negative than -10V. Using a full scale current of 1.992mA and load resistor of 2.5k Ω between pin 4 and ground will yield a voltage output of 256 levels between 0 and -4.980V. Floating pin 1 does not affect the converter speed or power dissipation. However, the value of the load resistor determines the switching time due to increased voltage swing. Values of R_L up to 500 Ω do not significantly affect performance, but 2.5k Ω load increases worst case settling time to 1.2 μ s (when all bits are switched on). Refer to the subsequent text section on settling time for more details on output loading.

If a power supply value between -5.0V and -10V is desired, a voltage of between 0 and -5.0V may be applied to pin 1. The value of this voltage will be the maximum allowable negative output swing.

Output Current Range

The output current maximum rating of 4.2mA may be used only for negative supply voltages more negative than -7.0V, due to the increased voltage drop across the 350 Ω resistors in the reference current amplifier.

Accuracy

Absolute accuracy is the measure of each output current level with respect to its intended value, and is dependent upon relative accuracy and full scale current drift. Relative accuracy is the measure of each output current level as a fraction of the full scale current. The relative accuracy of the MC1508/MC1408 is essentially constant with temperature due to the excellent temperature tracking of the monolithic resistor ladder. The reference current may drift with temperature, causing a change in

the absolute accuracy of output current. However, the MC1508/MC1408 has a very low full scale current drift with temperature.

The MC1508/ \pm MC1408 series is guaranteed accurate to within $\pm 1/2$ LSB at +25°C at a full scale output current of 1.992mA. This corresponds to a reference amplifier output current drive to the ladder network of 2.0mA, with the loss of 1 LSB = 8.0 μ A which is the ladder remainder shunted to ground. The input current to pin 14 has a guaranteed value of between 1.9 and 2.1mA, allowing some mismatch in the NPN current source pair. The accuracy test circuit is shown in Figure 3. The 12-bit converter is calibrated for a full scale output current of 1.992mA. This is an optional step since the MC1508/MC1408 accuracy is essentially the same between 1.5 and 2.5mA. Then the MC1508/MC1408 circuits' full scale current is trimmed to the same value with R14 so that a zero value appears at the error amplifier output. The counter is activated and the error band may be displayed on an oscilloscope, detected by comparators, or stored in a peak detector.

Two 8-bit D-to-A converters may not be used to construct a 16-bit accurate D-to-A converter. Sixteen-bit accuracy implies a total error $\pm 1/2$ of 1 part in 65,536, or $\pm 0.00076\%$, which is much more accurate than the $\pm 0.19\%$ specification provided by the MC1508/MC1408.

Multiplying Accuracy

The MC1508/MC1408 may be used in the multiplying mode with 8-bit accuracy when the reference current is varied over a range of 256:1. The major source of error is the bias current of the termination amplifier. Under worst case conditions, these 8 amplifiers can contribute a total of 1.6 μ A extra current at the output terminal. If the reference current in the multiplying mode ranges from 16 μ A to 4.0mA, the 1.6 μ A contributes an error of 0.1 LSB. This is well within 8-bit accuracy.

A monotonic converter is one which supplies an increase in current for each increment in the binary word. Typically, the MC1508/MC1408 is monotonic for all values of reference current above 0.5mA. The recommended range for operation with a dc reference current is 0.5 to 4.0mA.

Settling Time

The worst case switching condition occurs when all bits are switched on, which corresponds to a low-to-high transition for all bits. This time is typically 300ns for settling to within $\pm 1/2$ LSB for 8-bit accuracy and 200ns to $1/2$ LSB for 7-bit accuracy. The turnoff is typically under 100ns. These times apply when $R_L \leq 500\Omega$ and $C_O \leq 25pF$.

The slowest single switch is the least significant bit, which turns on and settles in 250ns and turns off in 80ns. In applications where the D-to-A converter functions in a positive going ramp mode, the worst case switching condition does not occur, and a settling time of less than 300ns may be realized. Bit A7 turns on in 200ns and off in 80ns, while bit A6 turns on in 150ns and off in 80ns.

The test circuit of Figure 4 requires a smaller voltage swing for the current switches due to internal voltage clamping in MC1508/MC1408. A 1.0k Ω load resistor from pin 4 to ground gives a typical settling time of 400ns. Thus, it is voltage swing and not the output R_C time constant that determines settling time for most applications.

Extra care must be taken in board layout since this is usually the dominant factor in satisfactory test results when measuring settling time. Short leads, 100 μ F supply bypassing for low frequencies, and minimum scope lead length are all mandatory.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 1- HILBURN J.M., JULICH P.M., Microcomputers/Microprocessors: Hardware Software and Applications, New Jersey, Prentice-Hall Inc., 1976
- 2- FEICHTINGER H., Anwendungsbeispiele für den Mikroprozessor 6502, München, Franzis-Verlag GmbH, 1980
- 3- MOS TECHNOLOGY INC., KIM-1 Microcomputer Module User Manual, Norristown, 1975
- 4- MOS TECHNOLOGY INC., MCS6500 Microcomputer Family Hardware Manual, Norristown, 1976
- 5- MOS TECHNOLOGY INC., MCS6500 Microcomputer Family Programming Manual, Norristown, 1976
- 6- OHIO SCIENTIFIC INC., Superboard II Challenger 1P Users Manual, 1978
- 7- OHIO SCIENTIFIC INC., The 8K BASIC-IN-ROM Reference Manual, 1978
- 8- ZAKS R., Programmierung des 6502, Düsseldorf, Sybex-Verlag GmbH, 1981

ÖZGEÇMİŞDOĞUM

1952, İstanbul

ÖĞRENİM

İlk öğrenim : Ayşe Abla İlkokulu (Ankara) (1959-1964)

Orta öğrenim : İstanbul Alman Lisesi (1964-1972)

Lisans öğrenimi: Boğaziçi Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü
(1972-1976)

Yüksek lisans : Boğaziçi Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü
(1976-1978)

Doktora : - Boğaziçi Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü
24 kredi-saatlik ders (1978-1980)

- Yıldız Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme
Mühendisliği Bölümü (1981-)

AKADEMİK KARIYER

- 1975-1980 yılları arasında Boğaziçi Üniversitesi'nde lisans ders ve
laboratuvarlarında yardımcı asistanlık

- 1980 Mayısında İstanbul Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi
Elektrik Fakültesi'ne asistan olarak girdi

YABANCI DİLLER

- Almanca : Çok iyi

-İstanbul Alman Lisesi'nde sekiz yıl Almanca eğitim

-Boğaziçi Üniversitesi'nde Prof. Traugott Fuchs'tan iki
yarıyıl Alman edebiyatı üzerine seminer

- İngilizce: Çok iyi

-İlkokulda iki yıl dil dersi

-İstanbul Alman Lisesi'nde altı yıl dil dersi

-Boğaziçi Üniversitesi'nde sekiz yıl mesleki dersler

ÇALIŞMALAR

- Birinci stajda ± 15 voltluk, 500 miliamperlik kısa devre korumalı güç kaynağı tasarımı ve gerçekleştirilmesi
- İkinci stajda 5 miliamperlik 6 Vdc - ± 15 Vdc gerilim dönüştürücü tasarımı ve gerçekleştirilmesi
- Lisans bitirme projesi olarak, bir mekandaki aydınlık düzeyini verilen iki sınır arasında tutmak üzere beş grup aydınlatma aracını, günışığı seviyesine göre yakıp söndüren elektronik kontrol devresi tasarımı ve gerçekleştirilmesi
- Yüksek lisans bitirme tezi olarak, özgün bir elektronik org tasarım ve gerçekleştirilmesi
- 1977 yılında programlanabilir el kalkülatorü HP-65 için yazdığı "Ber And Bei Functions" adlı programı, HP-65 Users' Library adlı kuruluşun 307 seçkin programı kapsayan uluslararası katalogunda yayınlandı.
- 1981 yılında "Mikrokomputer KIM 1 e TTY Girişinden Bilgi Aktarmak İçin Devre" adlı çalışma ve devrenin gerçekleştirilmesi
- 1981 yılında "Mikrokomputer KIM 1 in TTY Çıkışını İzlemek İçin Devre" adlı çalışma ve devrenin gerçekleştirilmesi
- 1983 yılında, İTÜ'nün kuruluşunun 210. yılını kutlamak için düzenlenen "1983 Yılında Türkiye'de Elektrik ve Elektronik Endüstrisi" adlı sempozyuma verilen "RS-232-C Hattından Bir X-Y Çizicisinin Kontrolü İçin Arabirim Tasarımı" adlı tebliğ
- BASIC ve 6502 mikro-işlemcisinin makine dilinde ve değişik bilgisayarlar için yazılmış pek çok program.

ASKERLİK

Temmuz 1981 de Tuzla Piyade Okulu'nda kısa dönem er eğitimi

Bu özgeçmişin yazıldığı Haziran 1984 te, Osman Sirel, Yıldız Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktaydı.

