

YILDIZ TEKNİK UNIVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mikroişlemcili Frekansmetre Tasarımı

İrfan Tufan

Yüksek Lisans Tezi

Ref
EHM
222
1985

72007

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU

MİKROİŞLEMCİLİ FREKANSMETRE TASARIMI

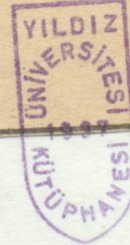
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRONİK ve HAB. MUH. İRFAN TUFAN

İSTANBUL 1985

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 152
Alındığı Yer : Fen Bil. Ens. 32
Tarih : 9.4.1987
Fatura :
Fiatı : 1200 TL
Ayniyat No : 1/1
Kayıt No : 44768
UDC : 001.64
Ek : 378.242



YILDIZ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ

D.B. No 42602

Comp.

MİKROİSLEMCİLİ FREKANSMETRE TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRONİK ve HAB. MUH. İRFAN TUFAN

İSTANBUL 1985

ÖNSÖZ

Gerçekleştirilen bu çalışmada mikroişlemci kullanılarak frekans ölçülmesi işlemi yapılmıştır. Çalışmanın amacı i-leri düzeyde bir frekans ölçme sistemi yapımı değil, böyle bir sistemin temelini oluşturmaktır. Bu çalışmalar 8 bitlik Z80 mikroişlemci ile çevre birimlerinden sayıcı/zamanlayıcı birimi üzerinde kurulmuştur.

Çalışmada frekans ölçümü için iki yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler, sabit zaman aralığında frekansı ölçülecek işaretin darbelerinin sayılması ile frekans ölçümü ve frekansı ölçülecek işaretin darbeleri arasındaki sürenin ölçümü ile frekansının hesaplanmasıdır. Bu ölçme cihazları sadece mikroişlemci sistemi ile düzenlenmiş harici devre kullanılmamıştır.

Bu çalışmalarımı yaparken beni yönlendiren büyük saygı duyduğum sayın Hocam Doç. Dr. Sezgin ALSAN 'a, çalışmalarım boyunca bana her türlü olanağı sağlayan ve yardımlarını esirgemeyen Elektronik ve haberleşme mühendisliği bölümündeki Hocalarıma ve Arş. Gör. arkadaşlarıma ayrı ayrı teşekkür ederim.

Bu çalışmamın, bu konuyla ilgilenecek olan arkadaşlarıma faydalı olmasını dilerim.

Maslak, ocak 1986

ÖZET

Yapılan bu mikroişlemci denetimli frekans ölçücü tasarımı prensip olarak mikroişlemci kullanarak bir ölçme sistemi yapılması düşünülmüştür. Çalışmanın amacı ileri düzeyde bir ölçme sistemi yapmaktan çok olayın temelini oluşturmaktır.

Çalışmada ölçme işlemi Z80 mikroişlemci ailesi elemanlarından CTC biriminde gerçekleştirilmiştir. CTC (Counter Timer circuit) birbirinden bağımsız dört adet sayıcı/zamanlayıcı kanalına sahip bir devredir.

Bu çalışmada iki yöntemle frekans ölçümü yapılmıştır. Yöntemlerden birincisi olan sabit zaman aralı frekans ölçme cihazında kanallardan biri zamanlayıcı olarak kullanılmış ve bununla sabit zaman aralığı elde edilmiştir. Diğer kanallar sayıcı olarak kullanılmış ve sabit zaman aralığı içinde giriş darbeleri sayılarak frekans değeri elde edilmiştir. Giriş darbeleri arası ölçülerek yapılan frekans ölçme işleminde sayıcı/zamanlayıcı (CTC) birimi üzerinde kurulmuştur. Burada kanallardan birinde giriş darbeleri ile kesme oluşturulmuş diğer kanallar bu darbeler arasında sistem clock işaretini saymıştır. Bu çalışmada tüm CTC kanalları sayıcı olarak kullanılmıştır. Daha sonra sayılan bu darbeler ile giriş darbeleri sayısı arasında bir bağıntı kurulmuş ve frekans değeri hesaplanmıştır.

Bu çalışmalar Z-80 mikroişlemci sistemli uPF-1 mikrobilgisayarı üzerinde gerçekleştirilmiş yazılım ağırlıklı çalışmalardır.

SUMMARY

In this study of frequency measurement controlled by microprocessor, the principle thought is designing a measurement system by using microprocessor. The aim of this study is to formate the base of the event rather than making a measureing equipment.

In this study, the majority of the functions realized in CTC, an elemant of Z80 family, which has four counters timers, independent from each other. In frequency measuring equipment with constant time interval, one of the channels is using as timer to obtain constant time interval , others are using as counter. Frequency value is obtained by counting input pulses in constant time interval.

Frequency measurement, that is done by measuring the interval of the input pulses, is being made in CTC unit. In this measurement, an interrupt is occured in of the channels by the input pulses, other channels count the system clock sign between these pulses, and frequency value is calculated from this relationship. In this part of the study all of the channels of CTC are used as counters.

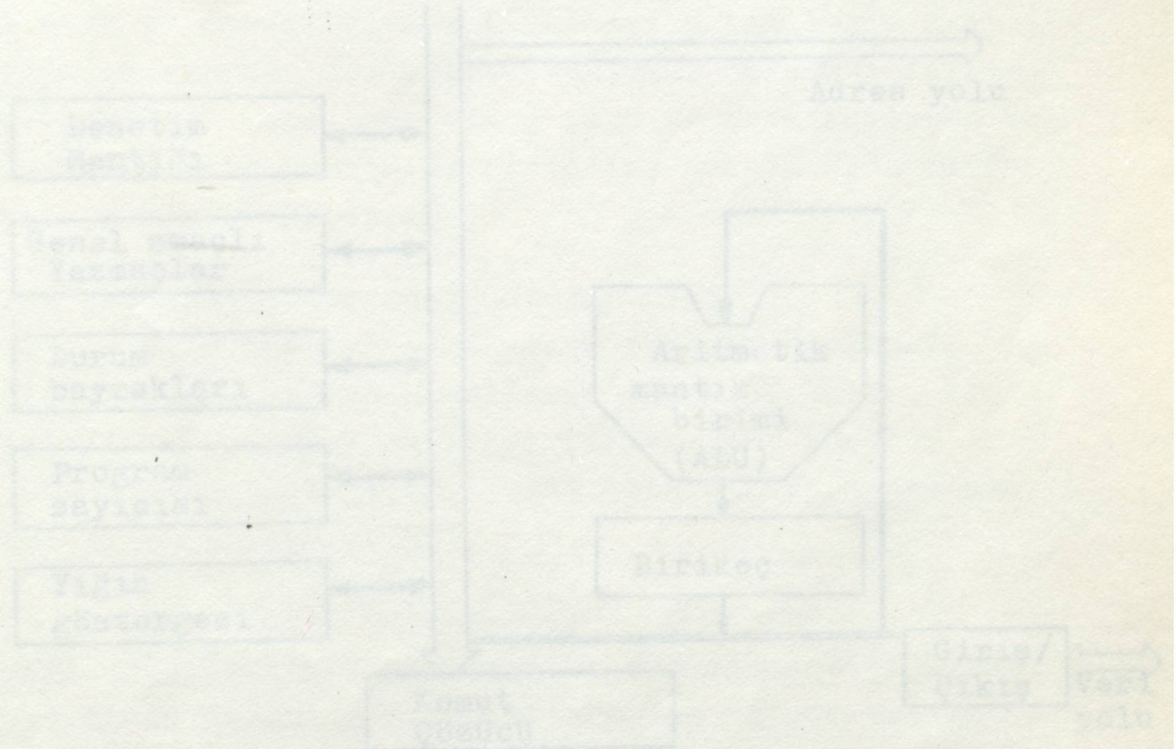
These studies are software based studies that are realized on uPF--1 microprocessor with Z80 CPU system.

İÇİNDEKİLER

1- MİKROİŞLEMCİLERİN GENEL TANIMLANMALARI	1
2- Z-80 MİKROİŞLEMCİ	5
Z-80 Mikroişlemcisi yazmaçları	6
Aritmetik ve Mantık birimi	8
Komut yazmacı ve CPU denetim birimi	9
Z-80 Mikroişlemcisi uç tanımlamaları	10
3- Z-80 MİKROİŞLEMCİNİN KESME YANITI	14
Mikroişlemcinin kesme yanıtlama yöntemleri	15
4- Z-80 SAYICI ZAMANLAYICI BİRİMİ	17
Sayıcı Zamanlayıcı biriminin yapısı	18
Kanalların yapısı	19
CTC uç tanımlamaları	22
CTC işlem konumları	25
CTC Programlanması	28
5- FREKANS ÖLÇME YÖNTEMLERİ	32
Sabit zaman geçidi içinde giriş darbeleri	
sayılarak frekans ölçülmesi	34
Yazılan programın akış şeması	37
Yazılan programın listesi	39
Giriş darbeleri arasındaki zaman ölçülerek	
frekansın hesaplanması	46
Yazılan programın akış şeması	50
Yazılan programın listesi	53
uPF-1 Bilgisayarının kullanılan alt programları	70

6- SONUC	73
7- ÇALIŞMALARDA KULLANILAN BİGİSAYARIN TANITIMI	75
uPF--1 Bilgisayarının bellek ve G/Ç birimi	77
adres haritası	79
Kullanılan bilgisayarın hardware şemaları	83
Kaynakça	84
Özgeçmiş	84

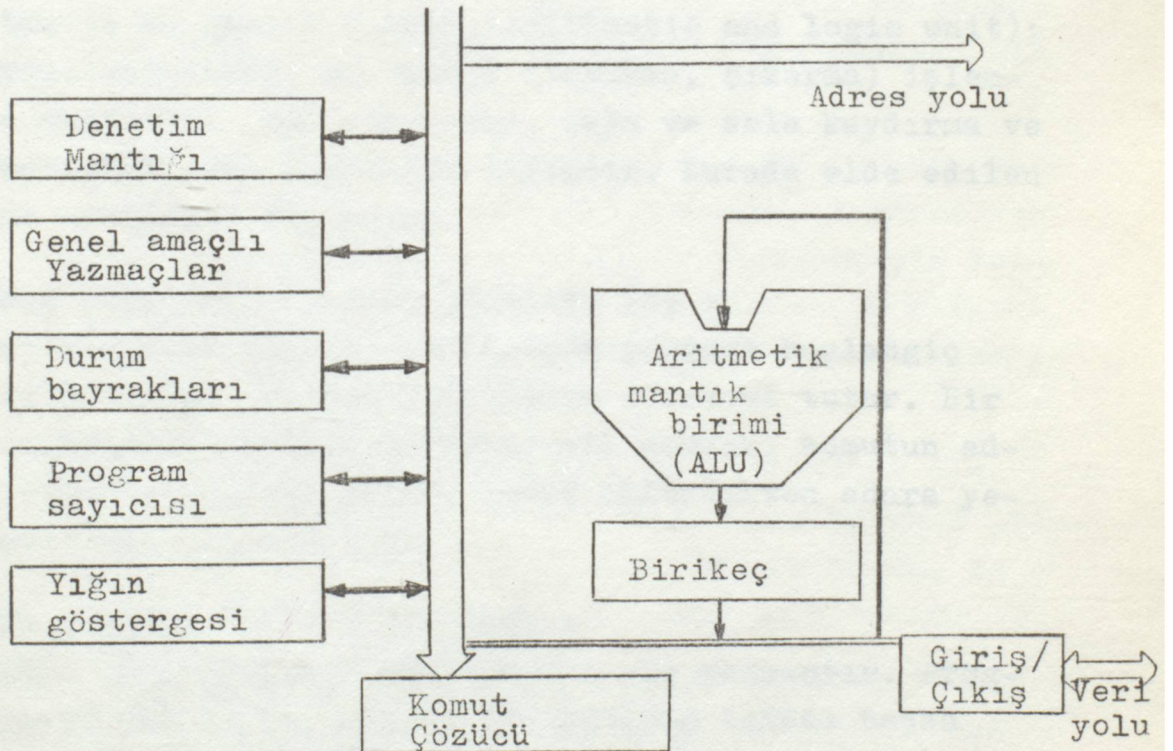
bu mikroişlemcinin genel yapısı,



1- MİKROİŞLEMCİLERİN GENEL TANIMLANMALARI

Mikroişlemciler (CPU) bir tümleşik devre üzerinde kurulmuş oldukça karmaşık bir elektronik yapıya sahip sayısal işlem yapan elemanlardır. Yapılarında Yazmaçlar (Register), Adres ve veri yolları (Address and data bus), Aritmetik ve mantık işlem birimleri (Arithmetic and Logic Unit, ALU), Komut kod çözücü (Instruction decode) gibi birimler bulunur. Mikroişlemcilerde bu birimlerden başka çalışması için çok önemli olan zamanlama (timing) birimleri de bulunur. Saat.(clock) işaretleri harıcı devrelerde üretilip mikroişlemciye uygulanabileceği gibi mikroişlemcinin kendi içindede üretilebilir.

Bir mikroişlemcinin genel yapısı;;



Mikroişlemcilerin genel yapıları üzerinde bulunan birimlerin tanımlanmaları ;

1- Birikeç (Accumulator) :

Birikeç aritmetik ve mantık işlemleri yapılırken kullanılan bir yazmaçtır. Yapılan işlemin sonucu bu yazmaçta saklanır.

2- Durum yazmaçları (Flag register) :

Yapılan aritmetik ve mantık işlemlerin sonuçlarının özel durumlarını saklayan (sıfır, elde, negatif, pozitif, taşma) bir bitlik yazmaçlardır. Bunlar kontrol edilerek program dallanmaları yapılır.

3- Genel amaçlı yazmaçlar (General purpose register) :

Verilerin saklanması, adresleme gibi olaylarda kullanılan yazmaçlardır.

4- Aritmetik ve mantık birimi (Arithmetic and logic unit):

Mikroişlemcilerde, aritmetik (toplama, çıkarma) işlemleri ve mantıksal (and, or, exor, sağa ve sola kaydırma ve döndürme) işlemlerin yapıldığı birimdir. Burada elde edilen sonuçlar birikeçte saklanır.

5-Program sayıcısı (Program counter, PC) :

Mikroişlemcide program işlenirken program başlangıç adresinden başlar işlenen komutların adresini tutar. Bir komut işlenirken program sayıcısı bir sonraki komutun adresine otomatik olarak geçer. Komut işlendikten sonra yeni adresi adres yoluna koyar.

6- Dizin yazmacı (Index register) :

Dizinli adreslemelerde kullanılan bir yazmaçtır. Program sayıcısının değeri değişmeden program içinde başka bellek bölgelerinden veri okumak veya veri yazmak için kullanılır.

7- Yığın göstergesi (Stack pointer) :

Mikroişlemcide program işlenirken kesme (interrupt) programına veya alt programa gidildiğinde program sayıcı-

sını (PC) ve saklanması gereken bazı yazmaçların saklandığı yeri tutan işaretleyicidir. Yığın göstergesinin işaretlediği bellek bölgesi yığın (stack) olarak isimlendirilir. Yığına ilk atılan veri son olarak geri alınır.

8- İç denetim mantığı (Internal control logic) :

Bu bölümde program sayıcısının gösterdiği bellek bölgesinden komut alınır. Çözümленerek komutun işlevi ortaya çıkartılır. Gerekli zamanlama işaretleri için zamanlama birimine uyarıcı işaretler gönderilir.

Mikroişlemcilerin çevre birimleri ile bağlantıları ;

Mikroişlemcilerin çevre birimleri ile bağlantıları veri yolu, adres yolu ve denetim yolu ile sağlanır. Bu yollar mikroişlemci ile çevre birimleri arasında gerekli işaretlerin iletişimini sağlar.

Veri yolu : Verilerin mikroişlemci ile çevre birimleri arasında iletişimini sağlayan iki yönlü (giriş/çıkış) bir yoldur.

Adres yolu : Mikroişlemcinin içine alınacak verinin hangi bellek gözüne yerleşeceğini veya dışarıya atılacak verinin hangi bellek gözünden atılacağını gösteren bir yoldur. Kaç bitlik olacağı mikroişlemcinin adresleme bölgesi kapasitesine göre değişir. Adres yolu sadece mikroişlemciden çıkış olarak tek yönlüdür.

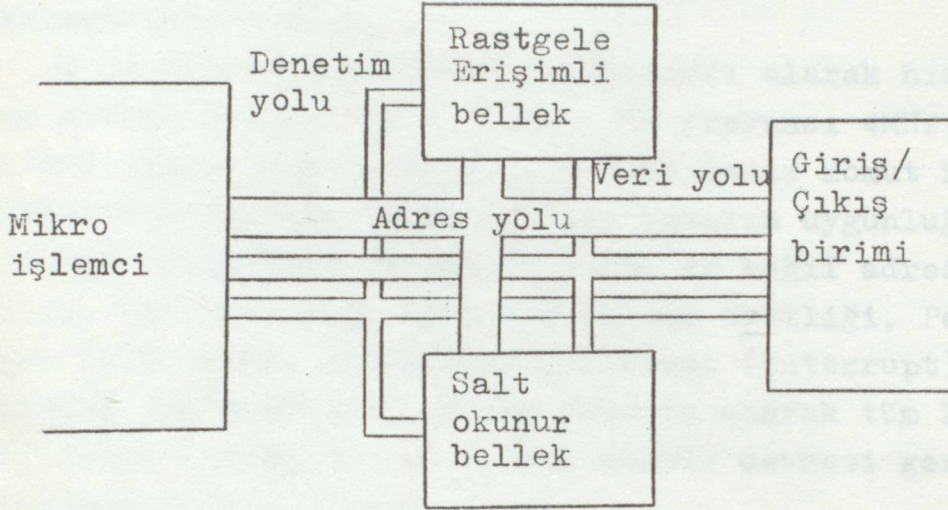
Denetim yolu : Mikroişlemcinin çevre birimleri ile doğru olarak iletişimini sağlayan (bu iş için gerekli işaretleri taşıyan) iki yönlü bir yoldur. Bu yol kesme, zamanlama, giriş, çıkış gibi işaretleri üzerinde taşır.

Bu üç bağlantı yolu ile mikroişlemciye yazılır okunur bellek (RAM), yalnız okunur bellek (ROM) ve giriş/çıkış çevre birimleri bağlanarak mikro bilgisayar oluşturulur.

Yazılır okunur bellek (Random Access Memory, RAM) :

Yazılır okunur belleğin adreslenen her bölgesi mikroişlemci tarafından yazılabilir ve okunabilir. Mikroişlem-

ci program akışı sırasında hesapladığı verileri yazılır okunur belleğe yazabilir ve gerektiği zaman bu verileri okuyabilir. Programcı tarafından yazılan program bilgisayarın bu bölümüne yazılır.



Yalnız okunur bellek (Read Only Memory, ROM):

Yalnız okunur bellek mikroişlemci tarafından yalnızca okunabilir bu bölgeye yazma işlemi yapılamaz. Mikroişlemcinin çalışabilmesi için gerekli programlar (işletim programı) yalnız okunur bellek içinde bulunur.

Giriş/çıkış birimi (Input/Output unit) :

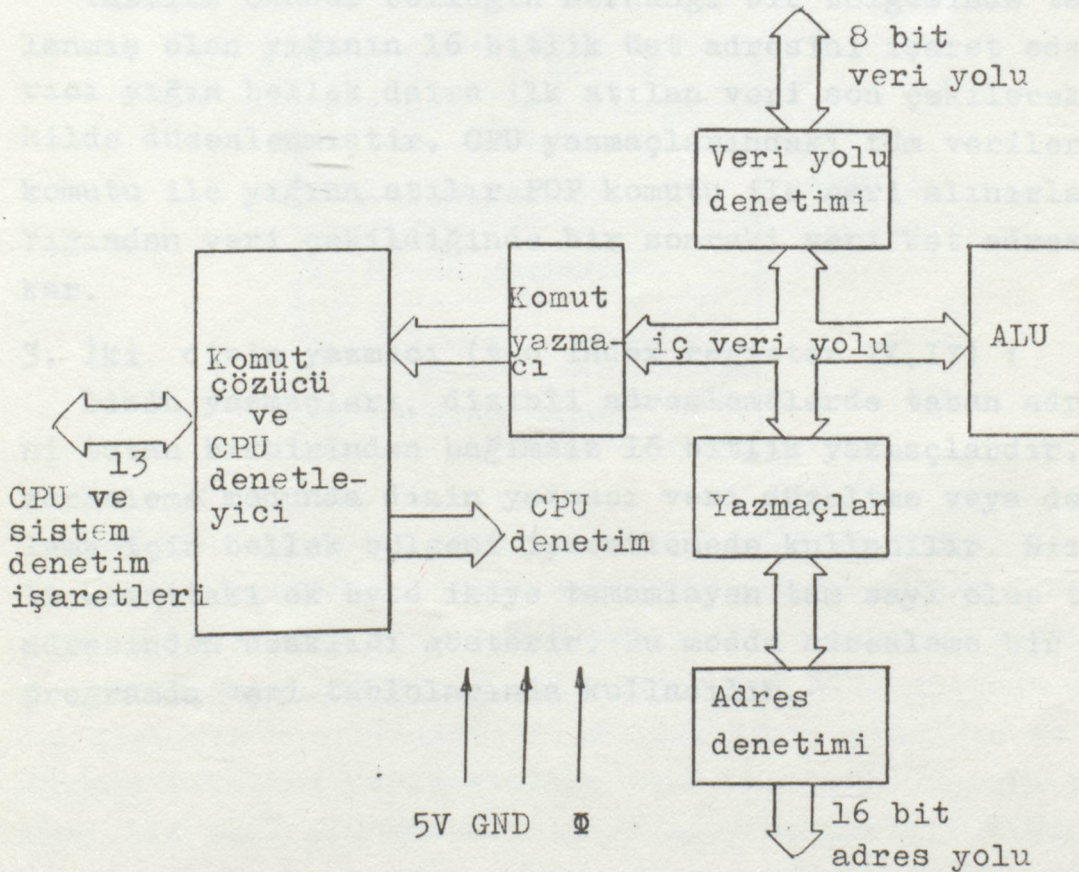
Giriş çıkış birimi ile mikroişlemcinin kullanıcı ve harici cihazlarla bağlantısı yapılır. Bu giriş çıkış işlemi seri veya paralel olarak yapılabilir. Bilgisayar üzerinde bulunan gösterge (display), tuş takımı (keyboard) ve bilgisayara bağlanan yazıcı (printer) ile bu birim aracılığı ile iletişim sağlanır.

2- Z-80 MIKROİŞLEMCİ

Z-80 Mikroişlemcisi (Central Processing Unit, CPU) 8 bitlik mikroişlemcilerin en yeteneklisidir. Kullanıcılara yazılım (software) ve donanım (hardware) bakımından büyük kolaylıklar sağlar.

Z-80 Mikroişlemcisinin özellikleri olarak hızlı çalışma düzeni (Z-80A clock işaretinin frekansı 4MHz, Z-80 clock işaretinin frekansı 2.5 MHz), Geniş komut kümesi ile yazılım kolaylığı, 8080 CPU ile yazılım uygunluğu, zengin yazmaç (register) düzeni, dizinli ve bağıl adresleme özelliği, bit byte blok transfer işlemi özelliği, Perdelenemeyen ve üç modda perdelenebilir kesme (interrupt) özelliği olarak söylenebilir. Ayrıca donanım olarak tüm Z-80 ailesi çevre birimleri ile harıcı mantık devresi gerektirmeden bağlanabilme uygunluğundadır.

Z-80 CPU iç mimari yapısının blok şeması;



Z-80 MİKROİŞLEMCİSİ YAZMAÇLARI

Z-80 Mikroişlemcisi 208 bitlik yazılabilir okunabilir bellek içerir. Bu bellek 16 adet 8 bitlik ve 4 adet 16 bitlik yazmaç şeklinde düzenlenmiştir. Tüm bu yazmaçlar bağımsız birer statik yazılır okunur bellek gibi kullanılabilir. 6 adet genel amaçlı yazmaçlar 8bitlik yazmaçlar veya 16 bitlik yazmaç çiftleri olarak kullanılabilirler.

Özel amaçlı yazmaçlar

1. Program sayıcısı (Program counter, PC) :

16 bitlik yazmaçtır. Bellekten alınan işlenecek komutun 16 bitlik adresini tutar. Tutulan adresin adres yoluna yüklenmesinden sonra program sayıcısı otomatik olarak arttırılır. Program akışında bir atlama olduğu zaman yeni adres değeri otomatik olarak program sayıcısına yüklenir.

2. Yığın göstergesi (Stack pointer, SP) :

Yazılır okunur belleğin herhangi bir bölgesinde tanımlanmış olan yığının 16 bitlik üst adresini işaret eder. Harıcı yığın bellek daima ilk atılan veri son çekilecek şekilde düzenlenmiştir. CPU yazmaçlarındaki tüm veriler PUSH komutu ile yığına atılır POP komutu ile geri alınırlar. Yığından veri çekildiğinde bir sonraki veri üst adrese çıkar.

3. İki dizin yazmacı (two index register IX,IY) :

Dizin yazmaçları, dizinli adreslemelerde taban adresini tutan birbirinden bağımsız 16 bitlik yazmaçlardır. Bu adresleme modunda dizin yazmacı veri düzeltme veya depolama için bellek bölgesi işaretlemeye kullanılır. Dizinli komuttaki ek byte ikiye tamamlayan tam sayı olup taban adresinden uzaklığı gösterir. Bu modda adresleme bir çok programda veri tablolarında kullanılır.

4. Kesme sayfası adresi yazmacı (Interrupt page address register, I):

Z-80 CPU kesme yanıtı ile belli bir bellek gözünü do - laylı olarak çağırır. Bu bölgenin alçak ağırlıklı 8 bit - lik adresi kesmeyi oluşturan çevre biriminden elde edilir Adresin yüksek ağırlıklı 8 biti I yazmacından alınır. Elde edilen bu 16 bitlik adres kesme çevriminin başlangıç ad - resini işaretler.

Ana yazmaç kümesi		Görüntü yazmaç kümesi		Genel amaçlı yazmaçlar
BirikeçA	Bayraklar	A'	F'	
B	C	B'	C'	
D	E	D'	E'	
H	L	H'	L'	

Kesme vektörü I	Bellek tazeleme R
IX Dizin yazmacı	
IY Dizin yazmacı	
SP Yığın işaretleyici	
PC Program sayacı	

Özel amaçlı yazmaçlar

5. Bellek tazeleme yazmacı (Memory refresh register) :

Z-80 CPU statik bellek kullanımı kolaylığında dinamik bellek kullanmak için tazeleme sayıcısı içerir. 8bitlik yazmacın az ağırlıklı 7 biti her komut alınmasından sonra otomatik olarak arttırılır. CPU komut çözerken ve iş - lerken tazeleme sayıcısındaki veri tazeleme denetim işa - retleri ile birlikte adres yolunun alçak ağırlıklı kısmı ü -

zerinden dışarıya gönderilir. Bu işlem sırasında CPU'da bir yavaşlama olmaz. Programcı R yazmacına test için özel veriler yükleyebilir fakat normalde R yazmacı programcı tarafından kullanılamaz. Tazeleme işlemi sırasında I yazmacının içeriği adres yolunun üst 8 bitine yerleşir.

Birikeç ve Durum yazmaçları (Accumulator and Flag Register) :

Z-80 CPU birbirinden bağımsız 8 bit birikeç ve 8 bit durum yazmacı içerir. Birikeç 8 bitlik aritmetik ve mantık işlemleri sonuçlarını tutarken, durum kaydedicileride (yazmaçları) 8 veya 16 bitlik işlemler için özel durumları tutar. Özel durumlar işlemin sonucunun sıfır, negatif elde var gibi durumlardır.

Genel amaçlı yazmaçlar (General purpose registers) :

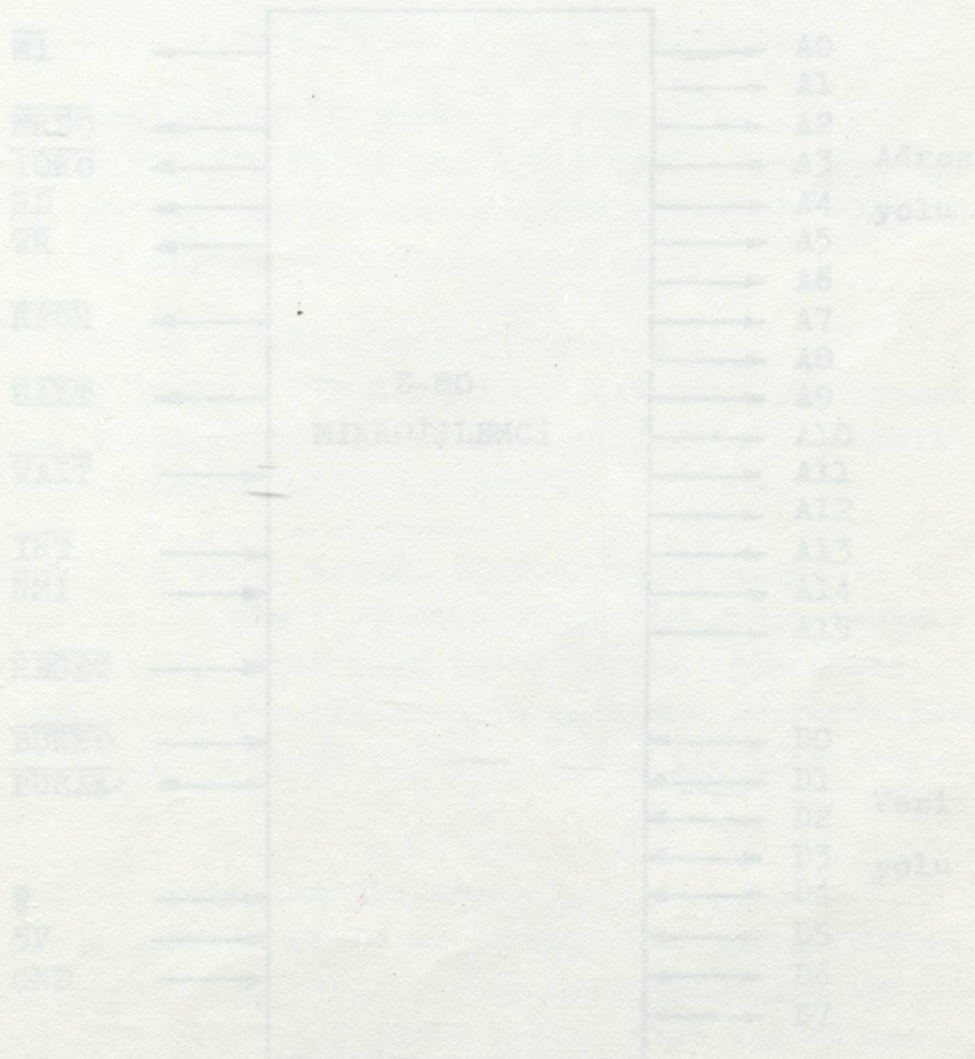
Genel amaçlı yazmaçlar iki şekilde düzenlenebilirler. Bunlar birey olarak 8 bitlik yazmaçlar veya 16 bitlik yazmaç çiftleri olarak kullanılabilirler. Yazmaç çiftleri BC- DE, HL görüntüleri BC, DE, HL olarak isimlendirilir. EXX komutu ile yazmaç çiftleri kümesi yerine görüntülerinin kümesi seçilir. Kesme programına gidilirken genel amaçlı yazmaçlar EXX komutu ile görüntülerinde saklanırlar. Genel amaçlı yazmaçların programcı tarafından kullanım sahaları çok geniştir.

ARİTMETİK VE MANTIK BİRİMİ (Arithmetic and Logic Unit, ALU) :

8 bitlik aritmetik ve mantık işlemleri ALU içinde yürütülür. ALU iç veri yolu, dış veri yolu ve yazmaçlar ile iletişimde dir. ALU'da icra edilen fonksiyonlar; Toplama, Çıkarma, mantıksal AND, OR, EXOR işlemi, karşılaştırma, aritmetik ve mantıksal olarak sağa veya sola kaydırma veya döndürmeler, Arttırma, Azaltma, bit '1' yapma, bit '0' yapma, bit test etme gibi fonksiyonlardır.

KOMUT YAZMACI VE CPU DENETİM BİRİMİ (Insrtuction register and CPU Control) :

Bellekten alınan her komut komut yazmacına yerleşir ve çözülür. Yazmaçlara veri yazılması ve okunması için gerekli tüm işaretler, Aritmetik ve mantık birimi denetimi, tüm harici denetim işaretlerinin üretilmesi CPU denetim birimi fonksiyonlarıdır.



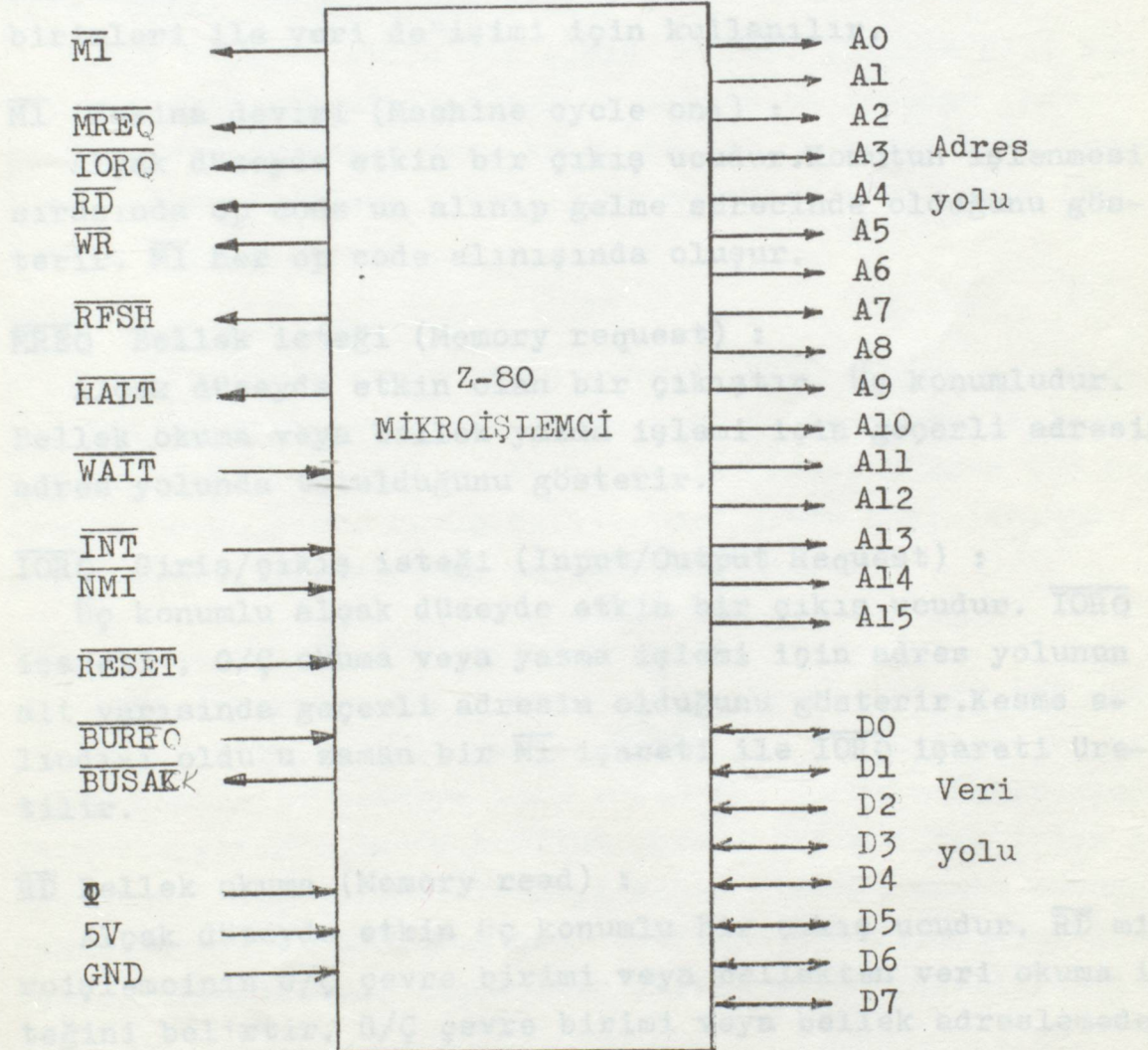
Z-80 mikroişlemci uç düzeni şeması

Z-80 MİKROİŞLEMCİSİ UÇ TANIMLAMALARI

(Z-80 CPU PIN DESCRIPTION)

Z-80 CPU her bir kenarında 20 uç bulunan 40 uçlu (karşılıklı 20'şer uç) endüstri standartlarında paketlenmiş bir tüm devredir.

Giriş / çıkış uçları ve bu uçların tanımlanmaları aşağıdaki gibidir.



Z-80 mikroişlemci uç düzeni şeması

AO - A15 Adres yolu (Address bus) :

Yüksek düzeyde etkin üç konumlu çıkış uçlarıdır. AO'dan A15'e kadar 16 bitlik adres yolu 64 KByte bellek gözünü adresler. AO enaz ağırlıklı adres bitidir. Adres yolunun az ağırlıklı 8 biti giriş/çıkış portlarını adresler. (256 bit giriş veya çıkış) Tazeleme işlemi zamanında az ağırlıklı 7 bit tazele adresini içerir.

DO - D7 Veri yolu (Data bus) :

Yüksek düzeyde etkin, üç konumlu iki yönlü giriş çıkış uçlarıdır. 8 bitlik veri yolu bellek ve giriş/çıkış çevre birimleri ile veri değişimi için kullanılır.

$\overline{M1}$ Makina deviri (Machine cycle one) :

Alçak düzeyde etkin bir çıkış ucudur. Komutun işlenmesi sırasında op code'un alınıp gelme sürecinde olduğunu gösterir. $\overline{M1}$ her op code alınışında oluşur.

$\overline{MREQ}$ Bellek isteği (Memory request) :

Alçak düzeyde etkin olan bir çıkıştır. Üç konumludur. Bellek okuma veya bellek yazma işlemi için geçerli adresin adres yolunda tutulduğunu gösterir.

$\overline{IORQ}$ Giriş/çıkış isteği (Input/Output Request) :

Üç konumlu alçak düzeyde etkin bir çıkış ucudur. $\overline{IORQ}$ işareti, G/Ç okuma veya yazma işlemi için adres yolunun alt yarısında geçerli adresin olduğunu gösterir. Kesme alındısı olduğu zaman bir $\overline{M1}$ işareti ile $\overline{IORQ}$ işareti üretilir.

$\overline{RD}$ Bellek okuma (Memory read) :

Alçak düzeyde etkin üç konumlu bir çıkış ucudur. $\overline{RD}$ mikroişlemcinin G/Ç çevre birimi veya bellekten veri okuma isteğini belirtir, G/Ç çevre birimi veya bellek adreslemede mikroişlemci (CPU) veri yolu üzerinde veri geçidi için bu işaret kullanılmalıdır.

WR Bellek yazma (Memory Write) :

Üç konumlu alçak düzeyde etkin bir çıkıştır. WR, bellek veya giriş/çıkış çevre birimleri içine depolamak için geçerli verinin CPU veri yolunda tutulduğunu gösterir.

RFSH Tazeleme (Refresh) :

Alçak düzeyde etkin olan bir çıkış ucudur. Adres yolunun alçak ağırlıklı 7 biti tazeleme adresini belirler. Tüm dinamik bellekleri tazeleme okuması yapmak için MREQ işareti kullanılmalıdır.

HALT Durma konumu (Halt state) :

Alçak düzeyde etkin bir çıkış ucudur. Yazılım HALT komutu işleyen mikroişlemci tekrar işleme başlamadan önce perdelenemeyen kesme veya kesme bekler. Mikroişlemci duraklamada iken tazeleme etkinliğini muhafaza etmek için NOP komutu işler.

WAIT Beklemek (Wait) :

Alçak düzeyde etkin giriş ucudur. WAIT CPU'ya adreslenen bellek veya çevre biriminin veri gönderilmesi için hazır olmadığını belirtir. Bu im etkin olduğu sürece CPU beklemeye devam eder. Bu uç bellek veya çevre birimlerinin mikroişlemci ile senkron çalışmasını sağlar.

INT Kesme isteği (Interrupt Request) :

Alçak düzeyde etkin giriş ucudur. Kesme isteği imi çevre birimleri ile oluşturulur. BUSRQ imi etkin değil ve yazılım kontrollu kesmeye izin veren iki durumlu (Flip-Flop) izin veriyorsa işlenen komutun işlemi bitince bir istek olacaktır. Mikroişlemci kesmeyi kabul edeceği zaman sonraki komut devirinin başlamasında dışarıya bir alındı imi gönderir. Mikroişlemci kesmeyi üç farklı modda yanıtlayabilir.

NMI Perdelenemeyen kesme (Non Maskable Interrupt) :

Düşen kenar tetiklemeli giriş ucudur. Kesme isteğinden öncelikli, kesmeye izin veren iki durumunun konumuna bak-

madan işlenmekte olan komutun bitiminden sonra kesme olur. Bir NMI kesmesinde mikroişlemci 0066H bellek gözünden işleme başlar. Bu çevrimden kesmeden önceki çevrime dönmek için program sayıcısı otomatik olarak harıcı yığında saklanır.

RESET

Alçak düzeyde etkin bir giriş ucudur. RESET kuvveti program sayıcısını sıfır yapar ve mikroişlemciyi, kesmeye izin veren iki durumlu izin vermeyecek duruma getirerek I yazmacını sıfır yaparak, R yazmacını sıfır yaparak ve kesme modunu sıfır yaparak şartlandırır.

Reset işlemi sırasında adres ve veri yolları yüksek empedans konumuna ve tüm denetim çıkış imleri etkin olmayan konuma gider.

BUSRQ Yol isteği (Bus Request) :

Alçak düzeyde etkin giriş ucudur. Yol isteği imi adres yolu, veri yolu ve üç konumlu denetim imlerinin yüksek empedansa götürülmesi için kullanılır. BUSRQ etkin iken mikroişlemci bu yolları yüksek empedans konumuna getirecek ve hemen sonra makina deviri akışını bitirecektir.

BUSAK Yol alındısı (Bus acknowledge) :

Çıkış ucu olup alçak düzeyde etkindir. Yol alındı ucu isteyen cihazlar için mikroişlemci adres yolu, veri yolu üç konumlu denetim yol imlerinin yüksek empedansa gittiğini gösterir. Harici cihazlar şimdi bu imleri denetleyebilirler.

Q

Tek fazlı TTL düzeyli clock (saat) işareti tüm clock işareti isteklerini karşılar.

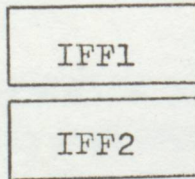
3- Z-80 MİKROİŞLEMCİNİN KESME YANITI

Kesmenin genel olarak anlamı çevre birimlerine izin vermek için mikroişlemcinin işlemini bırakıp çevre birimi servis çevrimine başlamasıdır. Bu servis çevrimi tamamlanınca mikroişlemci önceki çevrimine döner.

Kesmeye izin vermek - engellemek :

Z-80 mikroişlemci maskelenemeyen ve yazılımla maskelenabilir iki kesme girişine sahiptir. Maskelenemeyen kesme isteğine programcı müdahale edemez çevre biriminin isteğine göre oluşacaktır. Maskelenebilir kesme isteği programcı tarafından oluşturulabilir veya engellenebilir. Bu özellik kesmeye izin veren iki durumunun konumuna göre oluşur. İki durumunun konumunun yüksek düzeyde veya alçak düzeyde olması kesmeyi oluşturacak veya oluşturmayacaktır. İki konumlu yüksek düzeye getirmek için EI komutu alçak düzeye getirmek için DI komutu kullanılır. Kesmeye müsaade eden iki konumunun durumu alçak düzeyde iken mikroişlemci kesme isteği kabul etmez.

İki adet kesmeye izin veren iki durumlu vardır. Bunlar IFF1 ve IFF2 olarak isimlendirilirler.



Kesmeyi şartlandıran

IFF1 için geçici saklanma gözü

IFF2, IFF1'in geçici saklanma bölgesi olarak kullanılırken IFF1 kesmeye engel olmak için kullanılır.

Mikroişlemci reset edilince IFF1 ve IFF2'de reset olacak ve kesme kabul edilmeyecektir. Programcı EI komutuyla kesmeyi her zaman etkin yapabilir. Mikroişlemci kesme kabul ederken IFF1 ve IFF2 reset olur. Bunlar tekrar EI komutu ile set edilmezse ikinci bir kesme kabul edilemez.

Perdelenemeyen kesme olduğu zaman IFF2'nin amacı IFF1 in konumunu saklamaktır. Bu durumda IFF1 reset olur. LD A,I veya LD A,R komutu işlendiğinde IFF2'nin içeriği eşlik (parity) bayrağına yerleşir. Perdelenemeyen kesme çevriminden

RETN komutu ile dönlür. Bu esnada IFF2'nin içeriği IFF1 in içine kopya edilir.

Farklı komutların iki durumlulara etkileri;

	IFF1	IFF2
CPU reset	0	0
LI	0	0
EI	1	1
LD A,I	.	IFF2 -- eşlik bayrağı
LD A,R	.	IFF2 -- " "
NMI kabulü	0	.
RETN	IFF2	IFF2 -- IFF1

'.' değişim olmadığını gösterir.

Mikroişlemcinin kesme yanıtlama yöntemleri

Maskelenemeyen kesme

Maskelenemeyen kesme mikroişlemci tarafından her zaman kabul edilir. Bu kesme isteği olduğu zaman mikroişlemci bir sonraki komutu gidip getirme yerine 0066H bellek gözünden işleme başlar. 0066H gibi 8 adet restart bellek gözü vardır.

Maskeleyebilir kesme

Mikroişlemci maskelenebilir kesme isteğine üç yöntemle yanıt verebilir.

Yöntem 0

Bu yöntem 8080 mikroişlemcisinin kullandığı yöntemle aynıdır. Bu yöntemde kesmeye neden olan çevre birimi veri yolu üzerine bir komut yerleştirecek ve mikroişlemci bu komutu işleyecektir.

Yöntem 1

Programci tarafından bu yöntem seçildiği zaman mikroişleci kesmeye 0038H bellek gözüne işlemeyle yanıt verir. Bu yanıt perdelenemeyen kesme yanıtı ile aynıdır. İkisi arasındaki fark işleme başladıkları bellek gözlerinin farklı olmasıdır.

Yöntem 2

Bu yöntem çok güçlü bir kesme yanıt yöntemidir. Bu yöntemde işlenecek adres indirekt (dolaylı)olarak çağırılır.

Bu yöntemde programci tarafından kesme servis çevrimi için 16 bitlik başlangıç adresi tablosu düzenlenir. Bu tablo bellekte herhangi bir yerde olabilir. Kesme kabul edildiğinde tablodan 16 bitlik adres alınarak kesme çevrimi işletilmeye başlanır. Bu adres tablosunu işaretleyen işaretleyicinin üst 8 biti I yazmacında saklanır. I yazmacı içeriği önceden programci tarafından şartlandırılır. İşaretleyicinin alt 8 biti kesmeyi oluşturan çevre biriminden sağlanır. En az ağırlıklı bit 0 olmalıdır.

Kesme
servis
çevrimi
başlangıç
adresini
tablosu

I yazmacı içeriği	Çevre biriminden 7 bit	0
-------------------	------------------------	---

Başlangıç adresi işaretleyici

Tablonun birinci byte adresin LSB kısmını oluşturur. Bu tablonun içeriği programci tarafından her zaman değiştirilebilir. Aynı çevre birimlerinden değişik tablolar oluşturulabilir. Kesmeyi oluşturan çevre biriminden işaretleyicinin alçak kısmı elde edilirken program sayıcısı otomatik olarak yığın'a atılır ve tablodan elde edilen adrese atlanır. Kesmenin yanıtı 19 clock'ta tamamlanır. (Alçak 8 bitin alınması 7, program sayıcısının saklanması 6, elde edilen adrese atlanması 6 clock)

4- Z-80 SAYICI ZAMANLAYICI BİRİMİ

(Z-80 COUNTER TIMER CIRCUIT CTC)

Z-80 mikroişlemci sistemi esaslı üzerinde kurulmuş programlanabilen birbirinden bağımsız dört kanal sayıcı/zamanlayıcı içeren bir çevre birimidir. Basit uygulamalarda harici mantık devresi istemez.

Z-80 CTC çevre birimi çalışabilmesi için 5 volt'luk bir besleme kaynağı ile tek fazlı TTL düzeyli bir clock işareti isteyen 28 uçlu bir devredir.

CTC'nin esas özellikleri aşağıdaki gibi söylenebilir.

Tüm giriş ve çıkışlar TTL uygunluktadır.

Her bir kanal sayıcı veya zamanlayıcı olarak secilebilir.

Sayıcı olarak kullanıldığında verilen zaman sabitinden geriye doğru sıfıra kadar sayar. Sayıcının değeri her zaman okunabilir.

Her iki durum için (sayıcı/zamanlayıcı)geri sayıcı sıfıra saydığı anda zaman sabiti ile otomatik olarak yüklenir

Zamanlayıcı konumda işleme pozitif veya negatif tetikleme kenarından başlaması seçilebilir. Sayıcı konumda bu giriş çift saymalar için düzenlenmiştir.

Üç kanalın ZC/TO (sıfıra sayma/zaman harici) çıkışları darlington tranzistor çıkışlıdır.

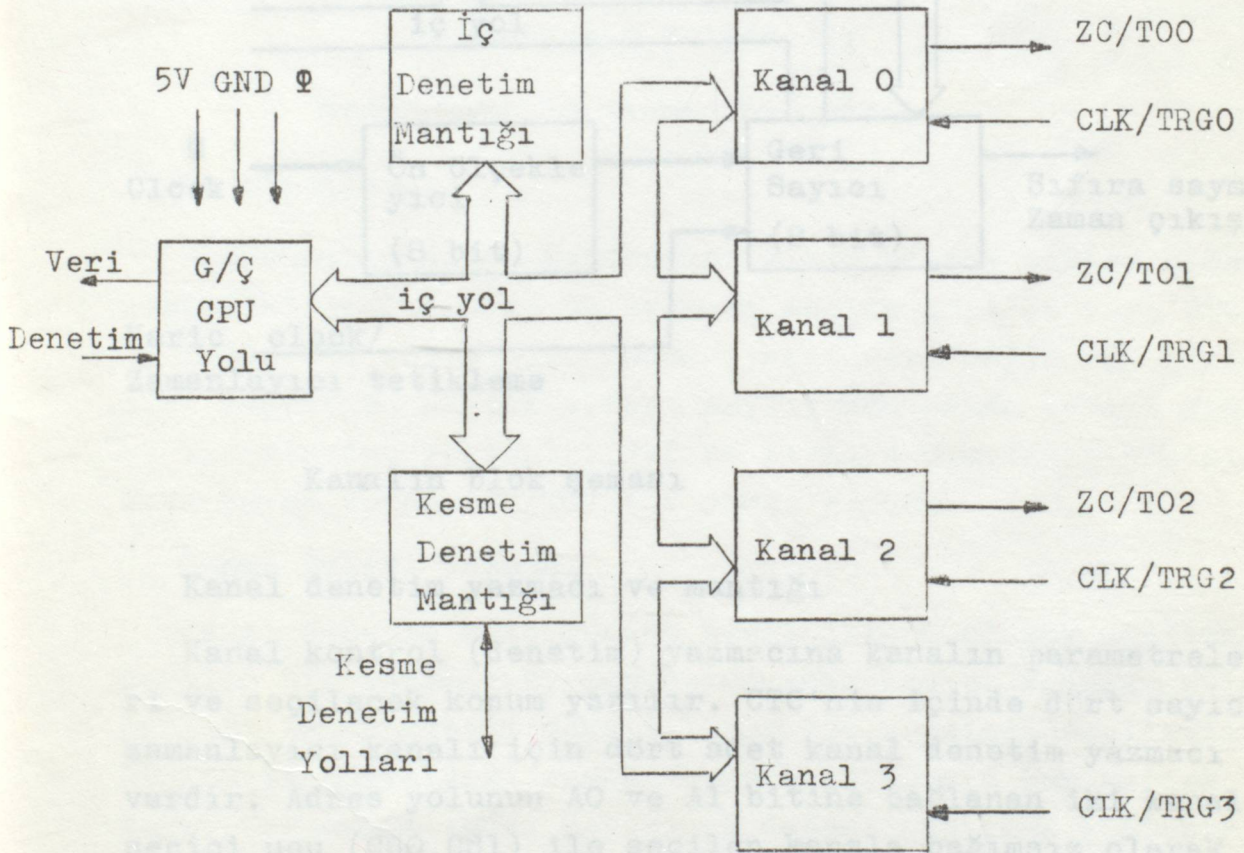
Her kanalın sıfıra saymasında programla kesme oluşturulabilir.

Zincirleme öncelikli kesme mantığı içerir. Harici mantık istemeden otomatik kesme vektörü ile donatılmıştır.

SAYICI ZAMANLAYICI BİRİMİNİN YAPISI

Z-80 Sayıcı zamanlayıcı devresinin iç yapısında mikro-işlemci ile iletişim sağlamak için giriş/ çıkış yol birimi, iç denetim mantığı birimi ve dört adet sayıcı/zamanlayıcı birimi bulunur. Bu dört adet kanal 0'dan 3'e kadar isimlendirilmiştir. Sayıcı / zamanlayıcı devresi (CTC) her kanal için bir kesme vektörü üretme kabiliyetindedir. Dört kanaldan 0. kanal öncelikli kesmeye sahiptir.

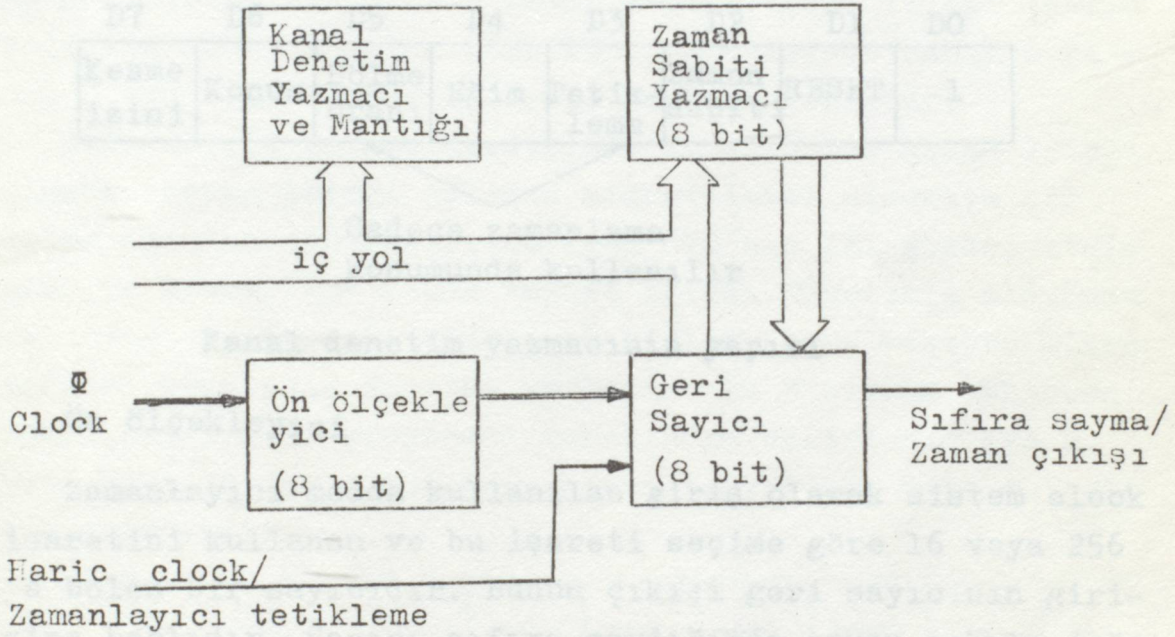
Mikroişlemci yol birimi ile CTC harici devre istemeden birleştirilebilir.



Sayıcı / zamanlayıcı Devresi blok şeması

KANALLARIN YAPISI

Kanalın yapısında iki yazmaç, iki sayıcı ve denetim mantığı bulunur. Yazmaçlar 8 bitlik zaman sabiti yazmacı ve 8 bitlik kanal denetim yazmacıdır. Sayıcılar 8 bitlik 16 ya veya 256'ya bölen önölçeklendirici ve 8 bitlik okunabilen geri sayıcıdır.



Kanalın blok şeması

Kanal denetim yazmacı ve mantığı

Kanal kontrol (denetim) yazmacına kanalın parametreleri ve seçilecek konum yazılır. CTC'nin içinde dört sayıcı zamanlayıcı kanalı için dört adet kanal denetim yazmacı vardır. Adres yolunun AO ve A1 bitine bağlanan iki kanal seçici ucu (CS0, CS1) ile seçilen kanala bağımsız olarak denetim sözcükleri yazılabilir. Yazılan bu 8 bitlik sözcüğün son biti sürekli '1' dir. Diğer 7 bit seçilecek konum ve kanal parametrelerine göre yazılır.

Kanal seçimi doğruluk tablosu

	CS0	CS1
Kanal 0	0	0
Kanal 1	0	1
Kanal 2	1	0
Kanal 3	1	1

Kanal denetim sözcüğü

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Kesme izini	Konum	Bölme oranı	Eğim	Tetikleme	Zaman sabiti	RESET	1

Sadece zamanlama
konumunda kullanılır

Kanal denetim yazmacının yapısı

Ön ölçekleyici

Zamanlayıcı modda kullanılan giriş olarak sistem clock işaretini kullanan ve bu işareti seçime göre 16 veya 256 ya bölün bir sayıcıdır. Bunun çıkışı geri sayıcının girişine bağlıdır. Sayıcı sıfıra saydığı anda zaman sabiti değeri ile yeniden yüklenir. Sıfıra saymaya ulaşıldığında sıfıra sayma ucunda(ZC/TO) bir darbe oluşur.

Zaman sabiti yazmacı

Kanal denetim sözcüğünden sonra ikinci olarak şartlandırılan bir yazmaçtır. Sayıcı ve zamanlayıcı konumda kullanılan zaman sabiti değeri 1 ile 256 arasında seçilebilir. CTC şartlandırıldığı zaman ve geri sayıcının her sıfıra sayma durumunda zaman sabitinin değeri sayıcıya yüklenir. Sayıcı sayarken yeni zaman sabiti değeri yazılırsa sıfıra sayma sonunda yeni değer sayıcıya alınır.

Geri sayıcı

Sayı ve zamanlayıcı konumda kullanılan zaman sabiti

değerinden geriye sayan 8 bitlik bir sayıcıdır. Sayıcı konumunda harici giriş darbelerinde zamanlayıcı konumunda ön ölçekleyici çıkışının değişmesiyle geri sayıcının değeri bir azalır. Kanalin adresinin basit port okuma işlemi ile okunmasıyla geri sayıcının değeri okunabilir.

Kesme denetim mantığı

Kesme oluşturma, kesme önceliği gibi olaylarda mikroişlemci ile düzenli çalışmayı sağlayan kesme denetim mantığıdır. Sistem zincirleme kesme yapısı için CTC iki işaret yolu ile donatılmıştır (IEI, IEO). CTC içinde kanal 0 kanalı 3 ten daha öncelikli kesme hakkına sahiptir.

Geri sayıcı sıfıra saydığı anda kanalda bir kesme isteği oluşur. Kesme isteği gelince mikroişlemci dışarıya bir kesme alındısı gönderir. Böylece CTC'nin IEI girişi etkin olur ve zincirleme kesme yapısı içinde öncelikli olduğunu belirtir. Bu durumda kanalın 8 bitlik kesme vektörü mikroişlemci veri yolu üzerine yerleşir. Bu 8 bitlik vektörün ağırlıklı 5 biti programci tarafından belirlenir. İve 2. biti kanalın ikili kod numarasını içerir son biti '0' olmak zorundadır.

V7	V6	V5	V4	V3	CS1	CS0	0
					0	0	kanal 0
					0	1	kanal 1
					1	0	kanal 2
					1	1	kanal 3

Kanal kesme vektörü

Kanalın kesme vektörü kesme servis çevriminin 16 bitlik tablosunun adresinin az ağırlıklı 8 bitini içerir. 8 bitlik yüksek ağırlıklı kısım I yazmacının içinde saklıdır. Adreslenen bu bellek gözünün içeriği ile bir sonraki gözün içeriği kesme çevriminin 16 bitlik adresini verir.

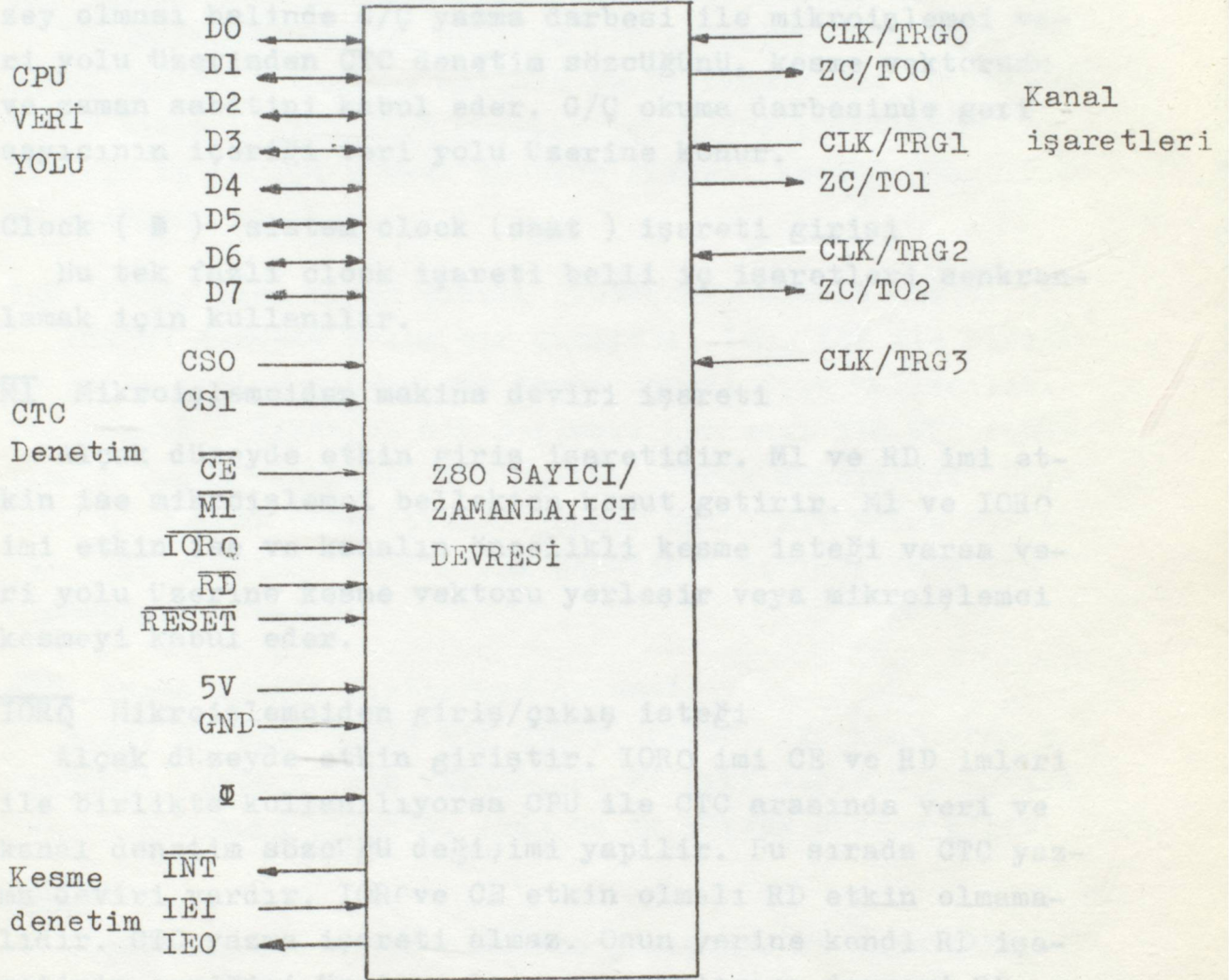
I yazmacı içeriği	Çevre birimin den 7 bit	0
-------------------	-------------------------	---

Vektör

Z80 16 bit kesme başlangıç adresi işaretleyicisi

CTC UÇ TANIMLAMALARI

CTC uç düzeni için bir şekil çizersek



D7 - D0 Z80-CPU veri yolu

Bu yol Z80 CPU (mikroişlemci) ve CTC (sayıcı zamanlayıcı devresi) arasında veri ve emir transferi için kullanılır. İki yönlü üç konumludur. 8 bitlik bir yoldur. D0 en az ağırlıklı bittir.

CS0 - CS1

Yüksek düzeyde etkin olan kanal seçici giriş ucudur.

Giriş/çıkış yazma veya okuma için birbirinden bağımsız

dört adet kanalı seçmek için kullanılır.

CE

Alçak düzeyde etkin giriş ucudur. Bu uçta bir alçak düzey olması halinde G/Ç yazma darbesi ile mikroişlemci veri yolu üzerinden CTC denetim sözcüğünü, kesme vektörünü ve zaman sabitini kabul eder. G/Ç okuma darbesinde geri sayıcının içeriği veri yolu üzerine konur.

Clock (Φ) sistem clock (saat) işareti girişi

Bu tek fazlı clock işareti belli iç işaretleri senkronlamak için kullanılır.

M1 Mikroişlemciden makina deviri işareti

Alçak düzeyde etkin giriş işaretidir. M1 ve RD imi etkin ise mikroişlemci bellekten komut getirir. M1 ve IORQ imi etkin ise ve kanalın öncelikli kesme isteği varsa veri yolu üzerine kesme vektörü yerleşir veya mikroişlemci kesmeyi kabul eder.

IORQ Mikroişlemciden giriş/çıkış isteği

Alçak düzeyde etkin giriştir. IORQ imi CE ve RD imleri ile birlikte kullanılıyorsa CPU ile CTC arasında veri ve kanal denetim sözcüğü değişimi yapılır. Bu sırada CTC yazma deviri vardır. IORQ ve CE etkin olmalı RD etkin olmamalıdır. CTC yazma işareti almaz. Onun yerine kendi RD işaretinin evriğini üretir. Sayıcı zamanlayıcı devresi RD devrinde IORQ, CE ve RD etkin ise geri sayıcının değerini mikroişlemci veri yolu üzerine yerleştirir. Eğer IORQ ve M1 beraber yanlırsa mikroişlemci kesme isteği tanır. Bu durumda yüksek öncelikli kanalın kesme vektörü Z-80 veri yolu üzerinde yer alır.

RD Mikroişlemciden okuma/önüş durumu

Alçak düzeyde etkin bir giriştir. Bu im yanlı IORQ ve CE doğru birlikte kullanılırsa mikroişlemci ile sayıcı zamanlayıcı devresi arasında veri ve denetim sözcüğü trans-

ferini sağlar. CTC okuma deviri içinde IORQ, CE ve RD etkin olursa geri sayıcının içeriği veri yolu üzerine konulur.

IEI Kesme izin verme girişi (Interrupt enable in) :

Etkin değeri yüksek düzeyde bir giriştir. Sistemde çok çevre birimi bulunması halinde geniş zincirleme (Daisy chain) kesme yapısı için kullanılır. Çevre birimlerinden birinin bu ucunun yüksek düzeyde olması kesimde öncelikli olduğunu gösterir.

IEO Kesme izin verme çıkışı (Interrupt enable out) :

Yüksek düzeyde etkin bir çıkıştır. IEO, IEI ile birlikte geniş sistem zincirleme kesme düzeni için kullanılır. IEI yüksek düzeyde ve mikroişlemci herhangi bir CTC kanalından kesmede değilse IEO çıkışı yüksek düzeydedir. Böylece bu işaret mikroişlemci yüksek öncelikli kesme birimleri ile çevrimde iken alçak öncelikli birimlerin etkin olmamalarını sağlar.

INT Kesme isteği (Interrupt Request) :

Alçak düzeyde etkin bir çıkış ucudur. CTC kanalında programla kesmeye izin verilmişse ve geri sayıcının sıfıra sayma durumuna ulaştığı anda bu im yüksek düzeye gider.

RESET

Alçak düzeyde etkin olan bir giriştir. Bu imin etkin olması kanalın tüm işlevlerini durdurur. Kanalın tüm denetim yazmaçları sıfırlanır. ZC/TO ve INT çıkışları etkin olmayan konuma gider. IEI IEO'ya yansır ve CTC veri yolu çıkışı yüksek empedans konumuna sürülür.

Harici Clock / Zamanlayıcı tetikleme (External Clock / Timer Trigger) :

Etkin değeri kullanıcının seçimine bağlı bir giriş işaretidir. Dört adet bağımsız kanala karşılık gelen dört adet CLK/TRG (clock/tetikleme) ucu vardır. Sayıcı konumunda

bu uc üzerindeki her etkin kenar için geri sayıcı azalır. Zamanlayıcı konumda bu uç üzerindeki bir etkin kenar zamanlayıcı işlevini şartlandırır. Etkin kenar yükselen veya düşen kenar olarak seçilebilir.

ZC/TO2 - ZC/TO0 Sıfıra sayma / Zamanlama çıkışı :

Yüksek düzeyde etkin çıkıştır. Burada CTC'nın 0,1,2 no.lu kanallarına karşılık gelen üç çıkış vardır. 3 numaralı kanalın bu çıkış ucu yoktur. Geri sayıcı sıfıra saymaya ulaştığında bu uc üzerinde yüksek düzeyde etkin bir darbe oluşur.

CTC İŞLEM KONUMLARI

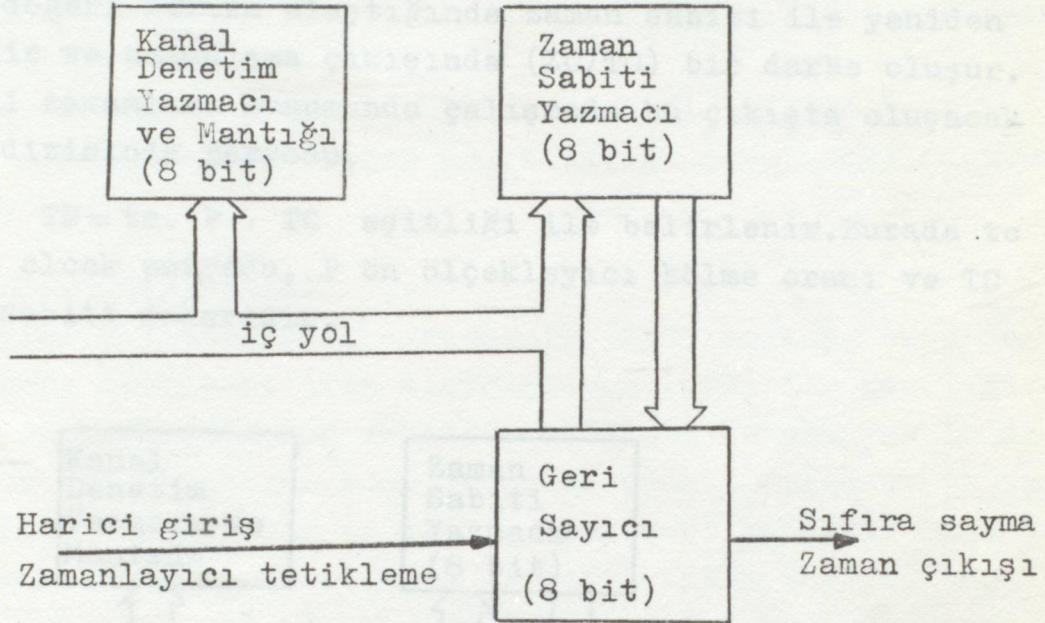
Z-80 Sayıcı / Zamanlayıcı birimi (CTC) sayma veya zamanlama yapması için kanal denetim sözcüğü ve zaman sabiti sözcüğü ilgili yazmaçlara yazılmalıdır. Kanalda kesme eldesi için kanal denetim sözcüğünde kesme biti etkin tanımlanacak ve kesme vektor yazmacına kesme adres tablosunun az ağırlıklı adres byte'ı yazılacaktır.

CTC sayıcı konumu :

Bu konumda sayıcı / Zamanlayıcı devresi CLK/TRG girişi-nin etkin kenarlarını sayar. Kanal denetim sözcüğünün 6. biti bir yapılarak sayıcı konumu seçilir. Kanalın seri darbe dizisi girişi CLK/TRG ucudur. Harici clock'un yükselen kenarı ile sistem clock'unun sonraki yükselen kenarı senkronizasyon (zaman uyumlu) içinde çalışır. Geri sayıcı azalır. Bununla birlikte harici clock kenarı ile sistem clock'unun yükselen kenarı arasında zaman isteği olmaz. İzleyen darbe olmadıkça geri sayıcı azalmaz. Kanal denetim sözcüğünün 4. biti ile harici clock'un etkin kenarı yükselen veya düşen olarak seçilebilir.

Kanal 0,1 ve 2 harici clock darbesiyle zaman sabiti değerinden geriye doğru ardışıl olarak azalacak ve değeri '0' olunca ZC/TO çıkış ucunda bir darbe oluşacaktır. Kanal 3'te

bu çıkış yoktur. Kanal denetim sözcüğünün 7. biti '1' yapılarak kanalla kesme isteği oluşturulur.



Kanalın Sayıcı konumu blok şeması

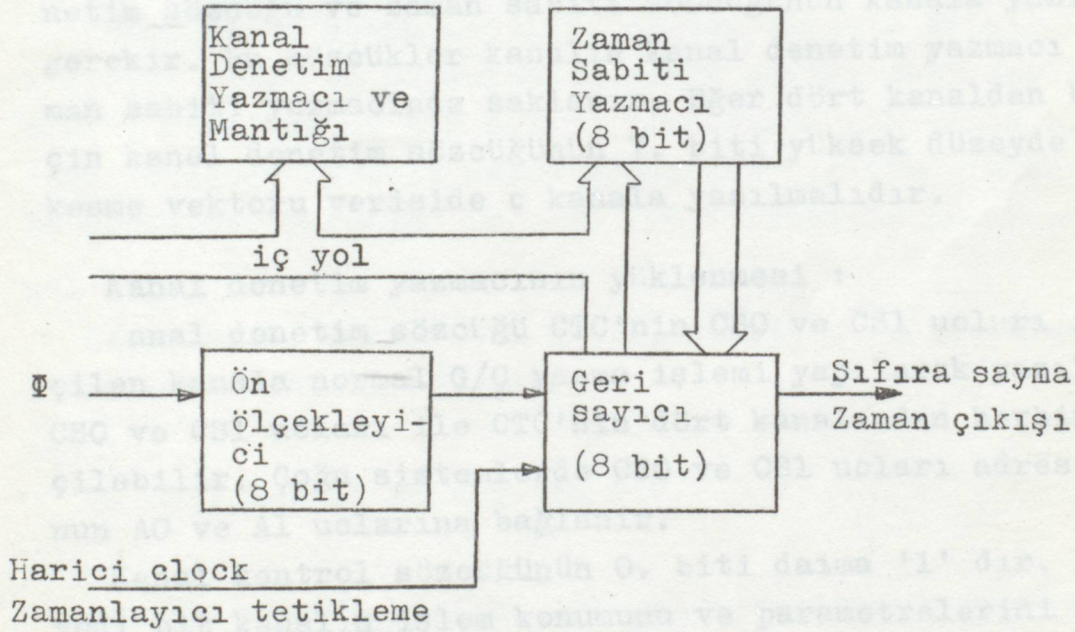
Sıfıra sayımda geri sayıcı zaman sabiti yazmacındaki değerle yeniden yüklenecektir. Sayma işlemi yapılırken zaman sabiti değeri değiştirilirse sıfıra sayımdan sonra yeni zaman sabiti değeri ile sayıcı şartlanacaktır.

CTC ZAMANLAYICI KONUMU

Bu konumda Sayıcı / Zamanlayıcı devresi sistem clock'unun tam değerlerinde zaman aralıkları oluşturur. Zamanlayıcı konum kanal denetim sözcüğünün 6. bitinin '0' yapılması ile seçilir. Zamanlayıcı konumda sistem clock'u iki ardışıl sayıcıya uygulanır. Bunlar ön ölçekleyici ve geri sayıcıdır. Kanal denetim sözcüğünün 5. biti ile ön ölçek-

leyicinin sistem clock'unu 16 veya 256 ya bölmesi seçilir. Ölçeklendiricinin çıkışı geri sayıcının girişine bağlıdır. Ön programla zaman sabitinin değeri 1 ile 256 arasında seçilebilir. Sayıcı konumdaki gibi sürekli saymalarda sayıcının değeri sıfıra ulaştığında zaman sabiti ile yeniden yüklenir ve zamanlama çıkışında (ZC/TO) bir darbe oluşur. sürekli zamanlama konumunda çalışmada bu çıkışta oluşacak darbe dizisinin periyodu,

$TD = tc \cdot P \cdot TC$ eşitliği ile belirlenir. Burada tc sistem clock periyodu, P ön ölçekleyici bölme oranı ve TC zaman sabiti değeridir.



Kanalın zamanlayıcı konumu blok şeması

Kanal denetim sözcüğünün 3. biti ile kanalın zamanlamaya başlama şekli seçilir. 3. bit '0' ise kanalın içine zaman sabiti değerini yerleştiren G/Ç makina deviri işaretinden sonra zamanlayıcı otomatik olarak işleme başlayacaktır. Eğer 3. bit bir ise zamanlayıcı zaman sabiti verisinin

yüklenmesini izliyen zaman tetikleme kenarından sonra sistem clock'unun ikinci yükselen kenarı üzerinde işleme başlar. Bit 4 ile zamanlayıcı tetikleme girişinin yükselen veya düşen kenarda etkin olması seçilir. Bununla birlikte sonraki yükselen kenar ve zamanlayıcı tetiklemesi arasında zaman isteği olmaz.

Eğer kanal denetim sözcüğünün 7. biti '1' ise kanalın zaman çıkışındaki darbeler kesme isteği şartlanmasında kullanılacaktır.

CTC PROGRAMLANMASI

Sayıcı / Zamanlayıcı devresinin (CTC) saymaya veya zamanlamaya başlaması için mikroişlemci (CPU) ile kanal denetim sözcüğü ve zaman sabiti sözcüğünün kanala yazılması gerekir. Bu sözcükler kanalın kanal denetim yazmacı ve zaman sabiti yazmacında saklanır. Eğer dört kanaldan biri için kanal denetim sözcüğünün 7. biti yüksek düzeyde ise kesme vektörü verisi de o kanala yazılmalıdır.

Kanal denetim yazmacının yüklenmesi :

Kanal denetim sözcüğü CTC'nin CS0 ve CS1 uçları ile seçilen kanala normal G/Ç yazma işlemi yapılarak yazılır. CS0 ve CS1 uçları ile CTC'nin dört kanalından herbiri seçilebilir. Çoğu sistemlerde CS0 ve CS1 uçları adres yolunun A0 ve A1 uçlarına bağlanır.

Kanal kontrol sözcüğünün 0. biti daima '1' dir. Diğer yedi bit kanalın işlem konumunu ve parametrelerini belirler.

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Kesme izini	Konum	Ön bölücü	Eğim	Tetikleme	Zaman sabiti	Reset	1

Zamanlayıcı konumda kullanılır

Kanal denetim yazmacının içeriği

Bit 7 = 0

Kanal kesmeye izin vermez.

Bit 7 = 1

Geri sayıcının her sıfır sayıma ulaştığında kesme isteği oluşmasına izin verilir. Eğer dört kanaldan birinin bu biti '1' ise kanala işleme başlamadan önce kesme vektörü yazılması gerekir. Kanal sayıcı veya zamanlayıcı modda kesmeye programlanabilir.

Bit 6 = 1

Sayıcı konum seçilir. Geri sayıcı her harici clock darbesi ile azalır. Ön ölçekleyici kullanılmaz.

Bit 6 = 0

Zamanlayıcı konum seçilir. Sistem clock'u ön ölçeklendiriciye girer ön ölçeklendiricinin çıkışı geri sayıcıyı sürer. Geri sayıcı her sıfıra saydığı anda çıkışında bir darbe oluşur. Sürekli sayma sonucunda çıkışta oluşacak darbe dizisinin periyodu $t_c \cdot P \cdot TC$ ifadesiyle hesaplanır.

Bit 5 = 1

Zamanlayıcı konum için tanımlanmıştır. Ön ölçeklendiricinin bölme faktörü 256 dır.

Bit 5 = 0

Ön ölçekleyici faktörü 16 dır.

Bit 4 = 1

Sayıcı konumda pozitif (yükselen)kenarlarda geri sayıcı azalır.zamanlayıcı konumda yükselen tetikleme kenarlarında zamanlayıcı işleme başlar.

Bit 4 = 0

Zamanlayıcı konumda düşen tetikleme kenarlarında zamanlayıcı işleme başlar. Sayıcı konumda düşen kenarlarda geri sayıcının değeri azalır.

Bit 3 = 1

Sadece zamanlayıcı konumda kullanılır. Zaman sabitinin

yüklenmesini izleyen makina deviri iminin peryodunun yükselen kenarından sonra harici tetikleme kenarı ile işleme başlar. Ön ölçekleyici iki clock darbesinden sonra azalır. Eğer zaman sabiti tam olarak yerleşmemişse üç clock darbesi sonra geçer.

Bit 3 = 0

Zamanlayıcı konumda kullanılır. Zamanlayıcı zaman sabitinin yüklenmesini izliyen makina devirinin peryodunun yükselen kenarı üzerinde işleme başlar.

Bit 2 = 1

CTC (Sayıcı / zamanlayıcı devresi) kanalına yazılan ikinci sözcük zaman sabiti verisidir. Kanal denetim sözcüğü ve zaman sabiti sözcüğü yazılmış kanal işleme hazırdır. Geri sayıcı sıfıra kadar sürekli azalacaktır.

Bit 2 = 0

Burada zaman sabiti yazmacına zaman sabiti verisi yazılmaz. Zaman sabiti yazmacına zaman sabiti verisi yazılmazsa kanal işleme başlamaz. Kanal denetim sözcüğünün 2. biti 1 yapılarak zaman sabiti yazmacına değeri yazılır.

Bit 1 = 1

Kanal reset olur sayma ve zamanlama işlemi durur. Bu bitin yüksek düzeye getirilmesi üzerine kanalın işlem akışı durur

Bit 1 = 0

Kanal işlem akışına devam eder.

Zaman sabiti yazmacının yüklenmesi:

Mikroişlemci (CPU) ile zaman sabiti verisi zaman sabiti yazmacına yazılmadıkça sayıcı veya zamanlayıcı konumda kanal işleme başlayamaz. Kanal denetim sözcüğünün 2. biti yüksek düzeyde ise kanal denetim yazmacının yüklenmesini sağlayan G/Ç yazma işlemini izliyen sonraki G/Ç yazmada bu veri sözcüğü yazılır. Zaman sabitinin değeri tam sayı olarak 1 ile 256 arasındadır. Eğer tüm bitleri '0' ise bu değer

256 dır. Zaman sabiti verisi kanala yüklendiği zaman kanal işleme hazırdır ve geri sayıcı azalmaya başlayacaktır.

Kesme vektör yazmacının yüklenmesi :

Z80 Sayıcı /Zamanlayıcı birimi Z80 mikroişlemcinin 2. yöntem kesme yanıtı için işleyecek şekilde tasarlanmıştır. Bu yöntemde kesme isteği olduğu zaman bellekteki tablodan 16 bitlik kesme çevriminin başlangıç adresinin alınması gereklidir. Bu tablonun üst 8 biti I yazmacının içinde saklıdır. Alt 8 biti CTC'de kesme vektör yazmacı içindedir.

Kesme
servis
çevrimi
başlangıç
adresini
tablosu

I yazmacı içeriği	çevre biri- minden 7 bit	0
----------------------	-----------------------------	---

Başlangıç adresi tablosunu
işaretleyici

Yöntem 2 Kesme işleminde başlangıç adresinin düzenlenmesi

Kesme vektör yazmacı CTC şartlandırma programı yazılırken G/Ç yazma işlemi ile şartlandırılır. 1. ve 2. bitler CTC kanalının ikili kod numaralarıdır. Son bit '0' olmak zorundadır. Ağırlıklı beş bit tablonun adresine göre programci tarafından seçilir.

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
V7	V6	V5	V4	V3	X	X	0

Kullanıcı tarafından
seçilir.(son beş bit)

0	0 kanal 0
0	1 kanal 1
1	0 kanal 2
1	1 kanal 3

5- FREKANS ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Dönen ve salınım yapan tüm sistemlerin denetimi için devir ölçümü yapılması gerekir. Saniyedeki devir sayısı frekansı verdiğine göre bu olay sonuçta frekans ölçümüne gitmektedir. Frekans ölçümünde istenilen özellikler yüksek hassasiyette ölçüm ve ölçme süresinin kısa olmasıdır.

Yapılan çalışmalarda frekans ölçümü için iki yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler : Sabit bir zaman aralığı içinde giriş darbelerinin sayılması ile frekans ölçümü ve giriş işareti darbeleri arasındaki zamanın ölçülmesi ile frekansın hesaplanması yöntemleridir.

a) Sabit zaman aralığı içinde giriş darbeleri sayılarak frekansın ölçülmesi:

Bu yöntemde sabit bir zaman aralığı elde edilir. Bu zaman aralığı içinde frekans ölçülecek darbeler sayılır. Sabit zaman aralığı değerinin 1 saniye olması durumunda elde edilecek sayım sonucu bize gerçek frekans değerini verecektir.

Bu yöntemde ölçme yüksek devirli işaretlerin frekansının ölçümü için kullanışlıdır. Alçak devirli işaretlerde 1 saniyelik süre içinde sayılacak darbeler çok az olacağından hassas bir ölçme yapılamaz. Hassas ölçme yapmak için zaman aralığı büyütülmesi yoluna gidilirse bu durumda ölçüm süresi artacaktır.

b) Giriş işareti darbeleri arasındaki zaman ölçülerek frekans hesabı:

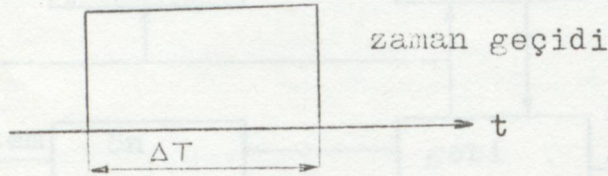
Burada frekans ölçülecek darbeler arasındaki süre ölçülerek işaretin periyodu bulunur. Periyodun tersi frekans değerini verdiğine göre frekans hesaplamak oldukça kolay olacaktır. Bu yöntemde giriş darbeleri arasındaki süre gerçek zaman ile ölçülürse bu değer tersi bize gerçek frekans değerini verecektir. Bu ölçme yöntemi yüksek devirli işaretler için hassas frekans ölçümü sağlamaz. Burada giriş darbeleri arası zaman olarak ölçüldüğü için yüksek frekansa ölçme işlemi çok küçük sahada olacaktır. Hassas ölçme

yapmak için giriş darbeleri sayısı arttırılarak birden çok darbenin arasındaki zaman ölçülür. Frekans hesabında ölçülen değer darbe sayısına bölünerek tersi alınır. Birden çok darbe alınması durumunda istenmeyen durum olarak ölçme süresinin artması söylenebilir. Bu yöntem sürenin önemli olmadığı yüksek devirli işaretlerin frekanslarının ölçülmesinde kullanılabilir.

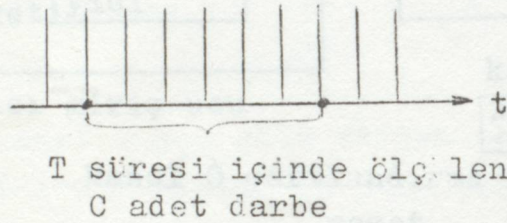
Bu iki yöntem ile yapılan frekans ölçme çalışmaları ileride verilmiştir.

Sabit zaman geçidi içinde giriş darbeleri sayılarak frekans ölçülmesi

Burada bir ana zamangeçidi içinde darbeler sayılarak frekans değeri elde edilebilir.



$$\Delta T = 1 \text{ s ise}$$



C adet darbe bize işaretin frekansını verecektir

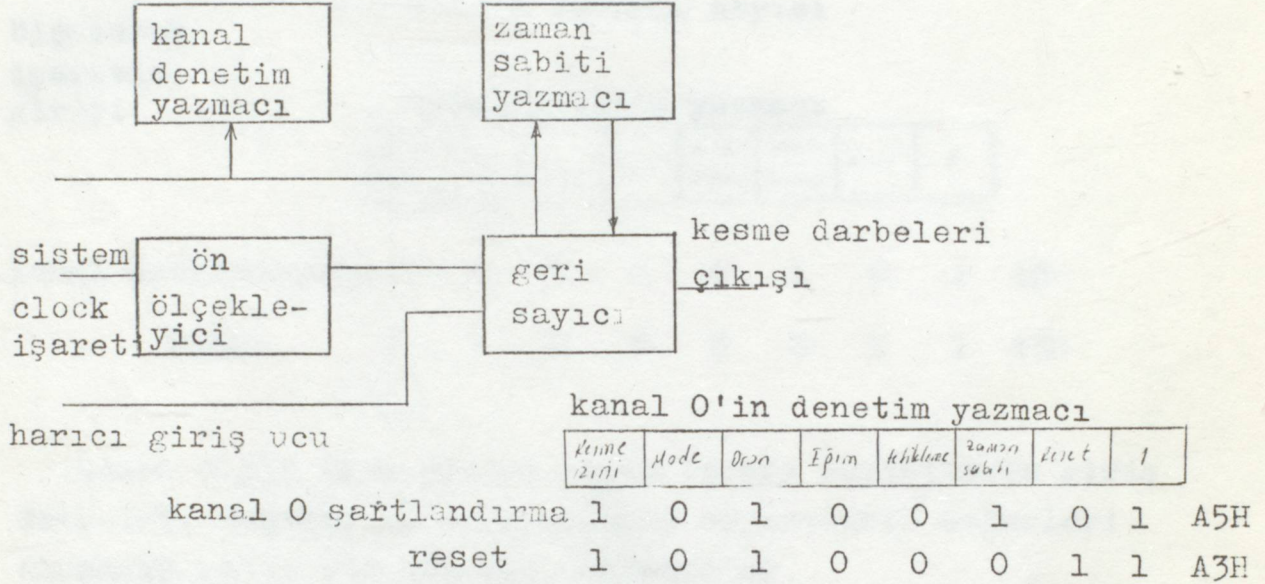
Buradaki zaman geçidi 1 saniye olarak düzenlenirse ölçülen darbe sayısı gerçek frekans değerini verecektir. Giriş darbelerinin frekansının çok büyük olması halinde zaman geçidi saniyenin alt katları olarak, ölçülecek frekansın çok küçük olması durumunda zaman geçidi saniyenin üst katları olarak düzenlenebilir.

Yapılan çalışmada Z80 sayıcı/zamanlayıcı devresi ile hem zaman geçidi üretilmiş hemde giriş darbeleri sayılmıştır. Burada CTC'nin içinde bulunan dört bağımsız sayıcı/zamanlayıcı kanalından kanal 0 sabit zaman geçidi eldesi için kullanılmıştır. Kanal 0 zamanlayıcı olarak programlanmış ve sistem clock'unun belli değerlerinde zaman aralıkları elde edilmiştir.

Zamanlayıcı olarak programlanan kanal 0'in ön bölme oranı 256 olarak düzenlenmiştir. Bu ön ölçeklendiricinin çıkış darbeleri geri sayıcının azalmasını sağlar. Geri sayıcı zaman sabiti değerinden geriye doğru sayacaktır. Geri sayıcı sıfır saymaya ulaştığında kanalın çıkışında (ZC/T0) oluşacak darbe kesme isteği oluşturacaktır. Bu iş-

lemin sürekli olması halinde çıkışta bir darbe dizisi oluşacaktır. Bu darbe dizisinin periyodu:

tc.TC.P olacaktır.



Zamanlayıcı olarak programlanan kanal 0 sistem clock'unu ön bölücüde ve geri sayıcıda 65536 ya böler. Burada çıkış darbeleri arasındaki süre;

$$(1/1790000) \cdot 65536 \text{ s.dir}$$

İsaniyelik süre için çıkış darbe sayısı,

$$1/((1/1790000) \cdot 65536) = 1/0.0366$$

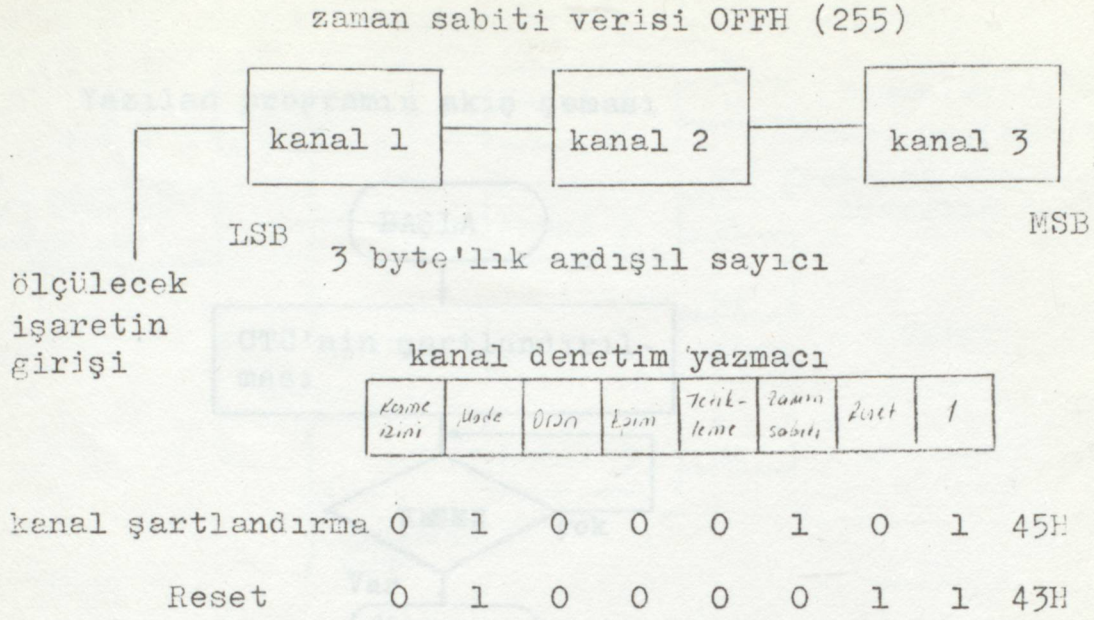
$$= 27.313 \text{ darbe}$$

Darbe sayısı tam değer olması gerektiğinden 27 darbe olarak alınırsa elde edilecek süre:

$$\Delta T = 0.0366 \cdot 27 = 0.9882 \text{ s olur}$$

Bu şekilde yapılan hata % 1.1 lik bir hatadır.

Elde edilen bu ΔT süresinin içinde frekansı ölçülecek darbelerin sayılması için CTC'nin 1, 2 ve 3. kanalları sayıcı olarak programlanır. Üç kanal ard arda bağlanarak 24 bitlik ardışıl sayıcı oluşturulur. Sayıcılar zaman sabiti değerinden geriye doğru sayacaktır. Zaman sabiti değeri FFH (256) olarak düzenlenirse sayıcıların sayma düzeni 16 lı (Hex) sistemde olacaktır.



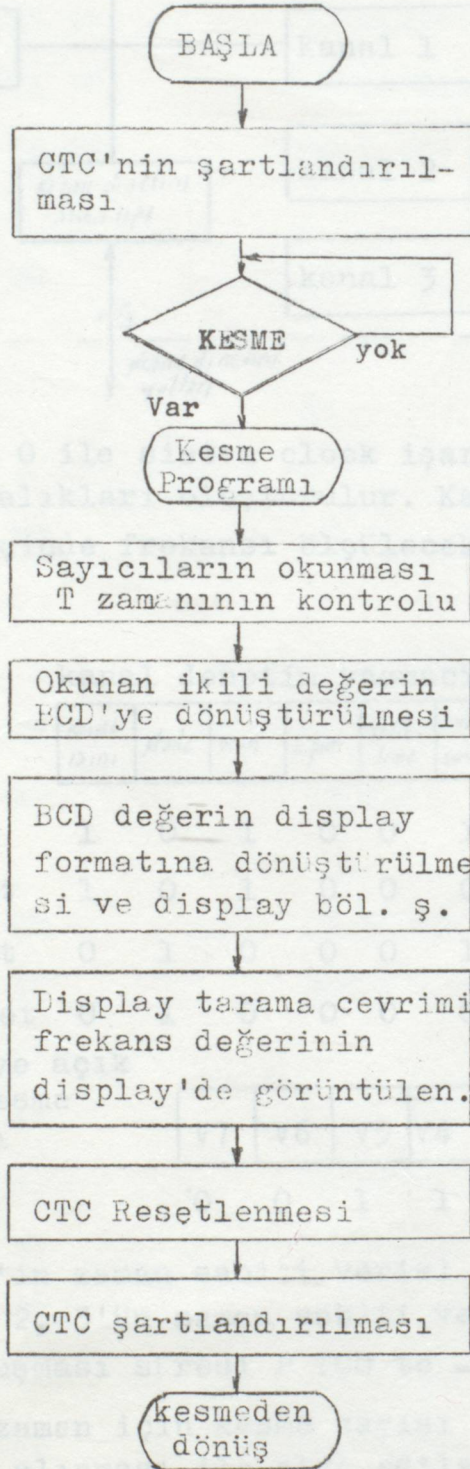
Kanal 0 ile elde edilen zaman içinde sayıcılarla giriş darbeleri sayılır ve süre sonunda sayıcıların değerleri okunarak belli bir bölgede saklanırlar.

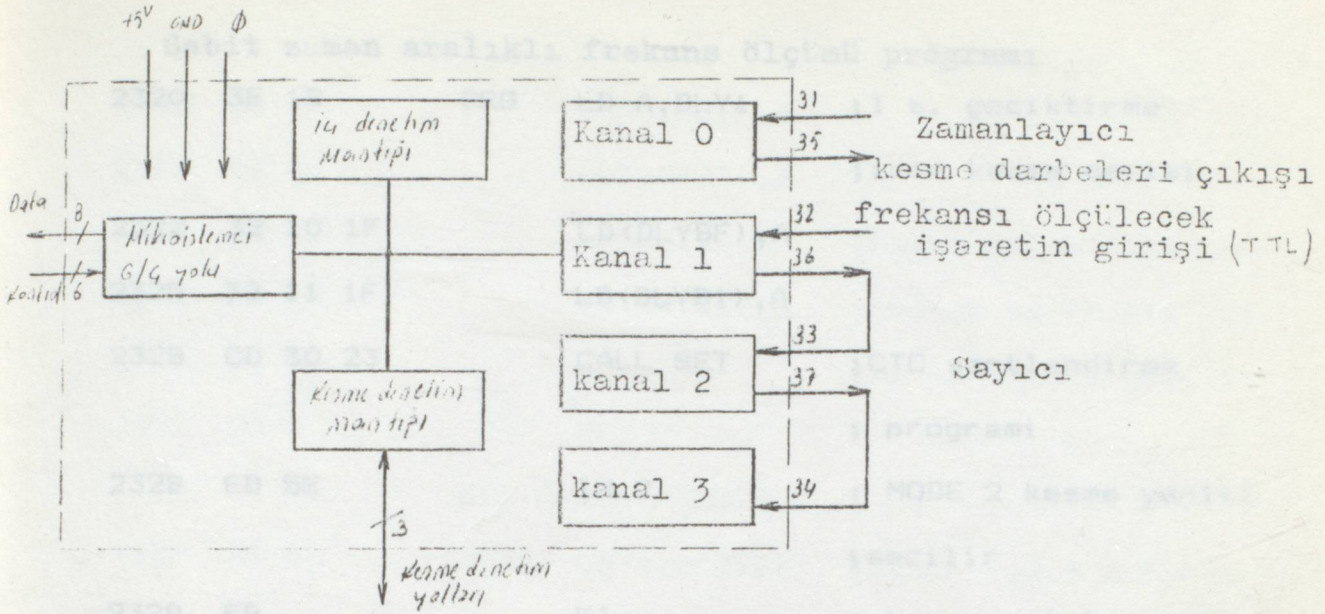
Okunan bu değerlerin düzenlenip BCD ye dönüştürme işlemleri yapılır. Elde edilen bu BCD değer display formatına dönüştürülerek display bölgesi olarak tanımlanmış bölgede saklanır. Sonraki işlem olarak display tarama çevrimi ile display bölgesindeki değer display'de görüntülenir.

CTC'nin tüm işlevleri durdurulur. Daha sonra CTC tekrar şartlandırılarak etkin duruma getirilir. Kesme oluşmasına izin veren iki durumlu set edilerek bundan önceki işlemlere tekrar başlanır ve yeni bir ölçme yapılır. Program işledikçe bu şekilde işlemler devam eder.

Yapılan bu işlemlerin genel bir akış şeması verilirse,

Yazılan programın akış şeması





Kanal 0 ile sistem clock işaretinin belli değerlerinde zaman aralıkları oluşturulur. Kanal 1, 2, 3'te bu zaman aralığı içinde frekansı ölçülecek işaretin darbeleri sayılır

kanal denetim yazmacı

		Kesme izini	Mode	oran	Eğim	Tezlik- leme	Zaman sabiti	Reset	1
kanal 0	set	1	0	1	0	0	1	0	1 0A5H
	reset	1	0	1	0	0	0	1	1 0A3H
	set	0	1	0	0	0	1	0	1 045H
kanal 1,2,3	reset	0	1	0	0	0	0	1	1 043H

kanal 0 kesmeye açık
olduğu için kesme
vektör yazmacı

V7	V6	V5	V4	V3	CS1	CS0	0
0	0	1	1	1	0	0	0

kanal 0 'in zaman sabiti verisi 00H (256)

kanal 1, 2, 3'ün zaman sabiti verisi 0FFH (255)

kesme oluşması süresi P TCO tc = 36.469 ms

1 s'lik zaman için kesme sayısı : $1/36.469\text{ms}$ 27.4 kesme

27 kesme alınması ile elde edilecek süre: .985 s

Bu durumda yapılan hata : % 1.5

10 s'lik zaman için kesme sayısı: 274 adet

255 kesme alınması sonucunda elde edilecek süre: 9.3 s

yapılan hata : %7 gibi büyük bir hata olur. (kesme sayısı kontrolünün bir byte ile yapılması durumunda)

Sabit zaman aralıklı frekans ölçümü programı

```

2320 3E 1B      ORG   LD A,DLY1      ; 1 s. geciktirme
2321 D3 43      OUT(CTC3),A          ; için kesme sayisi
2322 32 10 1F   LD(DLYBF),A          ; Kesme adres tablosu-
2325 32 11 1F   LD(DLYB1),A          ; nun 23 ağırlıklı kıs-
2328 CD 30 23   CALL SET              ; CTC sartlandirma
2329 C7         RET                  ; programi
232B ED 5E      CTC RE IM 2          ; MODE 2 kesme yaniti
232C 3E 43      RESET LD A,SCR123    ; secilir
232D FB 41      EI                  ; Kesmeye izin veren
232E 43 42      OUT(CTC2),A          ; FF set edilir
232F 18 FE      $ JR $              ; Kesme olusmasi bek-
2330 3E 03      LD A,PCRO            ; lenir

```

CTC SARTLANDIRMA PROGRAMI

```

2330 3E 24      SET   LD A,IVHAD      ; Kesme adres tablosu-
2332 ED 47      LD I,A                ; nun ağırlıklı kısmı
2333          ; I yazmacina yazilir
2334 3E A5      LD A,SCRO            ; Kanal 0'in denetim
2336 D3 40      OUT(CTC0),A          ; yazmaci sartlandiri-
2337          ; lir
2338 3E 45      LD A,SCR123          ; Kanal 1,2,3 denetim
233A D3 41      OUT(CTC1),A          ; Yazmaci sartlandiri-
233C D3 42      OUT(CTC2),A          ; lir.
233E D3 43      OUT(CTC3),A
2340 3E 00      LD A,TCO             ; Kanal 0'zaman sabiti
2342 D3 40      OUT(CTC0),A          ; verisi yazilir
2344 3E FF      LD A,(TC123)         ; Kanal 1,2,3 zaman sa-
2346 D3 41      OUT(CTC1),A          ; biti verisi yazilir

```


236A	0D		DEC C	
236B	1B		DEC DE	
236C	10 FB		DJNZ READ	
236E	06 03		LD B,03H	
2370	E1		POP HL	
2371	AF	CLR	XOR A	;Ayazmaci sıfırlanır
2372	96		SUB (HL)	
2373	20 19		JR NZ,PRMO	
2375	2B		DEC (HL)	
2376	10 F9		DJNZ CLR	
237B	3A 10 1F		LD A,(DLYBF)	;Gecikme çevrim sayı-
				;si A'ya alınır
237B	FE FF		CP DLY10	
237D	20 05		JR NZ,INIT	
237F	CD FA 23		CALL DISPS	;Display bölgesi
				;sartlandırılır
2382	18 5C		JR RTRN	
2384	3E FF	INIT	LD A,DLY10	;10s gecikme için ge-
2386	32 10 1F		LD (DLYBF),A	;cikme bölgesi sart-
2389	32 11 1F		LD (DLYB1),A	;landirilir
238C	18 52		JR RTRN	
238E	3A 10 1F	PRMO	LD A(DLYBF)	;Gecikme bölgesi de-
2391	FE 1B		CP DLY1	;geri 1s'lik gecikme-
				;me ile karsilasti -
2393	20 10		JR NZ,PRM1	;rilir.
2395	21 02 1F		LD HL,DBFHA	;Okunan agirlikli by-
2398	3E 0C		LD A,MVALUE	;te ile max. deger

239A	BE 0A 1F		CP (HL)	;karsilastirilir
239B	3B 44		JR C,DISP2	
239D	CD 0A 24	INC	CALL BINBCD	
23A0	CD FA 23		CALL DISPS	
23A3	1B 30		JR RET1 (HL)	
23A5	CD 0A 24	PRM1	CALL BINBCD	
23AB	23 0B 1F	RET2	LD HL,BCDHAD	;HL'ye BCD bolgesi
23AC	22 10 1F		LD (0LYBF),A	;ust adresi yazilir
23AB	06 04		LD B,04H	
23AD	AF		XOR A	
23AE	96	CMPR	SUB (HL)	
23AF	20 04		JR NZ,ALT	
23B1	2B		DEC HL	
23B2	10 FA		DJNZ CMPR	
23B4	23		INC HL	
23B5	7E	ALT	LD A, (HL)	
23B6	FE 0F		CP NIBBLE	
23BB	30 07		JR NC,CARRY	
23BA	3E 01		LD A,01H	;Kesirli deger sayisi
23BC	32 12 1F		LD (ONDA),A	;ONDA bolgesine
23BD				;yazilir
23BF	1B 02		JR ASAK	
23C1	3E 02	CARRY	LD A,02H	
23C3	32 12 1F		LD (ONDA),A	
23C6	CD FA 23	ASAK	CALL DISPS	
23C9	3A 12 1F		LD A, (ONDA)	
23CC	47		LD B,A	


```

23CD 21 0A 1F          LD HL,DIBFLA ;Display bolgesi alt
                                ;ad.HL'ye yazilir
23D0 23              INC  INC HL
23D1 10 FD          DJNZ INC
23D3 CB F6          SET 6,(HL)
23D5 CD EE 23      RET1 CALL DISP
23D8 3E 1B          RET2 LD A,DLY1 ;Gecikme bolgesi is'
23DA 32 10 1F      LD(DLYBF),A ;lik gecikme icin
23DD 32 11 1F      LD(DLY1),A ;sartlandirilir
23E0 C9              RTRN RET
23E1 06 50          DISP2 LD B,050H ;Disp2 bolgesi iceri-
23E3 DD 21 31 24 LOOP LD IX,DISPBF2 ;gi'display'de go-
23E7 CD 24 06          CALL SCAN1 ;runtulenir.
23EA 10 F7          DJNZ LOOP
23EC 1B EA          JR  RET2
                                DISPLAY GORUNTULEME PROGRAMI
23EE 06 FF          DISP LD B,0FFH ;Olculen duzenlenen
23F0 DD 21 0A 1F DONGU LD IX,DISPBF ;ve BCD donusumu yapil
23F4 CD 24 06          CALL SCAN1 ;mis display bolgesin-
23F7 10 F7          DJNZ DONGU ;deki deger 'display'
23F9 C9              RET ;de görüntülenir
                                DISPLAY BOLGESI SARTLANDIRMA PROGRAMI
23FA 06 03          DISPS LD B,03H ;HL'ye display bolge-
23FC 21 0A 1F          LD HL,DIBFLA ;si alt ad. DE'ye BCD
23FF 11 05 1F      LD DE,BCDBFLA ;bolgesi alt ad. yazi
2402 1A              DISP LD A,(DE) ;lir.BCD bolgesinin i-
2403 CD 78 06          CALL HEX7S ;cerigi display for-

```


2406	13	INC DE	;matina donusturulerek
2407	10 F9	DJNZ DISP	;diplay bolgesine yer-
2409	C9	RET	;lestirilir.

BINARY-BCD DONUSUM PROGRAMI

240A	AF	BINBCDXOR A	;Ayazmaci sifirlanir
240B	06 04	LD B,BCDBS	;4 'byte'lik BCD bol-
240D	21 05 1A	LD HL,BCDBFLA	;gesi sifirlanir
2410	77	CLR LD (HL),A	
2411	23	INC HL	
2412	10 FC	DJNZ CLR	
2414	06 18	LD B,BINBITS	;BIN bolgesi bit sayi-
2416	C5	LOOP PUSH BC	;si B'ye yazilir
2417	06 03	LD B,BINBS	;3 'byte'lik ikili sa-
2419	21 00 1F	LD HL,BINBFLA	;yi bir bit sola kay-
241C	CB 16	RTL RL (HL)	;dirilir.En agirlikli
241E	23	INC HL	;elde bayragina ali-
241F	10 FB	DJNZ RTL	;nir
2421	06 04	LB B,BCDBS	
2423	21 05 1F	LD HL,BCDBFLA	;BCD byte icerikleri
2426	7E	ADCDA LD A,(HL)	;kendileri ile elde
2427	8F	ADC A,A	;ile birlikte toplanip
2428	27	DAA	;sonucu onlu sayiya
2429	77	LD (HL),A	;donusturulerek ayni
242A	23	INC HL	;bolgeye yazilir
242B	10 FB	DJNZ ADCDA	
242D	C1	POP BC	
242E	10 E6	DJNZ LOOP	

2430 C9 RET

2431 E1 TABLE DEF B ; 'v.' olarak frekans

2432 BD DEF B ; 'D '

2433 02 DEF B ; '-'

2434 CD DEF B ; 'C' olarak kes-

2435 43 DEF B ; 'r '

2436 0F DEF B ; 'F '

KESME PROGRAMI

2438 3A 24 INT DEFW INTERRUPT

243A 3A 11 1F LD A, (DLYB1) ; 1s. veya 10s'lik ge-

243D 3D DEC A ; cikmeler saglanir.

243E 20 0B JR NZ, ENIN ; sure sonunda sayici-

2440 CD 5F 23 CALL DATA ; lar okunur gerekli

2443 CD 51 23 CALL RESET ; islemler yapilir CTC

2446 CD 30 23 CALL SET ; reset edilir tekrar

2449 18 03 JR ENIN ; sartlandirilarak olc

244B 32 11 1F LD (DLYB1), A ; meye evam edilir

244E FB ENIN EI ; Kesmeye izin verilir

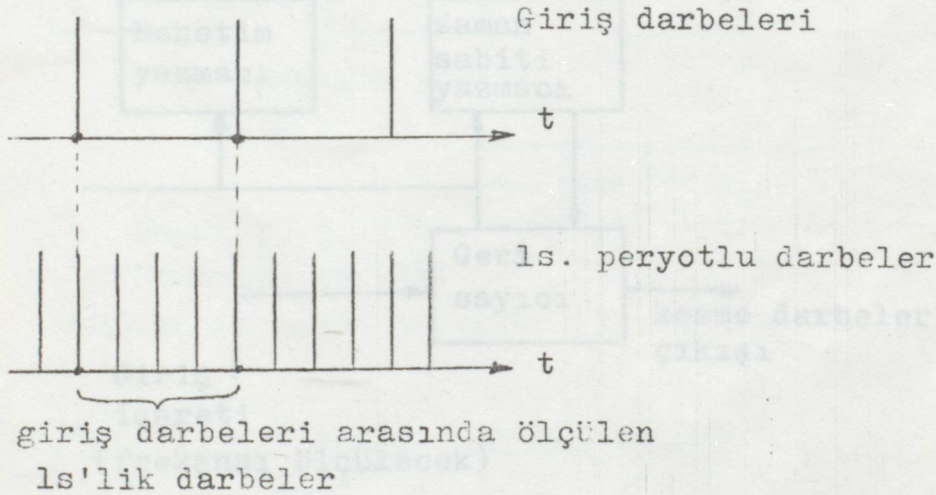
244F ED 4D RET I ; Kesme programindan

; donulur.

Giriş darbeleri arasındaki zaman ölçülerek frekansın hesaplanması

Giriş darbeleri arasındaki sürenin ölçümü bize işaretin periyodunu verecektir. Periyodun tersi alınarak frekans değeri hesaplanabilir.

Bu çalışmada Z80 Sayıcı / Zamanlayıcı devresi ile giriş darbelerinden kesme isteği oluşturularak ölçme işlemi yapılmıştır. Kanal 0'a giriş işareti uygulanarak kesme oluşturulur. Kesme oluşana kadar kanal 1, 2 ve 3 ile sistem clock'u sayılır.



$$\frac{\text{Ölçülen zaman (darbe sayısı)}}{\text{Giriş darbe sayısı}} =$$

Ölçülen darbeler arasındaki zamanın 1 saniye olması durumunda yukardaki oran bize giriş darbelerinin periyodunu verecektir.

Ölçülen 1 saniyelik darbe sayılarına C ve giriş darbeleri sayısına N dersek

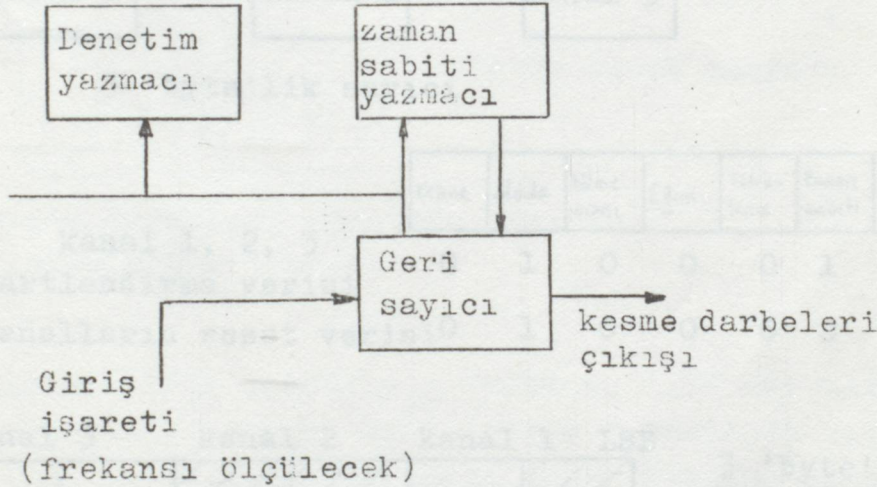
C/N oranı bize giriş işaretinin periyodunu verecektir.

Frekans periyodun tersi olduğuna göre

$F = N / C$ eşitliği bize işaretin frekansını verecektir.

Z80 CTC biriminin kanal 0 'i sayıcı olarak programlanmış ve giriş darbeleri bunun girişine uygulanmıştır. Zaman sabiti verisinin değerine göre 1 ile 256 darbe arasında istenilen darbe sayısında kesme oluşturulabilir.

Kanal 0 giriş darbeleri ile zaman sabiti değerinden geriye sayacağından ve sıfır saymaya ulaştığında kesme isteği oluşturacağından zaman sabiti verisi değiştirilerek giriş darbeleri sayısı ayarlanabilir.



Kanal denetim sözcüğü kanal 0 'in sayıcı olarak kullanılması ve kesme oluşturulması şeklinde düzenlenerek kanal denetim yazmacına yazılır.

Kesme	Mode	bölme	Ekim	Trip.	Zaman sabiti	Reset	1
-------	------	-------	------	-------	--------------	-------	---

1 1 0 0 0 1 0 1

C5

kanal şartlandırma verisi

1 1 0 0 0 0 1 1

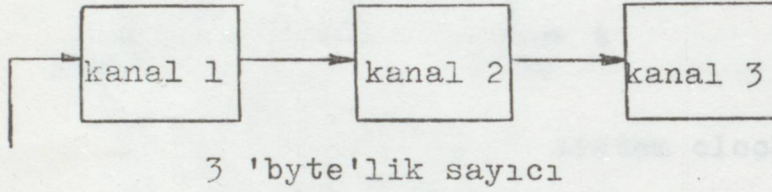
C3

kanal 0 reset verisi

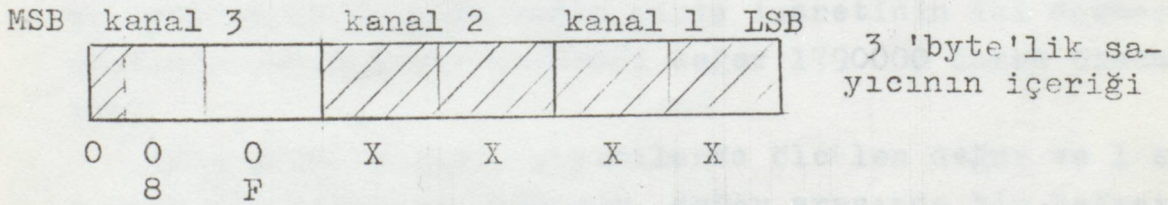
CTC'nin kanal 1,2 ve 3 u sistet clock'unu saymak için sayıcı olarak programlanmıştır. Bu kanallar ard arda bağlanarak 24 bitlik sayıcı elde edilmiştir.

CTC şartlandırıldığı anda kanal 0 giriş darbeleri ile zaman sabiti verisinden geriye doğru sayacak, kanal 1, 2 ve 3 sistem clock işaretini sayacaktır. Kanal 0 'ın sıfıra saydığı anda kesme oluşacak kesme cevriminde kanal 1 kanal 2 ve kanal 3'un değeri okunup bir bellek bölgesinde saklanacaktır. Sayıcıların bu değeri giriş darbeleri arasındaki zamanla bağıntılıdır.

zaman sabiti verisi 256 (0FFH)



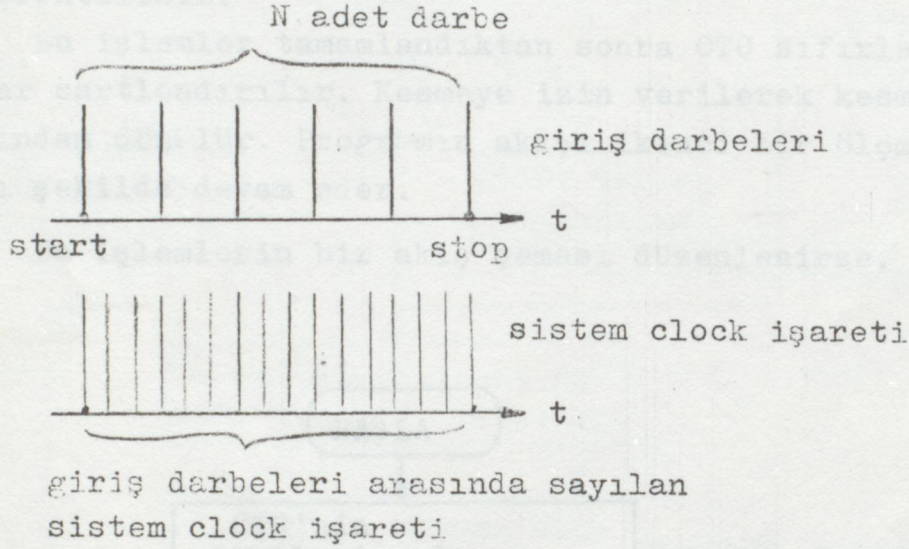
	Kesme	Mode	Bölme oranı	Eğim	Tetikleme	Zaman sabiti	Reset	1	
kanal 1, 2, 3 şartlandırma verisi	0	1	0	0	0	1	0	1	45H
kanalların reset verisi	0	1	0	0	0	0	1	1	43H



3.'byte'in içeriğinin olması istenen değer.

Ölçmede yapılacak hatayı minimum yapmak için üç byte'lik sayıcıda okunan değerlerin ağırlıklı byte'nin içeriğinin 00H ile 8FH arasında tutulması düzenlenmiştir. Bu byte'in okunan değeri 00H ise kanal 0'in zaman sabiti verisi artırılarak kesme oluşması için gerekli giriş darbelerinin sayısı arttırılır ve okunan değerlerin ağırlıklı byte'nin içeriğinin 00H den büyük olması sağlanır. Ağırlıklı kısmın içeriğinin 08FH den büyük olması halinde kanal 0'in zaman sabiti verisi azaltılarak kesme oluşma süresi azaltılır.

Buna bağılı olarak sayıcıların sayacağı değer azalacaktır. Bu şekilde yüksek ağırlıklı kanalın içeriği istenilen değerde ayarlanır. Giriş darbeleri sayısı yapılan çalışmada 0 ile 256 arasında ayarlanabilecek şekilde düzenlenmiştir. Darbe sayısı 256 ise ve ölçülen değer olması gereken değerin altında ise darbe sayısı arttırılamayacağından ölçülen bu değerle işlemler yapılır.



Sistem clock işaretinin frekansı 1.79 mhz olduğuna göre 1 saniyelik periyoda sahip giriş işaretinin iki darbesi arasında sayıcıların sayacağı değer 1790000 darbe olacaktır.

Giriş darbe sayısı, sayıcılarda ölçülen değer ve 1 saniyede ölçülebilecek maximum değer arasında bir bağıntı düzenlenirse;

$$\text{Frekans} = \frac{\text{darbe sayısı} \times \text{max değer}}{\text{ölçülen değer}}$$

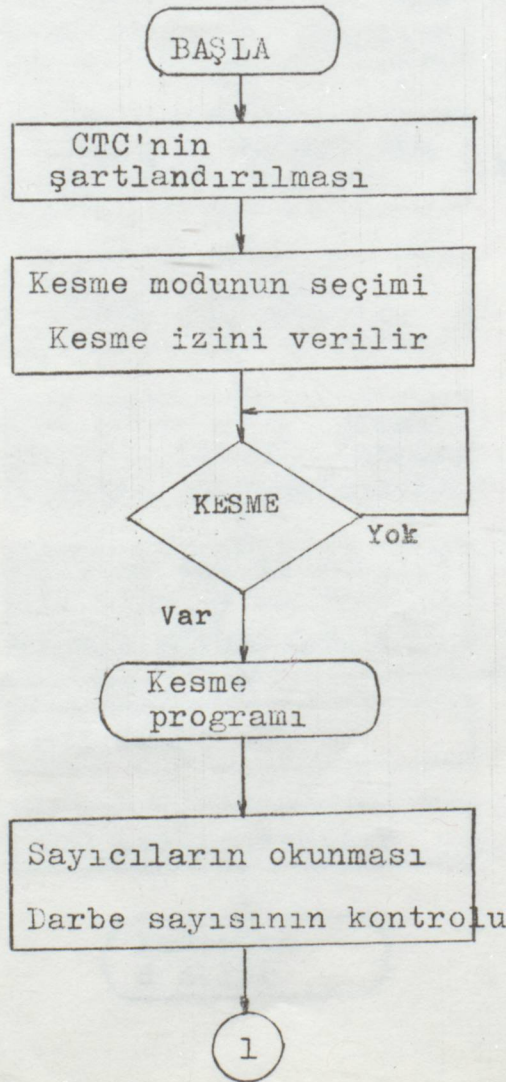
eşitliği ile frekans değeri hesaplanabilir.

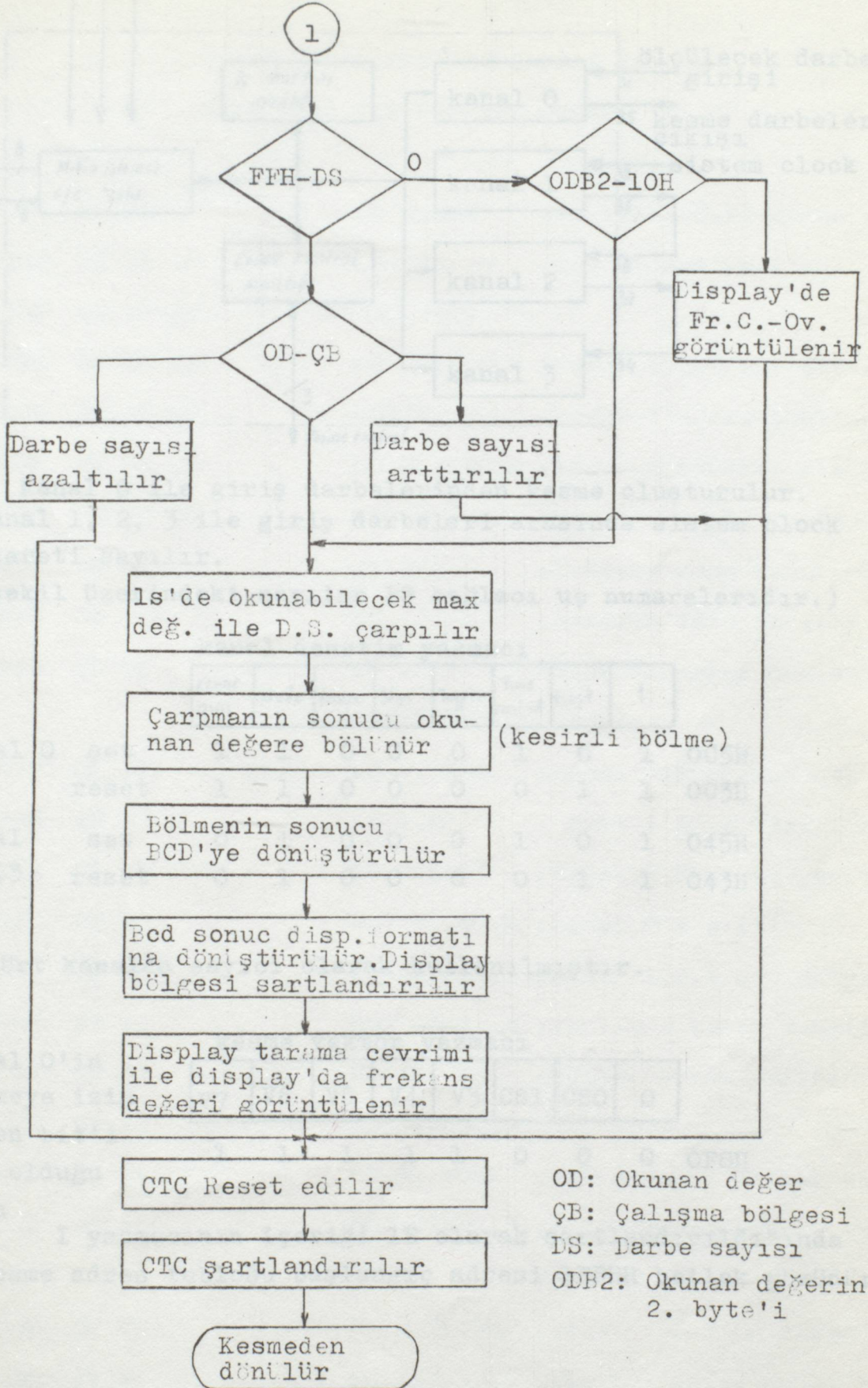
Gerçekleştirilen çalışmada Z80 sayıcı/zamanlayıcı devresinin(CTC) kanal 0'i ile giriş darbelerinden kesme oluşturulmuş ve aynı zamanda kanal 1 , kanal 2 ve kanal 3 ile elde edilmiş üç byte 'lık sayıcı ile sistem clock işareti sayılmıştır. Sayılan bu değer belli bir bellek bölge-

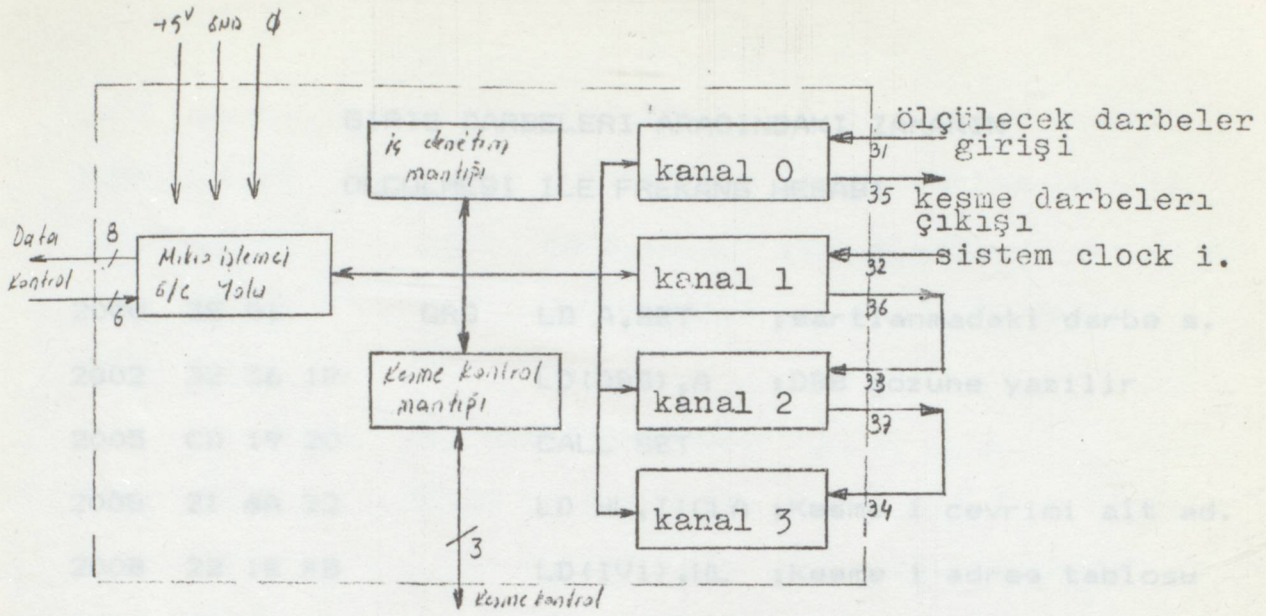
sine yerleştirilir. Daha sonra 1 saniyede ölçülebilecek max. değer ile giriş darbeleri sayısı çarpılır. Bu çarpmanın sonucu sayıcılardan okunan değere bölünür. Yapılan bu bölme işlemi kesirli bölmedir. Bölme işleminin sonucu BCD'ye dönüştürülerek gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra bu değer display bölgesine yazılır. Display tarama cevrimi çalıştırılarak frekansı veren bu değer display'da görüntülenir.

Bu işlemler tamamlandıktan sonra CTC sıfırlanır ve tekrar şartlandırılır. Kesmeye izin verilerek kesme programından dönülür. Programın akışı ikinci bir ölçme için aynı şekilde devam eder.

Bu işlemlerin bir akış şeması düzenlenirse,







Kanal 0 ile giriş darbelerinden kesme oluşturulur.
kanal 1, 2, 3 ile giriş darbeleri arasında sistem clock işareti sayılır.

(şekil üzerindeki sayılar P2 bağlacı uç numaralarıdır.)

kanal denetim yazmacı

	kesme izini	Mode	Range	Slope	Types	Time constant	Reset	1	
kanal 0 set	1	1	0	0	0	1	0	1	0C5H
reset	1	1	0	0	0	0	1	1	0C3H
kanal set	0	1	0	0	0	1	0	1	045H
1,2,3 reset	0	1	0	0	0	0	1	1	043H

Dört kanalda sayıcı olarak kullanılmıştır.

kesme vektör yazmacı

	V7	V6	V5	V4	V3	CS1	CS0	0	
kanal 0'in kesmeye izin veren bit'i set olduğu için	1	1	1	1	1	0	0	0	0F8H

I yazmacının içeriği 1E olarak şartlandırıldığında kesme adres tablosu başlangıç adresi 1EF8H bellek gözüdür

GIRIS DARBELERI ARASINDAKI ZAMANIN

OLCULMESI ILE FREKANS HESABI

2000	3E 01	ORG	LD A,SET	;sartlanmadaki darbe s.
2002	32 36 1F		LD(DBS),A	;DBS gozune yazilir
2005	CD 19 20		CALL SET	
2008	21 6A 22		LD HL,I1CLA	;Kesme 1 cevrimi alt ad.
200B	22 1E F8		LD(IV1),HL	;Kesme 1 adres tablosu
200E	21 E0 22		LD HL,I2CLA	;Kesme 2 cevrimi alt ad.
2011	22 FF 1E		LD(IV2),HL	;Kesme 2 adres tablosu
2014	ED 5E		IM 2	;2.Kesme modu secilir
2016	FB		EI	;Kesmeye izin verilir
2017	1B FE	#	JR #	Kesme olusmasi beklenir

CTC SARTLANDIRMA PROGRAMI

2019	3E 1E	SET	LD A,IVHA	;Kesme vektorunun ust
201B	ED 47		LD I,A	; 'byte'i I'ya yazilir
201D	3E C5		LD A,SCRD	;Kanal 0 denetim verisi
201F	D3 40		OUT(CTCO),A	;kanal 0'a atilir
2021	3E 45		LD A,SCR123	;kanal 1,2,3'un denetim
2023	D3 41		OUT(CTC1),A	;verileri kanal denetim
2025	D3 42		OUT(CTC2),A	;yazmaclarina yazilir
2027	D3 43		OUT(CTC3),A	
2029	3A 36 1F		LD A,(DBS)	;giris darbe sayisi ka-
202C	D3 40		OUT(CTCO),A	;nal 0'zaman sabiti yaz-
				;macina atilir
202E	3E FF		LD A,TC123	;kanal 1,2,3'un zaman
2030	D3 41		OUT(CTC1),A	;sabit verisi kanal 1,


```

2032 D3 42      OUT(CTC2),A ;2,3'un zaman sabiti
2034 D3 43      OUT(CTC3),A ;yazmaclarina yazilir
2036 3E F8      LD A,IVLA ;kesme vektörü alt adre-
2038 D3 40      OUT(CTC0),A ;si kanal 0' yazilir
203A C9         RET

```

CTC RESET PROGRAMI

```

203B 3E 43      RESET LD A,RCR123 ;kanal 1.2.3'un denetim
203D D3 41      OUT(CTC1),A ;yazmaclarina reset ve-
203F D3 42      OUT(CTC2),A ;rileri yazilir
2041 D3 43      OUT(CTC3),A
2043 3E C3      LD A,RCR0 ;kanal 0'in denetim yaz-
2045 D3 40      OUT(CTC0),A ;macina reset verisi ya-
2047 C9         RET ;zilir.

```

CARPMA PROGRAMI

```

2048 D5         MULT PUSH DE ;carpan veri saklanir
2049 11 0A 1F    LD DE,RSBFLA ;carpmanin sonuc bolge-
204C CD BB 20    CALL CLEAR ;si sifirlanir
204F 06 08      LD B,MRBITS
2051 D1         POP DE
2052 C5         PUSH BC
2053 D5         LOOP PUSH DE
2054 AF         XOR A ;sonuc degeri ile car-
2055 11 0A 1F    LD DE,RSBFLA ;pan beraber bir bit
2058 D5         PUSH DE ;sola kaydirilir en agir
2059 E1         POP HL ;likli bit elde bayragi-
205A CD 72 20    CALL ADCRY ;na alinir.Bu dort'byte'
205D D1         POP DE ;lik islemin agirlikli

```


205E	CB 12	RL D SECB	;kismi carpan degeridir
2060	D5	PUSH DE	
2061	30 0A	BINARY JR NC,NOADD	;elde bayragi 1 ise car-
2063	3F 15 1F	BINARY CCF E,SCOLA	;pilan sayi ile kaydiril
2064	11 0A 1F	LD DE,RSBFLA	;sayi toplanarak elde e-
2067	21 05 1A	LD HL,MDBFLA	;dilen deger sonuc bol-
206A	CD 72 20	LOOP CALL ADCRY	;gesine yazilir. Bu is-
206d	D1 03	NOADD POP DE	;leme carpan sayinin
206E	C1 10 1F	POP BC INLA	;bit sayisi kadar devam
206F	10 E1	RTL DJNZ LOOP	;edilir. En agirligi
2071	C9	RET HL	;biti elde bayragina
2077	10 F8	TOPLAMA PROGRAMI	yalindir.
2072	06 04	ADCRY LD B,TBS	;B'nin icerigi kadar
2074	1A 15 1F	SECB LD A,(DE)	;DE'nin icerigi ile
2075	8E	ADODA ADC (HL)	;HL'nin icerigi elde
2076	12	LD(DE),A	;ile toplanip sonuc DE
2077	13	INC DE	;nin icine yazilir.
2078	23	INC HL,A	;bitilir.
2079	10 F9	DJNZ SECB	
207B	C9 F9	RET ADODA	
2085	C1	CIKARMA PROGRAMI	;Bu islemler DJN bit
207C	06 04	SBCRY LD B,CBS	;B'deki sayi kadar elde
207E	1A	SECB LD A,(DE)	;ile birlikte DE'nin
207F	9E	SBC (HL)	;iceriginden HL'nin i-
2080	12 05 1F	INTL LD (DE),A	;cerigi cikartilir
2081	13 16	INC DE	;artlandirilir
2082	23	INC HL	

2083 10 F9 DJNZ SECB

2085 C9 RET

BINARY-BCD DONUSUM PROGRAMI

2086 11 15 1F BINBCD LD DE,BCDLA

2089 CD BB 20 CALL CLEAR ;BCD bolgesi sifirlanir

208C 06 18 LD B,BINBITS

208E C5 LOOP PUSH BC

208F 06 03 CLEAR LD B,BINBS ;BIN bolgesindeki hex

2091 21 10 1F LD HL,BINLA ;sayi bir bit sola kay-

2094 CB 16 RTL RR (HL) ;dirilir.En agirlikli

2096 23 INC HL ;biti elde bayragina

2097 10 FB DJNZ RTL ;alinir.

2099 06 04 LD B,BCDBS ;BCD bolgesi az agirlik-

209B 21 15 1F ROLNE LD HL,BCDLA ;lidan baslanarak elde

209E 7E ADCDA LD A,(HL) ;ile kendisi ile topla-

209F 8F ADC A,A ;narak desimali alinir

20A0 27 DAA ;ve ayni bolgeye yerles-

20A1 77 LOOP LD (HL),A ;tirilir.

20A2 23 INC HL

20A3 10 F9 DJNZ ADCDA

20A5 C1 POP BC ;Bu islemler BIN bit

20A6 10 E6 DJNZ LOOP ;sayisi kadar yapilir

20A8 C9 RET

20A9 21 05 1F INTL LD HL,MDLA ;Carpilan sayi

20AC 36 18 LD (HL),MD1 ;sartlandirilir

20AE 23 INC HL


```

20AF 36 AB          LD (HL),MD2
20B1 23            INC HL
20B2 36 OD          LD (HL),MD3
20B4 23            INC HL
20B5 36 00          LD (HL),MD4
20B7 C9            RET

```

```

20B8 AF          CLEAR XOR A          ;DE'nin gosterdigi
20B9 06 04        LD B,04H           ;yerden itibaren dort
20BB 12          RPT LD (DE),A        ;byte sifirlanir
20BC 13          IND DE
20BD 10 FC        DJNZ RPT
20BF C9          RET

```

BOLME PROGRAMI

```

20C0 11 20 1F    BOLME LD DE,DRELA    ;bolme sonuc bolgesi
20C3 CD BB 20    CALL CLEAR          ;sifirlanir
20C6 06 20        LD B,DNBITS        ;bolunen bit sayisi B'
20C8 C5          LOOP PUSH BC         ;ye yazilir
20C9 11 0A 1F    LD DE,DNLA
20CC 06 04        LD B,DNBS          ;bolunen sayinin tumu
20CE 1A          ROTA LD A,(DE)       ;bir bit sola donduru-
20CF CB 17        RL A               ;lur
20D1 12          LD (DE),A
20D2 13          INC DE
20D3 10 79        DJNZ ROTA
20D5 11 20 1F    LD DE,DRELA        ;bolunen sayinin agirlik
20D8 D5          PUSH DE             ;li biti bir bit kaydiri

```


20D9	21 20 1F	LD HL,DRELA	;lan sonuc bolgesinin en
20DC	CD 72 20	CALL ADCRY	;az agirlikli bitine
20DF	D1	POP DE	;yerlestirilir.
20E0	21 01 1F	LD HL,DVRLA	;sonuc bolgesi ile bolen
20E3	CD 7C 20	CALL SBCRY	;sayi karsilastirilir
20E6	30 0B	JR NC,CCRY	;elde bayragi '1' ise '0'
20E8	3F	CCF	;yapilarak sonuc ile bo-
20E9	11 20 1F	LD DE,DRELA	;len toplanir
20EC	21 01 1F	LD HL,DVRLA	
20EF	CD 72 20	CALL ADCRY	
2072	37	SCF	
20F3	3F	CCRY CCF	
20F4	C1	POP BC	
20F5	10 D1	DJNZ LOOP	
20F7	01 03 00	LD BC,RPT	
20FA	C5	PUSH BC	
20FB	21 20 1F	LD HL,DRELA	
20FE	E5	PUSH HL	
20FF	11 1A 1F	LD DE,RMRLA	;kalan deger kalan bol-
2102	ED B0	LDIR	;gesine yazilir
2104	D1	POP DE	
2105	C1	POP BC	
2106	D5	PUSH DE	
2107	21 0A 1F	LD HL,DVDLA	;kismi sonuc sonuc bol-
210A	ED B0	LDIR	;gesine yazilir
210C	D1	POP DE	
210D	D5	PUSH DE	;kismi sonuc degeri iki

210E E1 POP HL ;ilecarpilarak gercek
 210F CD 72 20 CALL ADCRY ;sonuc degeri elde
 2112 C9 RET DE ;edilir.

KESIRLI BOLME PROGRAMI

2113 CD C0 20 FPDIV CALL BOLME
 2116 11 27 1F LD DE,FPDRHA ;3 byte kesirli bolme
 2119 21 22 1F CIKAR LD HL,DREHA ;sonuc bolgesinin bas-
 211C 06 03 LD B,RESBS ;langici 1725H adresi-
 211E AF XOR A ;dir. bu adres sonucun
 211F 96 EXI SUB (HL) ;az agirlikli kismidir.
 2120 20 03 JUMP JR NZ,ATLA
 2122 2B DEC HL
 2123 10 FA DJNZ EXI
 2125 7B ATLA LD A,B
 2126 FE 03 CP 03H
 2128 20 06 NOLZ JR NZ,COMP ;kalan bolgesinin agir-
 212A AF XOR A ;likli kisiminda icerigi
 212B 32 17 1F TOP LD (DECPO),A ;kesir noktasinin degeri
 212E 18 7B JR THE ;1F17H adresinde sakla-
 2130 FE 00 COMP CP ZERO ;nir bolgesinin degeri
 2132 20 03 TORY JR NZ,TRA ;3 hesaplanan bit sa-
 2134 06 01 LD B,01H ;yisi kadar solda kay-
 2136 23 INC HL ;tilir.kalan degeri
 2137 C5 TRA PUSH BC ;bolmenin sonuc degeri
 2138 7E TRANS LD A,(HL) ;kesirli bolme sonuc
 2139 12 LD (DE).A ;bolgesinin agirlikli
 213A 2B DEC HL ;kismina yerlestirilir.

213B	1B	03 00	DEC DE	
213C	10	FA 1F	DJNZ TRANS	
213E	D5	1A 1F	PUSH DE	
213F	AF	80	XOR A	
2140	06	03 20	LD B,03H	
2142	21	1C 1F	LD HL,RMRHA	;bolmenin kalan degeri
2145	96		CIKAR SUB (HL)	;konrol ediliruc degeri
2146	20	03	JR NZ,JUMP	
2148	2B		DEC HL	
2149	10	FA	DJNZ CIKAR	
214B	3E	03	JUMP LD A,03H	
214D	90		SUB B	
214E	20	04	JR NZ,NONZ	
2150	3E	04	LD A,04H	
2152	18	06	JR ZERO	
2154	47		NONZ LD B,A	;kalan bolgesinin agir-
2155	AF		XOR A	;likli kisminde icerigi
2156	C6	08	TOP ADD 08H	;0 olan bit sayisi he-
2158	10	FC	DJNZ TOP	;saplanir
215A	47		ZERO LD B,A	;kalan bolgesinin dege-
215B	21	1A 1F	TCRY LD HL,RMRLA	;ri hesaplanan bit sa -
215E	E5		PUSH HL	;yisi kadar sola kaydi-
215F	D1		POP DE	;rilir.kalan degeri -
2160	C5		PUSH BC	;kalan bolgesinin agir-
2161	CD	72 20	CALL ADCRY	;likli kismina alinir.
2164	C1		POP BC	
2165	10	F4	DJNZ TCRY	

2167	01 03 00	THD	LD BC,LOOP	;bolmenin duzenlenir
216A	11 0A 1F		LD DE,DVOLA	;kaydirilmis kalan de -
216D	21 1A 1F		LD HL,RMRLA	;geri bolunen bolgesine
2170	ED B0		LDIR ,ALT	;alinarak sayicilardan
2172	CD C0 20		CALL BOLME	;okunan degere bolunur.
2175	21 22 1F	ALT	LD HL,DREHA	;den sonra yerlestiri-
2178	AF		XOR A	;bolmenin sonuc degeri
2179	06 03		LD B,03H	;duzenlenir.
217B	96	SUB	SUB (HL)	
217C	20 03 1F		JR NZ,THLDE	;kayir noktasinin dege-
217E	2B	THE	DEC HL	;ri BCCD olarak isle-
217F	10 FA		DJNZ SUB	;lendirilen bullek co-
2181	3E 0F	THLDE	LD A,0FH	;grunde saklanir.
2183	96		SUB HL	
2184	38 12		JR C,THD	
2186	C5		PUSH BC	
2187	E5	SONUC	PUSH HL	SONUSTURME PROGRAMI
2188	06 04	CBCD	LD B,04H	
218A	C5	SHIFT	PUSH BC	
218B	11 20 1F		LD DE,DRELA	
218E	D5		PUSH DE	
218F	E1		POP HL	
2190	CD 72 20		CALL ADCRY	
2193	C1		POP BC	DEVAM
2194	10 F4		DJNZ SHIFT	;4 byte'lik BCD sonuc
2196	E1		POP HL	;1F2AH adresinden
2197	C1		POP BC	;iftibaren yerlestirilir

2198	D1	THD	POP DE	;bolmenin duzenlenen
2199	AF		XOR A	;sonuc degeri kesirli
219A	B8		CP B	;bolme sonuc degeri
219B	20 03		JR NZ,ALT	;bolgesine tam kismin
219D	21 22 1F		LD HL,DREHA	;yerlestirildigi bolge-
21A0	3E 03	ALT	LD A,03H	;den sonra yerlestiri-
21A2	C1		POP BC	;lir.
21A3	90		SUB B	
21A4	47		LD B,A	
21A5	32 37 1F		LD (DECPD),A	;kesir noktasinin dege-
21A8	7E	THE	LD A,(HL)	;ri DECPD olarak isim-
21A9	12		LD (DE),A	;lendirilen bellek go-
21AA	2B		DEC HL	;zunde saklanir.
21AB	1B		DEC DE	
21AC	10 FA		DJNZ THE	
21AE	C9		RET	

SONUCU BCD'ye DONUSTURME PROGRAMI

21AF	AF	CBCD	XOR A	
21B0	47		LD B,A	
21B1	3A 37 1F		LD A,(DECPD)	
21B4	4F		LD C,A	
21B5	C5		PUSH BC	
21B6	FE 00		CP ZERO	
21B8	20 0B		JR NZ,DEVAM	
21BA	11 2A 1F		LD DE,CBCDLA	;4 byte'lik BCD sonuc
21BD	D5		PUSH DE	;1F2AH adresinden
21BE	11 10 1F		LD DE,BINLA	;itibaren yerlestirilir

21C1	21 25 1F		LD HL,FPDLA	;bu adres BCD sonuc
21C4	0E 03		LD C,03H	;bolgesinin az agirlik-
21C6	18 68		JR TAM	;li byte'ni gosterir.
21C8	FE 01	DEVAM	CP 01H	
21CA	20 0A		JR NZ,ZTWO	;kesirli bolme sonucu-
21CC	21 3D 1F		LD HL,BFR	;nun kesirli kısmi ali-
21CF	36 26		LD (HL),026H	;nir byte sayisi kont-
21D1	23		INC HL	;rol edilir
21D2	36 64		LD (HL),064H	;byte sayisina gore BCD
21D4	18 08		JR PROG	;donusum degeri desimal
21D6	21 3D 1F	ZTWO	LD HL,BFR	;99 veya 9999'u gecmeme-
21D9	36 0F		LD (HL),0FH	;si icin gerekli islem-
21DB	23		INC HL	;ler yapilir.
21DC	36 64		LD (HL),064H	;BCD donusumu yapilir.
21DE	21 25 1F	PROG	LD HL,FPDLA	
21E1	11 05 1F		LD DE,MDLA	
21E4	D5		PUSH DE	
21E5	CD B8 20		CALL CLEAR	elde edilen BCD deger
21E8	D1		POP DE	MDLA ;sonuc BCD bolgesinin
21E9	ED B0		LDIR	162 agirlikli kismina
21EB	E5		PUSH HL	yerlestirilir.
21EC	3A 3D 2F		LD A,(BFR)	
21EF	57		LD D,A	
21F0	CD 48 20		CALL MULT	
21F3	11 01 1F		LD DE,DVRLA	
21F6	D5		PUSH DE	
21F7	CD B8 20		CALL CLEAR	

21FA	D1	POP DE	
21FB	3A 3E 1F	LD A, (BFR1)	
21FE	12	LD (DE), A	
21FF	CD C0 20	CALL BOLME	
2202	E1	POP HL	
2203	C1	POP BC	
2204	E5	PUSH HL	
2205	C5	PUSH BC	
2206	21 20 1F	LD HL, DRELA	; kesirli bolme sonucu-
2209	11 10 1F	LD DE, BINLA	; nun duzenlenmis kesir-
220C	D5	PUSH DE	; li kısmi BIN bölgesi
220D	CD B8 20	CALL CLEAR	; olarak tanımlanmış
2210	D1	POP DE	; bolgeye alınır ve
2211	ED B0	LDIR	; BCD dönüşümü yapılır.
2213	CD B6 20	CALL BINBCD	
2216	C1	POP BC	
2217	C5	PUSH BC	
2218	21 15 1F	LD HL, BCDLA	; elde edilen BCD değer
221B	11 2A 1F	LD DE, CBCDLA	; sonuç BCD bölgesinin
221E	ED B0	LDIR	; az ağırlıklı kısmına
2220	C1	POP BC	; yerleştirilir.
2221	E1	POP HL	
2222	C5	PUSH BC	
2223	D5	PUSH DE	
2224	3E 03	LD A, 03H	
2226	91	SUB C	
2227	4F	LD C, A	

2228	11 10 1F		LD DE,BINLA	;kesirli bolme degeri-
222B	D5		PUSH DE	;nin tam kismida BIN
222C	CD B8 20		CALL CLEAR	;bolgesine alinarak
222F	DI		POP DE	;BCD donusumu yapilir.
2230	ED B0		LDIR	
2232	CD B6 20	HGH	CALL BINBCD	
2235	D1		POP DE	;tam kismin BCD degeri
2236	C1	ILER	POP BC	;sonuc BCD bolgesine
2237	3E 04		LD A,04H	;kesirli kismin yerles-
2239	91		SUB C	;tirildigi yerden
223A	4F		LD C,A	;sonra yerlestirilir.
223B	21 15 1F		LD HL,BCDLA	
223E	ED B0		LDIR	
2240	21 2D 1F		LD HL,CBCDHA	;sonuc BCD bolgesi ice-
2243	AF		XOR A	;gi uc byte olacak se-
2244	96		SUB (HL)	;kilde duzenlemeler
2245	28 21		JR Z,ILER	;yapilir.
2247	3E 03		LD A,03H	
2249	E5	POPU	PUSH HL	
224A	06 04		LD B,04H	
224C	CB 1E	SHFT	RR (HL)	
224E	2B		DEC HL	
224F	10 FB		DJNZ SHFT	
2251	E1		POP HL	
2252	3D		DEC A	
2253	20 F4		JR NZ,POPU	
2255	3A 37 1F		LD A,(DECPO)	;kesirli kisim byte sa-


```

2258 FE 00      CP 00H      ;yisi degeri kotrol edi-
225A 28 07      JR Z,MGH      ;rek duzenlenir ve ilgi-
225C D6 01      SUB 01H      ;li bellek gozune
225E 32 37 1F    LD (DECPO),A ;yazilir.
2261 18 05      JR ILER
2263 3E 04      MGH LDA,04H
2265 32 3C 1F    LD (MGHPO),A
226B C9         ILER RET

```

KESME PROGRAMI

```

226A 21 01 1F    INT LD HL,DATALA ;sayici degerlerinin
226D 06 03      LD B,DATABS ;saklanacagi bolge si-
226F E5         PUSH HL      ;firlanir
2270 D1         POP DE
2271 D5         PUSH HL
2272 CD B8 20    CALL CLEAR
2275 01 41 03    LD BC,LPORT ;B'ye sayici sayisi C'
                ;ye sayicilarin port
                ;adresleri yazilir
2278 E1         POP HL
2279 ED 78      READ IN A,(C) ;portlarin icerigi oku-
227B 2F         CPL          ;nur complementleri a -
227C 77         LD (HL),A    ;linarak data bolgesine
227D 0C         INC C        ;yerlestirilirler.
227E 23         INC HL
227F 10 FB      DJNZ READ

```


2281	3A 36 1F		LD A,(DBS)	;darbe sayisi 255 ise
2284	57		LD D,A	;okunan degerin frekan-
2285	2B		DEC HL	;donusturulme islemleri-
2286	FE FF		CP OFFH	;ne baslanir.
2288	28 10		JR Z,CONT	
228A	3E 8F		LD A,MAX	;okunan deger calisma
228C	96		SUB (HL)	;bolgesi icinde degil
228D	30 03		JR NC,INCR	;ise giris darbe sayila-
228F	15		DEC D	;ri ayarlanarak bu bol-
2290	18 59		JR INTL	;gede calisma saglanir.
2292	3E 00	INCR	LD A,MIN	;okunan deger bu bolge-
2294	96		SUB (HL)	;de ise frekans hesabi
2295	38 03		JR C,CONT	;islemine gidilir.
2297	14		INC D	
2298	18 51		JR INTL	
229A	AF	CONT	XOR A	; agirlikli sayicinin
229B	BE		CP (HL)	;icerigi 0 degil ise
229C	20 06		JR NZ,CONT1	;frekans hesabi yapilir
229E	2B		DEC HL	;ikinci agirlikli sayi-
229F	3E 10		LD A,10H	;cinin icerigi 010H'den
22A1	96		SUB (HL)	;kucuk ise DSPL2 gorun
22A2	30 54		JR NC,DSPL2	;tulenir.
22A4	CD A9 20	CONT1	CALL INIT	
22A7	CD 48 20	INTL1	CALL MULT	
22AA	CD 13 21		CALL FPDIV	
22AD	CD AF 21		CALL CBCD	
22B0	21 30 1F		LD HL DISP1	


```

22B3 E5          PUSH HL      ;BCD sonuc display
22B4 11 2A 1F    LD DE,CBCDLA ;formatina donusturule-
22B7 06 03      LD B,03H     ;rek
22B9 1A          DISP LD A,(DE) ;DISP1 bolgesi
22BA CD 7B 06    CALL HEX7SG  ;sartlandirilir.
22BD 13          INC DE
22BE 10 F9      DJNZ DISP
22C0 E1          POP HL
22C1 E5          PUSH HL
22C2 3A 37 1F    LD A,(DECPD)
22C5 87          ADD A,A
22C6 47          LD B,A
22C7 23          INC INC HL
22C8 10 FD      DJNZ INC
22CA CB F6      SET 6,(HL)
22CC E1          POP HL
22CD 3A 3C 1F    LD A,(MGHPD)
22D0 FE 00      CP ZERO
22D2 28 06      JR Z,INTL1
22D4 47          LD B,A
22D5 23          INC1 INC HL
22D6 10 FD      DJNZ INC
22DB CB F6      SET 6,(HL)
22DA 16 01      INTL1 LD D,01H
22DC 7A          LD A,D
22DD 32 36 1F    LD (DBS),A
22E0 06 FF      LD B,0FFH

```



```

22E2 DD 21 30 1F DSPLY LD IX,DISP1 ;frekans degeri display
22E6 CD 24 06          CALL SCAN1 ;de goruntulenir.
22E9 10 F7            DJNZ DSPLY
22EB 7A              INTL LD A,D
22EC 32 36 1F          LD A,(DBS)
22EF CD 3B 20 INTL2 CALL RESET ;CTC tekrar sartlandi-
22F2 CD 19 1F          CALL SET ;rilir.
22F5 FB              EI ;kesmeye izin verilir.
22F6 ED 4D            RET I ;kesme cevriminden do-
22FB 16 01          DSPL2 LD D,01H ;nulur.
22FA 7A              LD D,A
22FB 32 36 1F          LD (DBS),A
22FE 06 50            LD B,050H
2300 DD 21 10 23 DIS LD IX,DISP2 ;display'da 'Fr.C.-Ov.'
2304 CD 24 06          CALL SCAN1 ;yazisi goruntulenir.
2307 10 77            DJNZ DIS
2309 18 E4            JR INTL2

2310 E1              TABLE DEFB 0E1H ; v.
2311 BD              DEFB 0BDH ; 0
2312 02              DEFB 02H ; -
2313 CD              DEFB 0CDH ; C.
2314 43              DEFB 043H ; r.
2315 0F              DEFB 0FH ; F

```


UPF--1 BILGISAYARI ISLETIM PROGRAMININ

KULLANILAN ALT PROGRAMLARI

DISPLAY TARAMA PROGRAMI

0624	37	SCAN1	SCF
0625	08		EX
0626	D9		EXX
0627	0E 00		LD C,0
0629	1E C1		LD E,0C1H
062B	26 06		LD H,06H
062D	7B	KCOL	LD A,E
062E	D3 02		OUT(DIGIT),A
0630	DD 7E 00		LD A,(IX)
0633	D3 01		OUT(SEG7),A
0635	06 C9		LD B,COLDEL
0637	10 FE		DJNZ \$
0639	AF		XOR A
063A	D3 01		OUT(SEG7),A
063C	7B		LD A,E
063D	2F		CPL
063E	F6 C0		OR 0C0H
0640	D3 02		OUT(DIGIT),A
0642	06 06		LD B,06H
0644	DB 00		IN A,(KIN)
0646	57		LD D,A
0647	CB 1A	KROW	RR D
0649	38 02		LR C,NOKEY
064B	79		LD A,C


```

064C 0B          EX AF,AF'
064D 0C          NOKEY INC C
064E 10 F7       DJNZ KROW
0650 DD 23       INC IX      ;byte in ilk dort bitti
0652 7B F0 07    LD A,E      ;ve son dort bittin
0653 E6 3F       AND 03FH    ;karasiligi SEGTA'dan
0655 CB 07       RLC A       ;bulunarak A'ya yerlesir
0657 F6 C0       OR 0C0H     ;tirilir.
0659 5F          LD E,A
065A 25          DEC H
065B 20 D0       JR NZ,KCOL
065D 11 FA FF    LD DE,-6
0660 DD 19       ADD IX,DE
0662 D9          EXX
0663 0B          EX AF,AF'
0664 C9          RET
07F2 26         DEFB 036H    ; 4
07F3 0E         HEX SAYIYI DISPLAY FORMATINA
07F4 0F         DONUSTUREN PROGRAM ; 5
0678 F5          HEX7SG PUSH AF ;A'nin icerigi 7 seg-
0679 CD 89 06     CALL HEX7   ;ment display formatina
067C 77          LD (HL),A    ;donusturiulur.sonuc
067D 23          INC HL       ;HL'in icinde saklanir.
067E F1          POP AF
067F 0F          RRCA
0680 0F          RRCA
0681 0F          RRCA
0682 0F          RRCA
0683 CD 89 06     CALL HEX7

```



```

0686 77          LD (HL),A
0687 23          INC HL
0688 C9          RET
0689 E5          HEX7  PUSH HL          ;byte'in ilk dort biti
068A 21 F0 07    LD HL,SEGTAB ;ve son dort bitinin
068D E6 0F      AND 0FH          ;karsiligi SEGTAB'dan
068F 85          ADD A,L          ;bulunarak A'ya yerlss-
0690 6F          LD L,A          ;tirilir.
0691 7E          LD A,(HL)
0692 E1          POP HL
0693 C9          RET

```

```

07F0 BD          SEGTAB DEFB 0BDH      ; 0
07F1 30          DEFB 030H          ; 1
07F2 9B          DEFB 09BH          ; 2
07F3 BA          DEFB 0BAH          ; 3
07F4 36          DEFB 036H          ; 4
07F5 AE          DEFB 0AEH          ; 5
07F6 AF          DEFB 0AFH          ; 6
07F7 38          DEFB 038H          ; 7
07F8 BF          DEFB 0BFH          ; 8
07F9 BE          DEFB 0BEH          ; 9
07FA 3F          DEFB 03FH          ; A
07FB A7          DEFB 0A7H          ; B
07FC 8D          DEFB 0BDH          ; C
07FD B3          DEFB 0B3H          ; D
07FE 8F          DEFB 0BFH          ; E
07FF 0F          DEFB 0FH          ; F

```


6- SONUC :

Yapılan bu çalışmalarda gerçekleştirilen frekans ölçme sistemleri Z80 mikroişlemcisi ve çevre birimlerinden Sayıcı/zamanlayıcı devresi üzerinde kurulmuştur. Çalışmaların amacı ileri düzeyde bir ölçme aleti yapımından daha çok mikroişlemci kullanarak olayın temelini gerçekleştirmektir. İlgilenilen bu olay iki frekans ölçme yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemler; Sabit zaman aralıklarında giriş işaretinin darbeleri sayılarak frekans ölçümü ve giriş darbeleri arasındaki süre ölçülerek frekans hesabı yöntemleridir.

Sabit zaman aralığında darbelerin sayılmasıyla elde edilen frekans ölçümü çalışmasında ölçme sahası 0.1 hz ile 500 khz arasında düzenlenmiştir. 0.1 hz'lik işaretin ölçümünde zaman aralığının 10 s olması gerektiği için ölçme süresi 10 s'nin üstünde olacaktır. Bu yöntem düşük frekanslı işaretlerin ölçümü için geçerli bir yöntem değildir. Yüksek frekanslarda 1s'de sayılacak darbe sayısı fazla olacağından ölçülen değer hassasiyeti artacaktır. Bu yöntemde zaman aralıkları Z80 CTC'nin kesme isteği oluşturmaları ile düzenlenmiştir. Mikroişlemcinin kesme isteğine yanıtı işlenen op-code'un işlenmesinden sonra olacağından kesme oluşması gecikebilir. Buna bağlı olarak zaman aralığı süresi artacak sayılan darbeler frekans değerinin üstünde olacaktır. Kesme yanıtında oluşabilecek max. gecikme $(23 \frac{1}{1790000})$ s. dir. 27 kesme oluşması sonucunda zaman aralığı değeri .985 s dir. Kesme yanıtında oluşabilecek max. gecikmeyle birlikte zaman aralığı değeri yaklaşık aynı kalacaktır.

İkinci yöntem ölçmede ise giriş işaretinin darbeleri arasındaki sürenin ölçümü ile hesap yapıldığına göre işaretin frekansının çok küçük olması ölçüm süresinin artmasına neden olacaktır. Ölçümde yapılacak hatayı minimuma indirmek için üç byte'lik sayıcının ağırlıklı kısmının içeriği 00F-08FH olacak şekilde ölçüm yapılması düzenlenmiştir. Bu

değerler arasında ölçme yapmak için giriş darbe sayılarının değeri ayarlanmıştır. Darbe sayılarının ayarlanması işlemi ölçümde zaman kaybına neden olmaktadır. Giriş darbelerinin sayısı Z80 CTC biriminin kesme isteği ile ayarlandığı için mikroişlemcinin kesme yanıtının gecikmesi ölçümde yapılan hata miktarını arttırmaktadır. Bu gecikme ile ölçülen zaman artacak, hesaplanan frekans değeri gerçek frekans değerinin altında kalacaktır. Alçak frekanslı işaretlerin ölçümünde bu gecikmenin yapılan ölçmeye etkisi oldukça azdır. İkinci yöntem frekans ölçümünde ölçme sahası çok küçük frekanslarla 50 khz arasında düzenlenmiştir.

Her iki yöntem ölçmede giriş darbeleri harici devrelerde bölünerek ölçme sahaları genişletilebilir.

Mikroişlemci sistemi üzerinde yapılan bu çalışmalar, üzerinde RAM, ROM, sayıcı/zamanlayıcı birimi ve G/Ç portları bulunan 'single chip microcomputer'ler ile de yapılabilir. Bu şekildeki çalışmaların fiziksel boyutları daha küçük olacak ve donanım (Hardware) yapıları basitleşecektir. Bu mikro bilgisayarlar örnek olarak üzerinde 128 byte RAM 32 adet programlanabilir G/Ç yolu, 2 adet 16 bitlik sayıcı zamanlayıcı bulunan 80C51BH single chip 8 bit microcomputer verilebilir.

Günümüzde mikroişlemcili kontrol sistemleri kullanım sahalarına girmeye başlamıştır. Frekansmetre gibi çevir sayısı ölçen cihazlar genelde dönen ve periyodik hareket eden sistemlerin kontrolünde kullanılır. Bu kullanım türlerine birkaç örnek vermek istersek, Motor hız denetim sistemlerini, Taksilerde kullanılan taksimetreleri, otomobillerde motor çevir denetimi ve araçlarda bulunan mesafe sayaçlarını gösterebiliriz. Ayrıca otomobillerde yakıt akış yolu üzerine bir dönüştürücü konularak elektriksel işaret (darbe dizisi) eldesi ile yakıt sarfiyatı da denetlenebilir. Kullanım sahaları bu şekilde oldukça genişletilebilir.

7- ÇALIŞMALARDA KULLANILAN BİLGİSAYARIN TANITIMI

Çalışmaların yapıldığı bilgisayar Multitech firmasının uPF--1 isimli mikro bilgisayarıdır. Bu sistem Z-80 mikro-işlemci ailesi üzerinde kurulmuş bir sistemdir.

Sistem üzerinde Z80 mikroişlemci (CPU), Programlanabilir sayıcı /zamanlayıcı birimi (CTC) ve programlanabilen Paralel giriş/çıkış birimi olarak PIO ve 8255 paralel giriş/çıkış birimi bulunur. Bu paralel giriş/çıkış birimlerinden PIO iki adet 8 bitlik giriş/çıkış portuna, 8255 üç adet giriş/çıkış port'una sahiptir. Bu port'lar programlanarak giriş veya çıkış olarak veya bit, bit giriş/çıkış olarak kullanılabilirler. Sistem üzerinde bellek birimi olarak işletim ve basic programlarının bulunduğu 4 Kbyte'lık yalnız okunur bellek (EPROM) ve kullanıcının çalışma sahası olarak 2 Kbyte'lık rastgele erişimli bellek (RAM) bulunur. Ayrıca EPROM veya RAM takılmak üzere sistem üzerinde 4 Kbyte'lık adreslenmiş bölge bulunur.

Sistem clock işareti 3.58 MHz.lık bir kristal ve 74LS14 Hex Schmitt-trigger inverter devresi ile elde edilmiş ve bu işaret 74LS74 D Flip flop tüm devresi ile ikiye bölünerek sisteme uygulanmıştır. Sistemin reset işareti sisteme gerilim uygulanması ile CPU, CTC ve 8555 birimine uygulanır. Bu işaret reset tuşu kullanılarak 7474 D flip flop tüm devresi ile sistem üzerinde üretilmiştir.

Bellek elemanlarının adresleme bölgeleri verilirse,

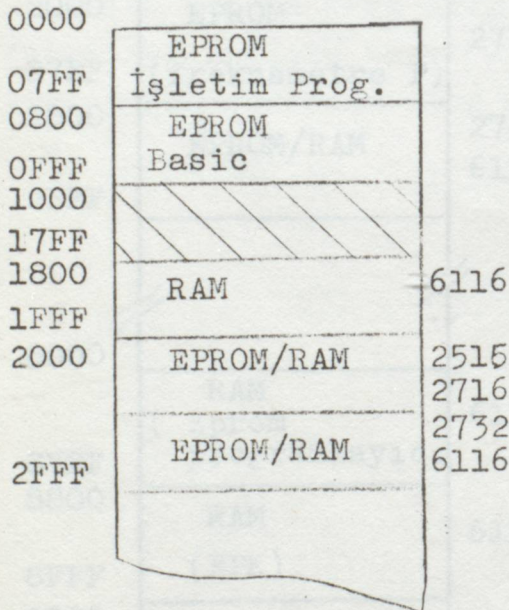
MREQ	A15	A14	A13	A12	A11	A10	...	A0		
0	0	0	0	0	X	X	...	X	0000	EPROM
									0FFF	
0	0	0	0	1	1	X	...	X	1800	RAM
									1FFF	
0	0	0	1	0	X	X	...	X	2000	EPROM/RAM
									2FFF	

0000-0FFF bellek bölgesinde bulunan yalnız okunur bellek sistemin işletim programını içerir. 2000-2FFF adresleri arasında bulunan 4 KByte'lık bellek bölgesi EPROM ve RAM birimlerinin kullanımı için uygundur. Kullanıcı 2516, 2716, 2532, 2732 EPROM veya 6116 RAM'ı bu bölgeye takabilir.

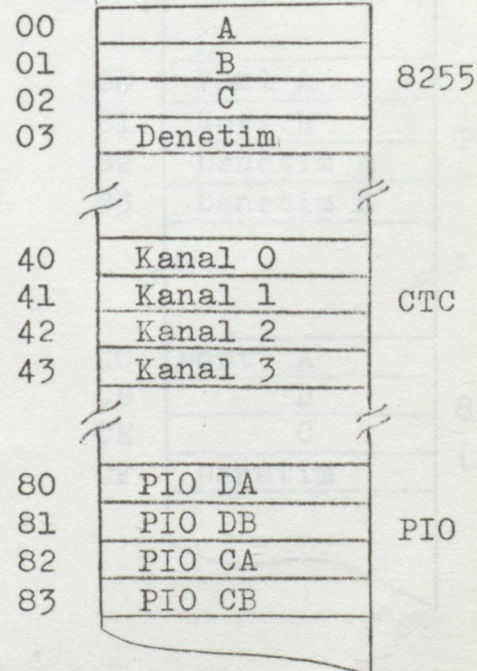
1800-1FFF arasındaki bölgede sistem üzerinde RAM(Rastgele erişimli bellek) vardır. Bu 2 KByte'lık bölge kullanıcının çalışma sahasıdır. Bu bölgeye sistem üzerinde takılı 6116 RAM vardır.

Çevre birimleri ve Giriş/çıkış port adresleri aşağıdaki gibidir. Giriş/çıkış port adresleri 74LS139 Decoder/demultiplexer tüm devresi ile düzenlenmiştir.

IORC	A7	A6	Seçilen G/Ç Birimi	Port adresleri
0	0	0	8255	0000-0003
0	0	1	CTC	0040-0043
0	1	0	PIO	0080- 0082



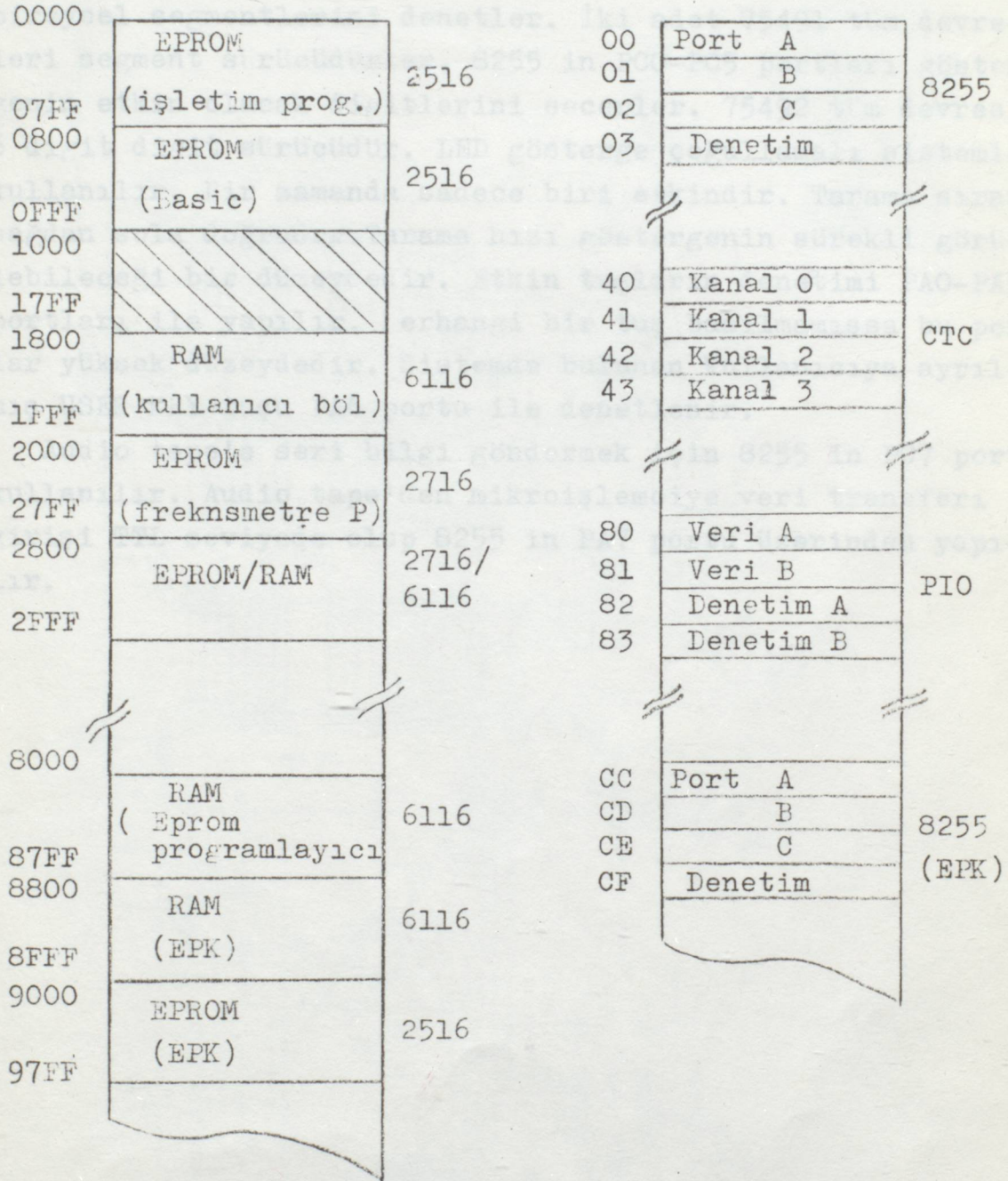
Bellek adres haritası



G/Ç Birimi adres haritası

Sayıcı/Zamanlayıcı devresi ile Paralel giriş/çıkış devresi zincirleme kesme yapısındadır. Sayıcı/zamanlayıcı devresi öncelikli kesme hakkına sahiptir. CTC ve PIO'nun uçları sistem üzerinde bulunan P2 bağlacı ile dışarıya alınmıştır. Z-80 mikroişlemcinin (CPU) uçları P1 bağlacı ile dışarıya alınmıştır.

uPF-1 Bilgisayarının bellek ve G/Ç birimi adres haritası



Bellek adres haritası

G/Ç Birimi adres haritası

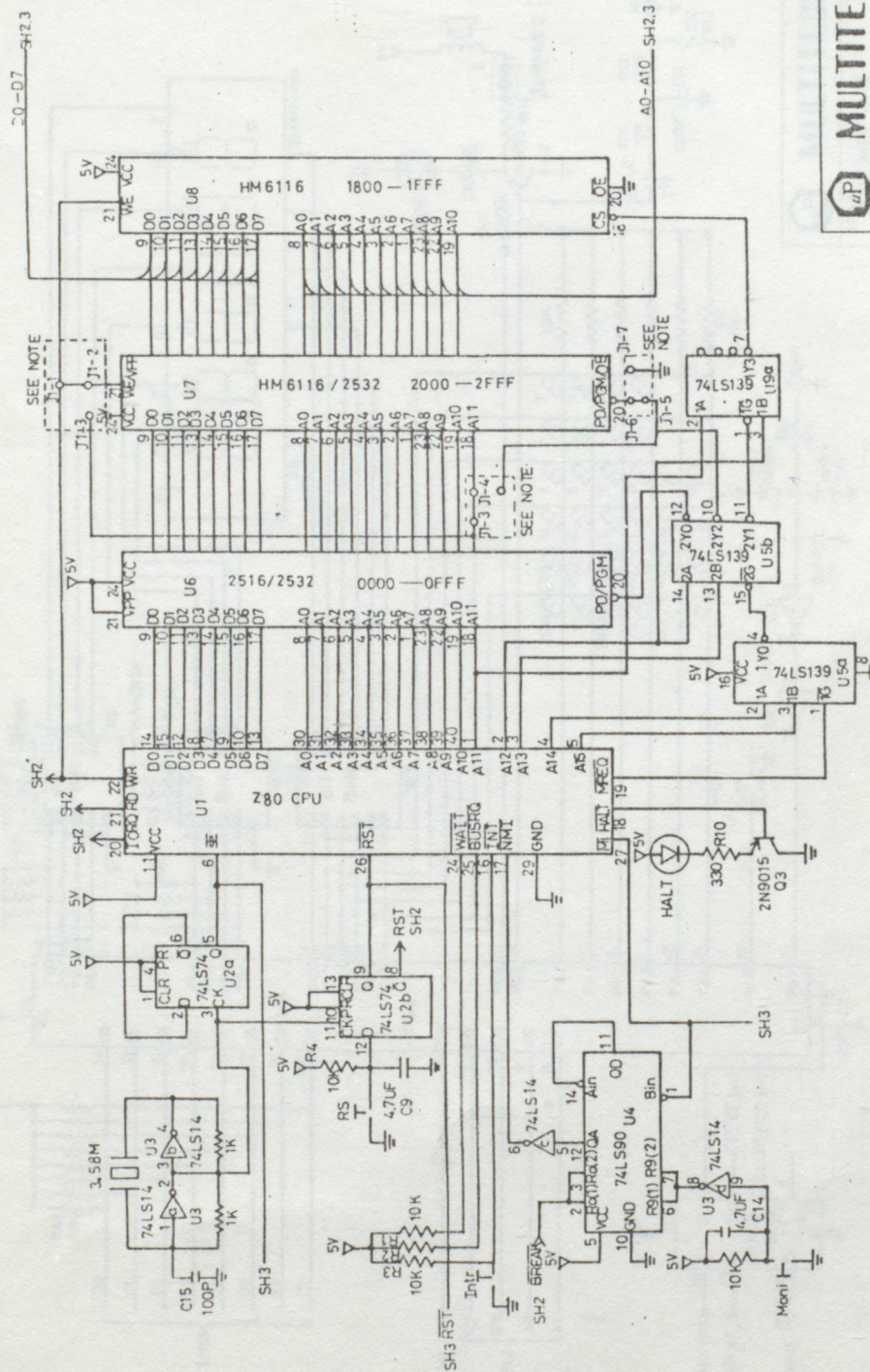
(EPK Eprom Programlama Kartı)

EPK yazılı olanlar Eprom programlama kartı üzerindedir.

8255 Paralel çevre biriminin portları ile sistem giriş çıkış birimleri kontrol edilmiştir. Bu birimler gösterge (Display), Tuş takımı (Keyboard) ve Audio tape giriş çıkışıdır. 8255 çevre biriminin PBO-PB7 portları göstergenin bireysel segmentlerini denetler. İki adet 75491 tüm devreleri segment sürücüdürler. 8255 in PC0-PC5 portları göstergenin etkin olacak digitlerini secerler. 75492 tüm devresi 6 digit digit sürücüdür. LED gösterge çoğullamalı sistemle kullanılır. Bir zamanda sadece biri etkindir. Tarama sırası sağdan sola doğrudur. Tarama hızı göstergenin sürekli görülebileceği bir düzeydedir. Etkin tuşların denetimi PA0-PA5 portları ile yapılır. Herhangi bir tuş basılmamışsa bu portlar yüksek düzeydedir. Sistemde bulunan kullanıcıya ayrılmış USER KEY tuşu PA6 portu ile denetlenir.

Audio tape'e seri bilgi göndermek için 8255 in PC7 portu kullanılır. Audio tape'den mikroişlemciye veri transferi girişi TTL seviyede olup 8255 in PA7 portu üzerinden yapılır.

Kullanılan bilgisayarın Hardware şemaları



MULTITECH

TITLE: MPF—I

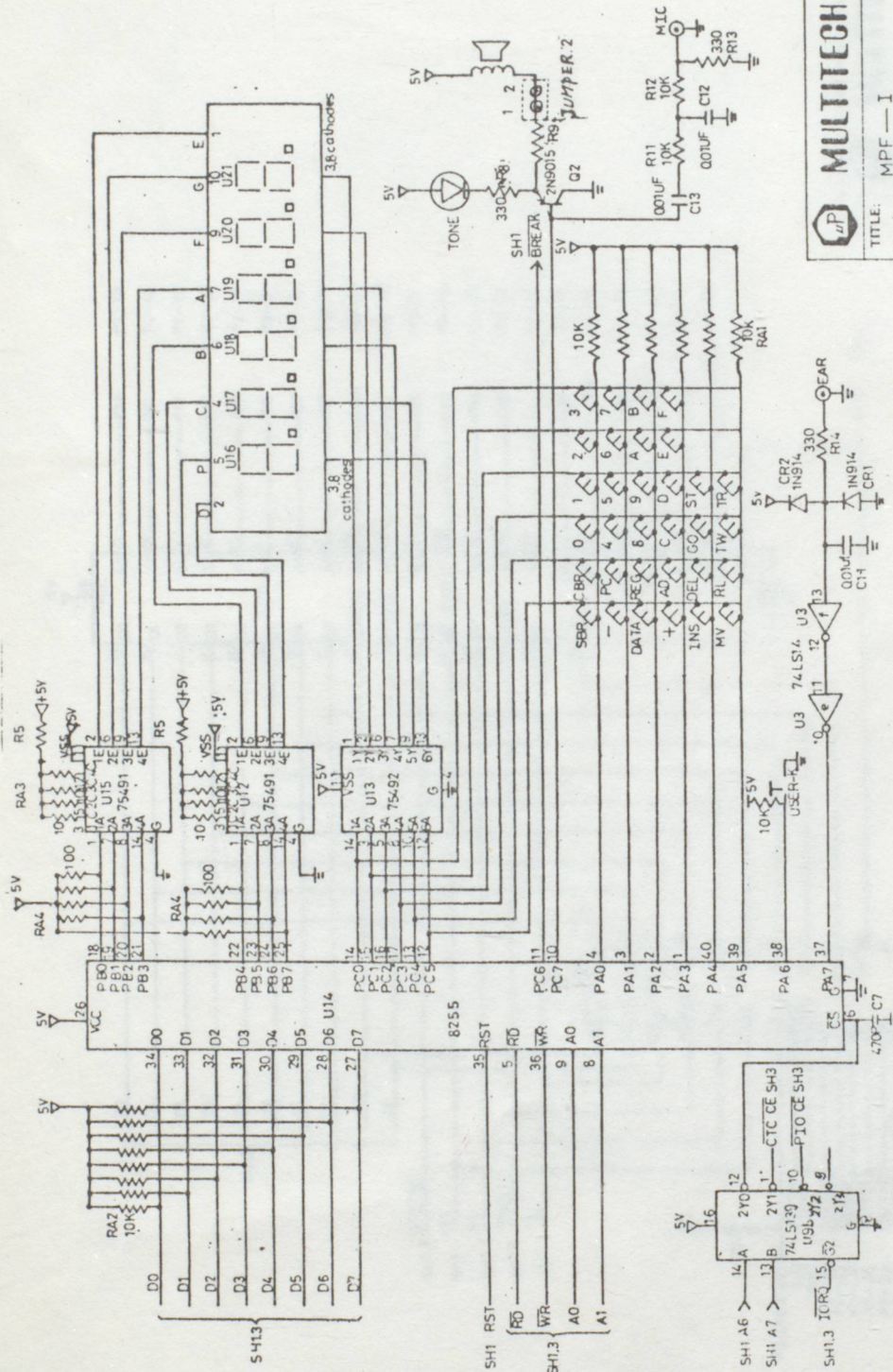
SHEET 1 OF 4	DATE	REVISIONS
DRAWING NO.	8/09/72	A

DATE	REVISIONS
------	-----------

[illegible]

225018	A
--------	---

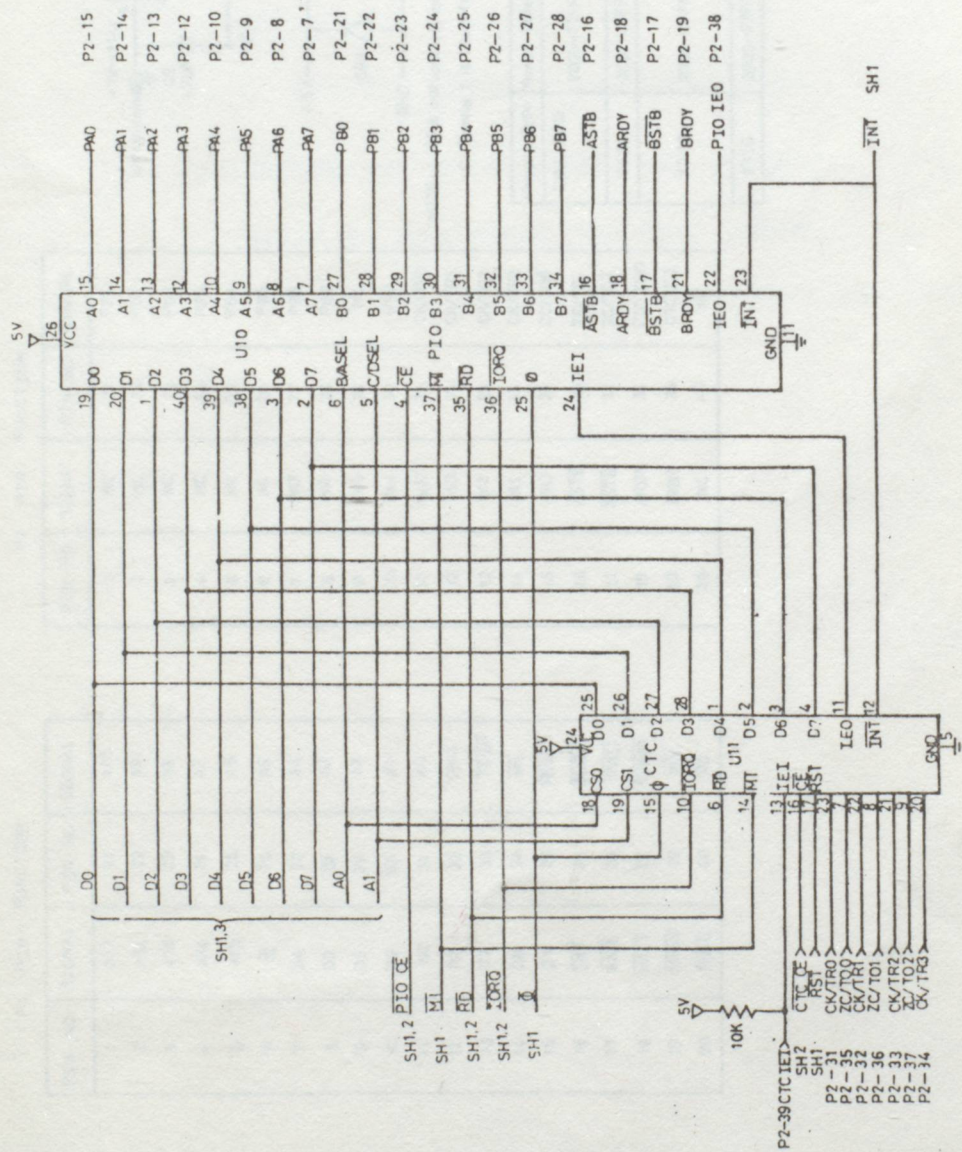
A



MULTITECH

TITLE: MPF — I

SHEET 2 OF 4	DATE	REVISIONS
DRAWING NO.	8/09/22	A



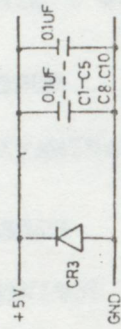
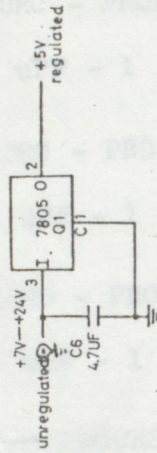
 MULTITECH	
TITLE: MPF—I	
SHEET 3 OF 4	DATE
DRAWING NO.	REVISIONS
	8/09/22
	A

P1 PIN FUNCTION

PIN NO	SIGNAL	PIN NO	SIGNAL
1	A11	21	A10
2	A12	22	A9
3	A13	23	A8
4	A14	24	A7
5	A15	25	A6
6	$\overline{A}$	26	A5
7	D4	27	A4
8	D3	28	A3
9	D5	29	A2
10	D6	30	A1
11	NC	31	A0
12	D2	32	GND
13	D7	33	$\overline{TRSH}$
14	D0	34	$\overline{MT}$
15	D1	35	$\overline{RESET}$
16	$\overline{INT}$	36	$\overline{BUSRO}$
17	$\overline{NMI}$	37	$\overline{WAIT}$
18	$\overline{HALT}$	38	$\overline{BUSAK}$
19	$\overline{HREQ}$	39	$\overline{WR}$
20	$\overline{IORQ}$	40	$\overline{RD}$

P2 PIN FUNCTION

PIN NO	SIGNAL	PIN NO	SIGNAL
1	NC	21	PB0
2	NC	22	PB1
3	NC	23	PB2
4	NC	24	PB3
5	NC	25	PB4
6	NC	26	PB5
7	PA7	27	PB6
8	PA6	28	PB7
9	PA5	29	NC
10	PA4	30	GND
11	GND	31	CK/TR0
12	PA3	32	CK/TR1
13	PA2	33	CK/TR2
14	PA1	34	CK/TR3
15	PA0	35	ZC/TO0
16	$\overline{ASTB}$	36	ZC/TO1
17	$\overline{BSTB}$	37	ZC/TO2
18	ARDY	38	PTO IEO
19	3RDY	39	CTC IEI
20	NC	40	NC



NOTE: 1. U7 is optional, it may be 2516, 2716, 2532, 2732, 6116
2. Jumper 1 is used for selecting certain memory type

Memory Type	Memory Address	Cuts	Jumpers
2516	2000-27FF	NIL	NIL
2532	2000-2FFF	NIL	NIL
2732	2000-2FFF	PIN1 TO PIN2 PIN3 TO PIN4 PIN5 TO PIN6 PIN6 TO PIN7	PIN2 TO PIN3 PIN4 TO PIN5 PIN6 TO PIN7
6116	2000-27FF	PIN3 TO PIN4	PIN4 TO PIN5



MULTITECH

TITLE: PF-I

SHEET 4 OF 4	DATE	REVISIONS
DRAWING NO.	88/09/22	A

Kaynakça

1 - ZILOG Z-80 DATA SHEETS

2- MICRO - PROFESSOR

uPF - 1 USER'S MANUAL

3 - MICRO - PROFESSOR

uPF - 1 EXPERIMENT MANUAL (Software / Hardware)

4 - MICRO - PROFESSOR

uPF - 1 MONITOR PROGRAM SOURCE LISTING

5 - MICROPROCESSORS FOR MEASUREMENT AND CONTROL

David M. Auslander and Paul Sagues

Osborne /Mc Graw-Hill Berkeley, California

Özgeçmişim,

1963 yılında Rize'de doğdum. İlk ve Orta okul öğrenimimi Rize'de tamamladım. Lise öğrenimimi İstanbul Gazi Osman Paşa Plevne lisesinde yaparak 1979 yılında mezun oldum. Aynı yıl Yıldız Üniversitesi Elektrik Mühendisliği bölümüne girdim. İki yıl sonra Elektronik ve Haberleşme bölümüne geçerek öğrenimime Elektronik ve Haberleşme üzerinde devam ettim. 1983 yılında bu bölümden mezun oldum. Aynı yıl Fen Bilimleri Enstitüsünde Elektronik ve Haberleşme Ana Bilim Dalında yüksek lisans öğrenimime başladım. 1985 yılında Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümüne Araştırma görevlisi olarak girdim. Halen Yüksek Lisans çalışmama devam etmekteyim.