

PIC16C84/PIC16F84

BÖLÜM 1

1.1 GİRİŞ:

1.1.1 Mikroişlemci : Ön belleğine yazılan programı işleterek istenilen çıkışlara yönlendiren birimdir. Mikroişlemci veya sayısal bilgisayarlar üç temel kısımdan (CPU-Merkezi işlem ünitesi, I/O ve bellek) ve bunlara ek olarak bazı destek devrelerden oluşur. Her bir temel kısım en basitten en karmaşığa kadar çeşitlilik gösterir.

1.1.2 I/O (Giriş/Çıkış-Girdi/çıkı): Sayısal analog ve özel fonksiyonlardan oluşur. Mikroişlemcinin dış dünya ile ilişkisini sağlar. Mikroişlemciye verilen ve işlemlerden alınan veriler bu hat üzerinden sağlanır.

1.1.3 CPU (Central Proccesing Unit-Merkezi işlem birimi): Sistemin kalbidir. Birim hesapları yapmak ve verileri idare etmek için 4.8 veya 16 bitlik veri formatında çalışır. Bir mikroişlemcide temelde kullanılan üç yol vardır.

I_Veri yolu : Bu yol ; işlemci, bellek ve çevre birimleri arasında veri iletmek için kullanılır.

II_Adres yolu : Bu yol, işlemcinin program komutlarına ve veri saklama alanlarına erişimi sağlayan bellek adreslerini, ROM ve RAM belleklerine göndermek için kullanılır.

III_Denetim yolu: Bu yol Ram belleğine veri yazıldığı veya ondan veri okunduğuna dair bilgi vermek gibi, denetim amaçları için kullanılır. Bu yol aynı zamanda kesmelerin kullanımına olanak tanıyan bağlantıları da içerir.

Tipik bir mikroişlemci komutunun yürütülmesi her üç yolunda kullanımını gerektirebilir. Böylelikle kullanılan ek devreler artarak

maliyet yükselir ve tasarım çok karmaşık hal alır. İşlemci ilk olarak komuta, komut adresini adres yoluna koyarak erişir. İkili kodlardan oluşan bu adres, buna karşılık gelen bellek konumu tarafından tanınır ve bu konum istenen komutu veri yolundan işlemciye gönderir. Örneğin eğer bu komut , verinin işlemciden gönderilmesini ve bir RAM konumunda saklanmasını gerektiriyorsa işlemci, adres yolunu istenen konumu belirtmek, veri yoluna veriyi iletmek ve denetim yoluna da RAM a yazıyor olduğunu belirtmek için kullanılır.

1.2 MİKROKONTROLÖRLER

1.2.1 Mikrokontrolcü : Bir yazılım olmadan hiçbir işe yaramayan bir plastik metal ve temizlenmiş kum yığınıdır. Mikrokontrolcüyü kontrol eden bir yazılım olduğundaysa neredeyse sınırsız bir uygulamaya sahiptir.

1.2.2 Mikrokontrolcünün Avantajları : Mikrokontrolörler' in mikroişlemcilere olan üstünlükleri oldukça fazladır. Örneğin mikroişlemcili bir sistem yapıldığında mikroişlemcinin yanı sıra hafızalar (RAM, ROM veya EPROM) , I/O giriş çıkış birimi ve buna benzer birçok sistem kullanılmaktadır. Bu karışık sistemin hem tasarlanması ve yapımı zordur hem de maliyeti oldukça yüksektir. Mikrokontrolcüler de bir sistemin çalıştırılabilmesi için yalnızca bir mikrokontroller ve osilatör devresi kafi gelmektedir. Sistemde sağlayan bir birimdir. Çoğunlukla seri port 'a (örneğin PICSTART, PROMASTER) bağlanan bu birimler çok çeşitli biçim, ebatve fiyatlara sahiptir.

1.3.1 Kaynak Dosyası : Hem assembler' in hem de tasarımcının anlayabileceği dilde yazılmış bir programdır. Kaynak dosya

mikrokontrolör' ün anlayabilmesi için önceden assemble edilmiş olmalıdır.

1.3.2 Assembler : Kaynak dosyayı bir nesne dosyaya dönüştüren yazılım paketidir. Hata araştırma bu paketin yerleşik bir özelliğidir. Bu özellik assemble edilme sürecinde hatalar çıktıkça programı bug'lardan arındırırken kullanılır. MPASM, tüm PIC ailesini elinde tutan Microchip' in son assemble edicisidir.

1.3.3 Nesne Dosyası (object file) : Assembler tarafından üretilen bu dosya; programcı, similatör veya ICE' nin anlayabilecekleri ve böylelikle dosyanın işlevlerinin çalışmasını sağlayabilecekleri bir dosyadır. Dosya uzantısı assemble edicinin emirlerine bağlı olarak , .OBJ veya .HEX olur.

1.4 PIC MİKROKONTROLÖRLERİNİN ÖZELLİKLERİ

1.4.1 Güvenirlilik: PIC komutları bellekte çok az yer kaplarlar. Dolayısıyla bu komutlar 12 veya 14 bitlik bir program bellek sözcüğüne sığarlar. Harward mimarisi teknolojisi kullanılmayan mikrokontrollörler de yazılım programının veri kısmına atlama yaparak bu verilerin komut gibi çalıştırılmasını sağlamaktadır. Bu da büyük hatalara yol açmaktadır. PIC' ler de bu durum engellenmiştir.

1.4.2 Hız : PIC oldukça hızlı bir mikrokontrolör' dür. Her bir komut döngüsü 1µsn' dir. Örneğin 5 milyon komutluk bir programın 20Mhz' lik bir kristalle işletilmesi yalnız 1sn sürer. Bu süre 386SX33 hızının yaklaşık 2 katıdır. Ayrıca RISC mimarisi işlemcisi olmasının hıza etkisi oldukça büyüktür.

1.4.3 Komut Seti : PIC' in 16C5X ailesinde bir yazılım yapmak için 33 komuta ihtiyaç duyarken 16CXX araçları için bu sayı 35' tir. PIC tarafından kullanılan komutların hepsi yazmaç (register) temellidir. Komutlar 16C5X ailesinde 12 bit, 16CXX ailesindeyse 14 bit uzunluğundadır. PIC' te CALL, GOTO ve bit test eden BTFSS ve INCFSS gibi komutlar dışında diğer komutlar 1 saykıl çeker. Belirtilen komutlar ise 2 saykıl çeker.

1.4.4 Statik İşlem : PIC tamamıyla statik bir işlemcidir. Yani saat durdurulduğunda da tüm yazmaç içeriği korunur. Pratikte bunu tam olarak gerçekleştirebilmek mümkün değildir. PIC mikrosu programı işletilmediği zaman uyuma (sleep) moduna geçirilerek micronun çok düşük akım çekmesi sağlanır. PIC uyuma moduna geçirildiğinde , saat durur ve PIC uyuma işleminden önce hangi durumda olduğunu çeşitli bayraklarla ifade eder. (elde bayrağı, 0 (zero) bayrağı ... vb.) PIC uyuma modunda 1µA'den küçük değerlerde akım çeker. (Standby akımı).

1.4.5 Sürme Özelliği (Sürücü Kapasitesi): PIC yüksek bir çıktı kapasitesine sahiptir. Tek bacadan 40mA akım çekebilmekte ve entegre toplamı olarak 150mA akım akıtma kapasitesine sahiptir. Entegrenin 4mHz osilatör frekansında çektiği akım çalışırken 2mA, stand-by durumunda ise 2µA kadardır.

1.4.6 Seçenekler : PIC ailesinde her türlü ihtiyaçların karşılanacağı çeşitli hız, sıcaklık, kılıf, I/O hatları, zamanlama (Timer) fonksiyonları, seri iletişim portları, A/D ve bellek kapasite seçenekleri bulunur.

1.4.7 Çok Yönlülük : PIC çok yönlü bir mikrodur ve ürünün içinde, yer darlığı durumunda birkaç mantık kapısının yerini değiştirmek için düşük maliyetli bir çözüm bulunur.

1.4.8 Güvenlik : PIC endüstride en üstünler arasında yer alan bir kod koruma özelliğine sahiptir. Koruma bitinin programlanmasından itibaren, program belleğinin içeriği, program kodunun yeniden yapılandırılmasına olanak verecek şekilde okunmaz.

1.4.9 Geliştirme: PIC program geliştirme amacıyla programlanabilip tekrar silinebilme özelliğine sahiptir. (EPROM, EEPROM) Aynı zamanda seri üretim amacıyla bir kere programlanabilir (OTP) özelliğine sahiptir.

1.4.10 Liste Dosyası : Assembler tarafından yaratılan ve kaynak dosyadaki tüm komutları hexadecimal sistemdeki değerleri ve tasarımcının yazmış olduğu yorumlarıyla birlikte içeren bir dosyadır. Bir programı bug'lar dan arındırırken araştırılacak en yararlı dosya budur. Çünkü bu dosyayı izleyerek yazılımlarda neler olup bittiğini anlama şansı kaynak dosyasından daha fazladır. Dosya uzantısı .LST dir.

1.4.11 Diğer Dosyalar : Hata dosyası (Error file: uzantısı .ERR) hataların bir listesini içerir ancak bunların kaynağı hakkında hiç bir bilgi vermez. Uzantısı .COD olan dosyalar emülatör tarafından kullanılırlar.

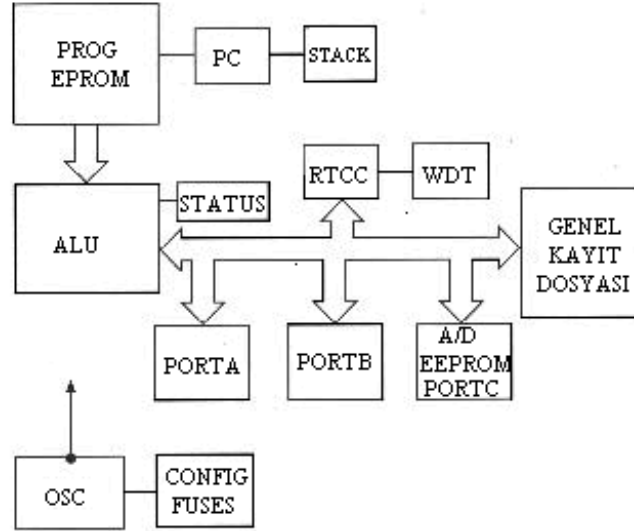
1.4.12 Bug ' lar : Tasarımcının farkında olmadan yaptığı hatalardır. Bu hatalar, basit yazılım hatalarından, yazılım dilinin yanlış kullanımına kadar uzanır. Hataların çoğu derleyici tarafından bulunur ve bir .LST dosyasında görüntülenir. Kalan hataları bulmak ve düzeltmek te geliştiriciye düşer.

BÖLÜM 2

PIC MİKROKONTROLÖRLERİNİN DONANIMSAL İNCELENMESİ

2.1 PIC MİKROKONTROLÖRLERİNİN İÇ YAPISI

50CPU bölgesinin kalbi ALU dur. (Aritmetic Logic Unit-Aritmetik mantık birimi) ALU, W (Working-Çalışan) adında bir yazmaç içerir. PIC, diğer mikroişlemcilerden, aritmetik ve mantık işlemleri için bir tek ana yazmaca sahip oluşuyla farklılaşır. W yazmacı 8 bit genişliğindedir ve CPU'da ki herhangi bir veriyi transfer etmek üzere kullanılır.



Şekil 2.1: Temel PIC blok diyagramı

CPU alanında ayrıca iki kategoriye ayırabileceğimiz Veri Yazmaç dosyaları (Data Register Files) bulunur. Bu veri yazmaç dosyalarından biri, I/O ve kontrol işlemlerinde kullanılırken, diğeri RAM olarak kullanılır. PIC' ler de Harward Mimarisi kullanılır. Harward mimarisi mikrokontrolcülerde veri akış miktarını hızlandırmak ve yazılım güvenliğini arttırmak amacıyla kullanılır.

Ayrı bus' ların kullanımıyla veri ve program belleğinde hızlı bir şekilde erişim sağlanır.

PIC mikrokontrolör' lerini donanımsal olarak incelerken PIC 16C84 veya yeni adıyla PIC 16F84 üzerinde durarak bu PIC' i temel alıp donanım incelenecektir. Bellek ve bazı küçük farklılıklar dışında burada anlatılanlar bütün PIC' ler için geçerlidir.

2.2 GENEL TANIMLAMA

PIC 16C84 veya F84 düşük maliyetli, yüksek performanslı, CMOS, full-statik, 8 bit mikrodeneleyicidir.

Tüm PIC 16/17 mikrodeneleyiciler RISC mimarisini kullanmaktadır. PIC16CXX mikroları birçok esas özelliklere sahiptir. 8 seviyeli, derin küme ve çoklu iç ve dış kesme kaynaklarına sahiptir. Harward Mimarisinin ayrı komut ve veri taşıyıcısıyla ayrı 8 bitlik geniş veri taşıyıcılı, 14 bitlik geniş komut kelimesine imkan vermektedir. 2 aşamalı komut hattı tüm komutların tek bir saykıl' la (çevrimle) işlenmesini sağlamaktadır. Yalnızca bazı özel komutlar 2 saykıl çekerler. Bu komutlar dallanma komutlarıdır.

PIC16CXX mikrodeneleyicileri tipik olarak 2:1 oranında kod sıkıştırmasına erişmektedir ve sınıflarındaki 8 bit mikrodeneleyicilerden 2:1 oranında hız erişmektedir ve sınıflarındaki 8 bit mikrodeneleyicilerden 2:1 oranında hız arttırılmasına olanak sağlanmaktadır. (10MHZ)

PIC16C84 microchip' i 36 bitlik RAM belleğine, 64 bayt EEPROM belleğine ve 13 I/O pin' ine sahiptir. Bunun yanı sıra, timer ve sayaç ta mevcuttur.

PIC16CXX ailesi dış elemanları azaltacak spesifik özelliklere sahiptir ve böylece maliyet minimuma inmekte, sistemin güvenilirliği artmakta, enerji sarfiyatı azalmaktadır. Bunun yanı sıra tüm PIC ler de 4 adet osilatör seçeneği mevcuttur. Bunlarda tek pin li RC osilatör, düşük maliyet çözümünü sağlamakta (4 MHZ) , LP osilatör (Kristal veya seramik rezonatör) , enerji sarfiyatını minimize etmekte (asgari akım) (40 KHZ), XT kristal veya seramik rezonatör osilatörü standart hızlı ve HS kristal veya seramik rezonatörlü osilatör çok yüksek hıza sahiptir (20 MHZ).

PIC mikrokontrolörlerinin en büyük özelliği sleep modu özelliğidir.. Bu mod ile PIC işlem yapılmadığı durumlarda uyuma moduna geçerek çok düşük akım çeker. (5m A).

Kullanıcı bir kaç iç ve dış kesmelerle PIC' i uyuma modundan çıkarabilmektedir. Yüksek güvenilirlikli Watchdog Timer kendi bünyesindeki chip üstü RC osilatörü ile yazılımı kilitlemeye karşı korumaktadır.

PIC16C84 (16F84) EEPROM program belleği , aynı aygıt paketinin orijinali ve üretimi için kullanılmasına olanak vermektedir. Yeniden programlanabilirliği mikroyu uygulamanın sonundan kaldırmadan kodu güncelleştirmeye izin vermektedir.

Bu aygıtın kolayca erişilemediği, fakat prototipinin kod güncelleştirmesi gerekli olduğu durumlarda, bir çok uygulamanın geliştirilmesinde yararlıdır. Bunun yanı sıra bu kodun güncelleştirilmesi diğer ayrı uygulamalarda da yararlıdır.

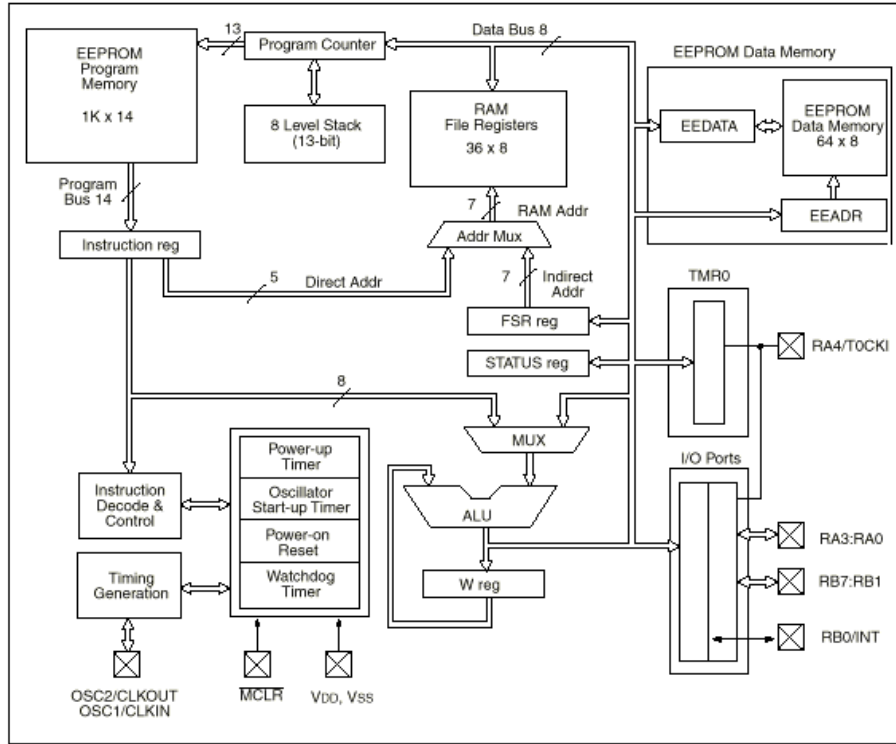
Aşağıda tablo 2.1 de PIC16C8X' ailesinin özellikleri ve şekil 2.1' de de basitleştirilmiş iç yapısı gösterilmektedir.

		PIC16F83	PIC16CR83	PIC16F84	PIC16CR84
Saat palsi (Clock)	Maximum çalışma frekansı (MHZ)	10	10	10	10
	EPROM program hafızası	512	—	1K	—
Hafıza	EEPROM program hafızası	—	—	—	—
	ROM program hafızası	—	512	—	1K
Arabirim	Veri hafızası (byte)	36	36	68	68
	Veri EEPROM'u (byte)	64	64	64	64
Özellikler	Zamanlama modülü	TMR0	TMR0	TMR0	TMR0
	Kesme kaynakları	4	4	4	4
	I/O pinleri	13	13	13	13
	Voltaj aralığı	2.0-6.0	2.0-6.0	2.0-6.0	2.0-6.0
	Paket	18-pin DIP, SOIC	18-pin DIP, SOIC	18-pin DIP, SOIC	18-pin DIP, SOIC

Tablo 2.1 : PIC16C8X ailesi özellikleri

PIC' ler özellikle de PIC16C84 yüksek hızlı otomobillerden, motor kontrolü uygulamaları, düşük enerji sarfiyatlı uzaktan çalışan sensörler, elektronik kilitler, güvenlik aygıtları ve akıllı kartlara kadar bir çok uygulamalarda kullanılırlar. EEPROM teknolojisi uygulama programların (Transmitter kodları, motor hızları, alıcı frekansları, güvenlik kodları vb.) uygulamasını son derece hızlı ve uygun hale getirmektedir. Küçük boyutlarıyla bu mikrodenetleyiciler alan sınırlaması bulunan uygulamalarda kusursuzdur. Düşük maliyet, düşük enerji sarfiyatı, yüksek performans, kullanım kolaylığı ve I/O esnekliği özellikle de PIC 16C84 mikrosunun daha önce kullanılması hiç düşünülmeyen alanlarda kullanılmasını sağlamaktadır. (Bunlar ; timer fonksiyonları, seri kominikasyon, PWM fonksiyonları ve birlikte işlemci uygulamaları)

Seri sistem içi programlama özelliği (iki pinin üzerinden) ürünün tamamen toplanması ve test edilmesinden sonra ürünün alıştırılmasının esnekliğine olanak vermektedir. Bu özellik sayesinde ürün serileştirilebilmekte ve veriler saklanabilmektedir.



Şekil 2.2 : PIC 16C84' ün basitleştirilmiş iç yapısı

2.3 GELİŞME DESTEĞİ

PIC16CXX sınıfı tam özellikli mikrobirleştirici, yazılım simülatörü, devre içi emülatör, düşük maliyetli program geliştirme ve tam özellikli programlayıcı ile desteklenmiştir. PIC 16F84 PIC16C5X mikrokontrolerlerinin geliştirilmiş halidir. PIC16C5X için yapılan devrelerde kolaylıkla PIC16C84 (16F84) kullanılabilir.

2.4 ELEKTRİKLE SİLİNEBİLEN MİKROKONTROLÖRLER

Bu mikrolar, programının silinip yeniden yazılabilme özelliğine sahiptir ve oldukça düşük maliyetli plastik ambalajlar halinde bulunmaktadır. Aynı zamanda bu tip mikroların üretimi kadar prototipinin geliştirilmesi ve pilot programlar için kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bunun daha ötesindeki avantajlarından biri, bunların devre içi veya Microchip's PICSTART[®] plus veya PROMATE

II programlayıcıları tarafından silinebilmesi ve yeniden programlanabilmesidir.

2.5 MİMARİ OLARAK İNCELENMESİ

PIC16CXX sınıfının üstün performansı genellikle RISC mikroçiplerinde bulunan birçok mimari özelliklere sahiptir. Başlangıç olarak PIC16CXX Harvard mimarisini kullanmaktadır. Bu mimari ayrı belleklerden erişilen program ve verilere sahiptir.

Böylece PIC mikrosu program belleği ve veri belleği taşıyıcılarına sahipken programların ve verilerin aynı bellekten getirilen geleneksel Von Neuman mimarisi üzerinde bant genişliği iyileştirilmektedir. Programların ve veri belleklerinin ayrılması komutların 8 bitlik geniş veri kelimesinden farklı boyutlandırılmasına olanak vermektedir. PIC16CXX mikroları tekli boyutlandırılmasına olanak vermektedir. PIC16CXX mikroları tekli kelimeye imkan veren 14 bit taşıyıcı üzerinden 14 bit komutu tek bir süreçte uygulamaktadır. İki aşamalı hat komut sürecini ve yürütülmesini bir araya getirmektir. (örnek 3-1). Bunun sonucu olarak, program bölünmeleri dışında tüm komutlar tek bir süreçle yürütülmektedir (400ns @ 10MHZ).

PIC 16CXX aygıtları,kayıt dosyalarına ve veri belleğine doğrudan veya dolaylı olarak yönlenebilmektedir. Program Sayacı dahil bütün özel fonksiyon kayıtları veri belleğine yerleştirilmiştir. Adres modunu kullanarak herhangi bir kaydın üstüne herhangi bir işlemin gerçekleşmesini mümkün kılan Ortogonal (simetrik) komutlarda kurulmuştur. Simetrik özelliği ve “özel optimal durumların”eksikliği PIC 16CXX ile programlamayı daha da etkin

kılmaktadır. İlaveten enformasyon eğrisi önemli ölçüde azaltılmıştır.

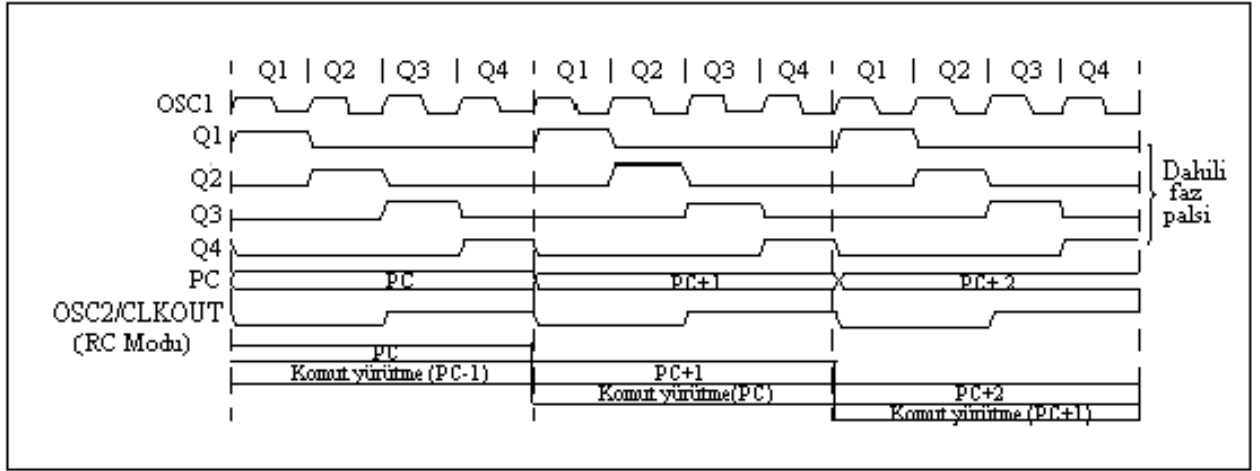
PIC16CXX mikroları 8 bitlik ALU ya ve W(working) registerine sahiptir.

W registerindeki veri ile herhangi bir kayıt dosyası arasında aritmetik ve boolean fonksiyonları uygulanmaktadır.

ALU 8 bit enindedir ve toplama, çıkarma , değiştirme ve çeşitli lojik işlemleri içerir. İki bilgili komutlarda bir bilgi tipik olarak W registeridir diğer bilgi ise dosya kaydı veya hazır sabit değerdir. Tekli komutlarda bilgi ya W kaydı ya da dosya kaydıdır. Yürütülen komutlara dayanarak ALU, STATUS kaydındaki Caryy(C), Digit Caryy(DC) ve Zero(Z) bitlerini etkileyebilmektedir. C ve DC bitleri, çıkarmalarda, nispeten çıkarma işleminde ödünç alan ve sayısal ödünç alan bit olarak işlemektedir.

2.6 SAAT ÖLÇÜM ŞEMASI / KOMUT SÜRECİ

Saat girişi (OSC1 den) içten dörde bölünmüştür ve Q1, Q2, Q3 ve Q4 olarak gelmeyen 4 kare dalga sinyali ortaya çıkar. İçten olarak, program sayacı (PC) her Q1 de bir arttırılmakta ve komutlar program belliginde sürece sokularak Q4 sürecinde komut kaydına katılmaktadır. Komutlar Q1 ve Q4 aralığı boyunca decode edilir ve yürütülür. Saat palsi ve komut yürütme akımı şekil 2.3 de görülmektedir.



Şekil 2.3: Saat palsy ve komut yürütme akımı

2.7 KOMUT AKIMI / BİLGİ İLETİMİ

‘Komut süreci’ dört Q sürecinden oluşmaktadır. (Q1, Q2, Q3 ve Q4). Komut devri ve yürütülmesi şöyle iletilmektedir. Devir bir komut sürecini üstlenirken decode ve yürütme diğer komut sürecini üstlenmektedir

Bununla birlikte bilgi iletim nedeniyle , her bir komut etkin olarak bir süreçte yürütülür. Eğer komut program sayacının değişmesine neden olmuşsa (örn. GOTO komutu) o zaman komutun tamamlanması için iki süreç gereklidir.

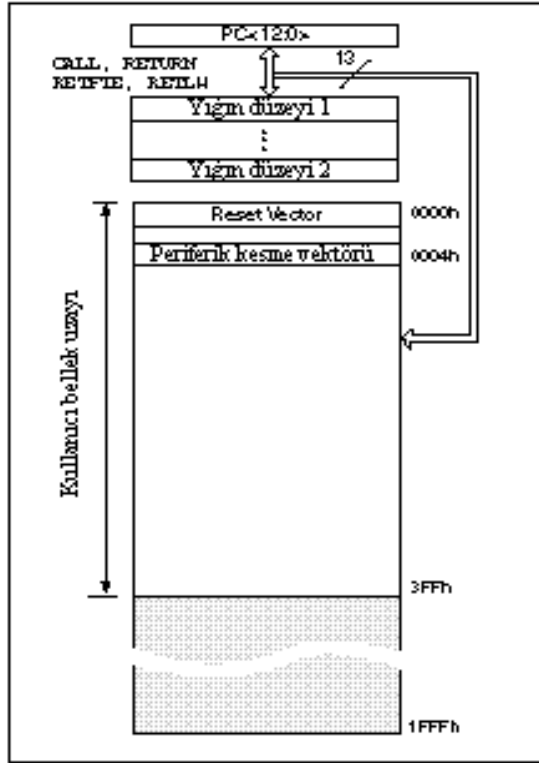
Devir süreci her Q1 de değeri bir artan program sayacı (PC) ile başlar. Yürütme sürecinde işleyen komut Q1 sürecindeki ‘Komut kaydı’na gönderilir. Daha sonra bu komut Q2, Q3 ve Q4 süreçleri boyunca decode edilir ve yürütülür. Veri belleği Q2 boyunca okunur (Bilgi okunması) ve Q4 boyunca yazılır (Yazım hedefi).

2.8 BELLEK ORGANİZASYONU

PIC16C84` de 2 bellek bloğu mevcuttur. Bunlar program belleği ve veri belleğidir. Her bir bellek kendi taşıyıcısına sahiptir; böylece her bir bloğa erişim aynı osilatör süreci boyunca meydana gelebilmektedir.

Bunun ötesinde, veri belleği genel amaçlı RAM ve özel fonksiyon kayıtları (SFR_s) olmak üzere ikiye bölünür. . SFR`ler her bir bireysel özelleşmiş modülü ele alan bölümde açıklanan özel modülleri kontrol etmek için kullanılmaktadır.

Veri belleği EEPROM veri belleğini de içermektedir. Bu bellek, direkt veri belleğine planlanmamış, fakat indirekt olarak planlanmıştır; ve indirekt adres göstergeleri okumak/yazmak için EEPROM belleğinin adresini belirlemektedir. EEPROM belleği 64 bayt ve 10h-3Fh. adres enine sahiptir.



2.9 VERİ BELLEK ORGANİZASYONU

Veri belleği ikiye ayrılır. Birincisi özel fonksiyon kayıt alanı (SFR), diğeri ise genel amaçlı kayıt alanıdır. SFR`ler aygıtın işlemini kontrol eder.

Veri belleğinin bölümleri kümelenmiştir. Bu kümeler BANK adını alırlar. Bu hem SFR alanı hem de GPR alanı içinde geçerlidir.

Şekil 2.4: Program hafızası ve küme [Yığın]

GPR alanı genel amaçlı RAM`in 16 bayt`ından daha fazlasına olanak sağlanabilmesi için kümelenmiştir. SFR`nin kümelenmiş alanı özel fonksiyonları kontrol eden kayıtlara aittir. Kümeleme küme seçimi için kontrol bitleri gerektirmektedir. Bu kontrol bitleri STATUS kaydında yer almaktadır. Şekil 2.4 veri belleği haritası organizasyonunu göstermektedir.

Veri belleğin tümüne ya direkt her kayıt dosyasının mutlak adreslerini kullanarak, yada, dolaylı yoldan dosya seçim kaydı (FSR) üzerinden erişilebilir. Dolaylı adresleme, veri belleğinin kümelenmiş alanına erişmek için RP1: RPO`un şimdiki değerlerini kullanmaktadır.

Veri belleği genel amaçlı kayıt ve özel fonksiyon kaydını içeren iki kümeye bölünmektedir. RPO bitinin (STATUS <5>) (Yani 5. Bit RPO bitidir.) silinmesiyle BANK 0 seçilir. RPO`in kurulması BANK 1`i seçer. Her bir BANK (küme) 7Fh (128 bytes) kadar uzanır (genişler). Her bir kümenin ilk on iki yerleşimi özel fonksiyon kaydı için rezerve edilmiştir. Kalanı ise statik RAM olarak genel amaçlı kayıt yürütebilmektedir.

2.9.1 Genel Amaçlı Kayıt Dosyası:

Bütün aygıtlar belirli bir miktarda genel amaçlı kayıt (GPR) alanına sahiptir. Her bir GPR 8 bit enindedir ve dolaylı yada doğrudan FSR üzerinden erişilmektedir. BANK 1`deki GPR adresleri BANK 0`daki adreslere planlanır. Örnek olarak, 0Ch veya 8Ch adresleme yerleşimi aynı GPR`ye erişecektir

2.9.2 Özel Fonksiyon Kayıtları:

Not : 1. TRISB= '1' dışırtıcı engelleri aktifleştirir. (OPTINN-REG kaydındaki RBPU '0' ise)
 2: I/O pinlerinde VD D ve VSS yakınlama diyorlar. mevcuttur.

Not : 1: TRISB= '1' dışırcıı engelleri aktifleştirir. (OPTINN-REG kaydındaki RBP0 '0' ise)
 2: I/O pınderinde Vdd ve Vss yalılcırına dıyodları mevcuttur.

Bu kesme aygıtı SLEEP` ten çıkarabilir. Kullanıcı, kesme servis programında, kesmeyi aşağıdaki metotlarla temizleyebilir. a PORTB`yi okuma (veya yazma). Bu uyuşmazlık durumuna son verir. b RBIF bayrak bitini temizler. Uyuşmazlık durumu RBIF bitini kurmaya devam edecektir. PORTB'nin okunması bu uyuşmazlık durumuna son verecek ve RBIF bitinin temizlenmesine olanak verecektir. Bu uyuşmazlık özelliğindeki kesme bu pindeki şekillendirilebilir yazılı engelleri ile birlikte anahtar depresyonundan çıkmaya olanak sağlamaktadır.

Eğer I/O pininde, PORT B`nin okuma işlemi yürütüldükten sonra (Q₂ sürecinin başlaması ile) değişme meydana geliyorsa, RBIF kesme bayrak biti kurulmayabilir.

Değişme özelliklerindeki kesmeler anahtar depresyon işlemlerinde kalkma ve PROTB` nin yalnızca değişim özelliklerinde kesmeler için kullanıldığında tavsiye edilmektedir. Değişim özelliklerinde kesmeler kullanılırken, PROTB` nin ayrılması tavsiye edilmemektedir.

Adres	Ad	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Power-on resetindeki değer	Bütün diğer resetlerdeki değerler
06h	PORTB	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0/INT	xxxx xxxx	uuuu uuuu
86h	TRISB	TRISB7	TRISB6	TRISB5	TRISB4	TRISB3	TRISB2	TRISB1	TRISB0	1111 1111	1111 1111
81h	OPTION_REG	RP0	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	1111 1111

Tablo 2.4 : PortB kaydedicileri

2.11 I/O PROGRAMLAMA DEĞERLERİ

Herhangi bir okuduğu gibi yazan ve içten çalışan komutun arkasından yazma işlemi gelmektedir. Örneğin BCF ve BSF komutları CPU için kayıtları okumakta, bit işlemini yürütmekte ve sonuçları tekrar kayda yazmaktadır. Bu önlem, komutların hem girişi hem de çıkışı tanımlanan portlara uygulandığından kullanılmalıdır. Örneğin, PROTB` nin 5. bitindeki BSF işlemi PROTB'nin tüm sekiz bitinin CPU içine yönelik okunmasına neden olur. Daha sonra, BSF işlemi bit 5 üzerinde yer alır ve PORT B çıkış mandallarına yazılır. Eğer diğer bir PORT B` nin biti iki yönlü I/O pini olarak kullanıldıysa ve bu zamanda giriş olarak tanımladıysa, pindeki giriş sinyali CPU` yu okuyacaktır ve daha önceki içeriğin üzerine yazılmak suretiyle belirli pinlerin veri mandallarına yeniden yazacaktır. Pin, giriş modunda olduğu sürece hiçbir problem çıkmayacaktır. Bununla birlikte eğer o pin çıkış modunda açıldıysa, veri mandalının içeriği bilinmeyen olacaktır.

Port kaydının okunmasıyla port pinlerinin değerleride okunur. Port kaydına yazmada ise port mandalına yazılır. Eğer portla bu düzenle yaz komutu kullanıldıysa (yani BCF, BSF) port pinlerinin

değerleri okunur, istenen işlem port pinlerinin değerine kadar yerine getirilecek ve ondan sonra bu değer port mandalına yazılacaktır.

Aktif olarak yüksek ve düşük çıkış yapılan pinler aynı zamanda dış aygıtlarından çıkarılmamalıdır. Sonuçta yüksek çıkış akımı çipe zarar verebilir.

2.12 I/O PORTLARINDAKİ ARDIŞIL İŞLEMLER

I/O portuna fiili yazımı, komut sürecinin sonunda geçerli olurken, okuma da komut sürecinin başında geçerli olması gerekmektedir. (şek 2.8) Böylelikle, okuma tarafından takip edilen yazma aynı I/O portunda yürütüldüyse, tedbirleri mutlaka alınmalıdır. Komutların ardışıklığı öyle olmalıdır ki, pin voltajları, sıradaki komuttan daha erken stabilize olmalıdır.(yükleme bağımlılığı) Bunun yanı sıra bu pinin daha önceki hali, yeni haline nispeten CPU'ya okunabilir.

Örnek 2.1:

I/O portundaki iki ardışık oku-düzenle-yaz komutunun etkileri gösterilmektedir.

OKU-DÜZENLE-YAZ KOMUTLARI (I/O Portu üzerinde)

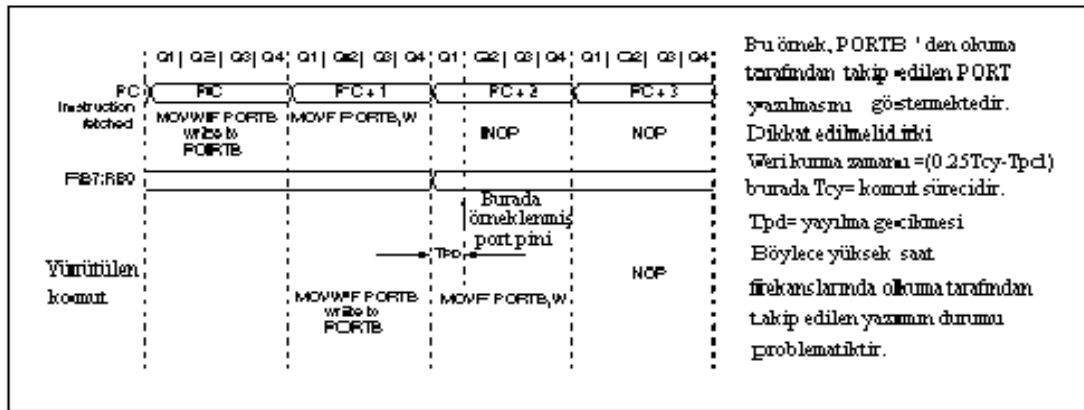
; Başlangıç Port Ayarları : PORT B<7:4> girişler

PORT B<3:0> çıkışlar

	<u>Port kilidi</u>	<u>Port pinleri</u>
BCF PORTB, 7 ;	01pp ppp	11pp ppp
BCF PORTB, 6 ;	10pp ppp	11pp ppp
BSF STATUS, RPO ;		
BCF TRISB, 7 ;	10pp ppp	11pp ppp
BCF TRISB, 6 ;	10pp ppp	10pp ppp

; PORT<7;6> dış engellere sahiptir ve diğer devrelere bağlı değildir.

; Kullanıcı pin değerini 00pp ppp olarak da bekleyebilir. 2.nci BSF RB7` nin pin değeri (yüksek) olarak gönderilmesine sebep olmaktadır.



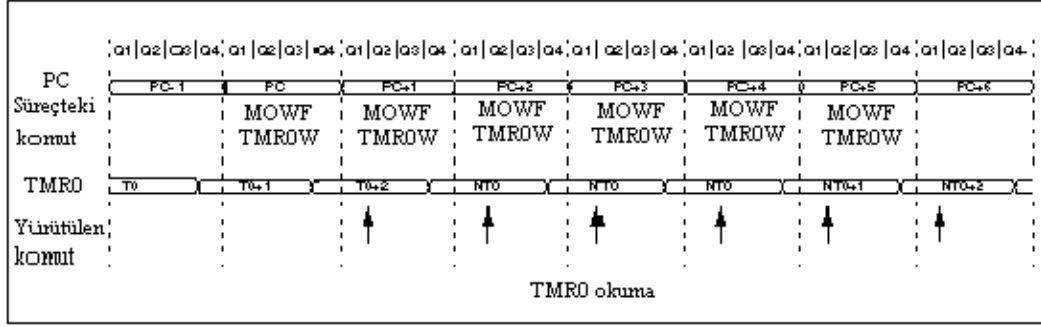
Şekil 2.8 : Ardışıl I/O işlemleri

2.13 TİMER0 MODÜLÜ VE TMR0 KAYDI

Timer0 modül, timer/sayaç aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- 8 bitlik timer/sayaç
- Okunabilir ve yazılabilir
- 8 bitlik programlanabilir prescaler.
- İçten veya dıştan saat ayarı
- FFh` tan 00h` ye taşma üzeri kesme
- Dış saatin sınır seçimi

ile gizlenebilir. (INTCON<5>) TOIF biti, Timer0 modülü tarafından, bu kesmenin yeniden aktifleştirilmesinden önce yazılımdan silinmelidir. TMR0 kesmesi (şek.2.9) işlemciyi SLEEP`ten çıkaramaz, çünkü, SLEEP boyunca timer kapalıdır.



Şekil 2.10 : TMR0 zamanlaması: Prescaler' siz içten clock

2.15 TMR0' NUN DIŞTAN SAAT İLE KULLANIMI

Dıştan saat girişleri TMR0 için kullanıldığında, bazı ön şartların gerçekleştirilmesi gerekir. Dıştan saat gereksinimi , içten faz saati senkronizasyonundan kaynaklanmaktadır. Bunun yanı sıra, TMR0 kaydının senkronize edilmesinden sonra, fiili artmada gecikme mevcuttur.

2.15.1 Dıştan Saat Senkronizasyonu:

Hiç bir prescaler kullanılmadığı taktirde , dıştan saat girişi prescaler çıkışındaki gibidir. RA4/TOCKI pininin içten faz saati ile senkronize edilmesi iç faz saatlerinin Q2 ve Q4 süreçlerindeki prescaler çıkışını örneklemek yoluyla yerine getirilir. (Şekil 2.6) . Bunun için , TOCKI' nin düşük değerinin en azından 2TOSC (artı ufak RC gecikmesi) olması gerekir.Prescaler kullanıldığında, dış saat girişi asenkron sayıcı tipi prescaler' a bölünür ve böylece prescaler çıkışı simetrik olur. Dış saatin örnekleme gereksinimlerini karşılamak için sayaç(counter) dikkate

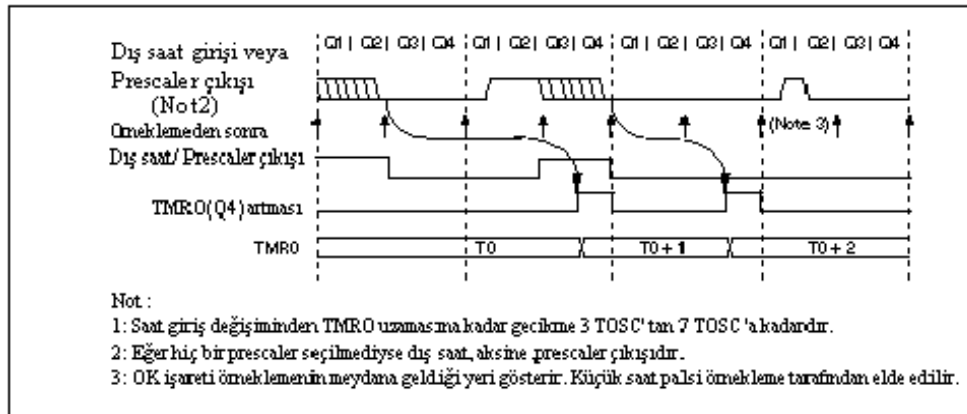
alınmalıdır. Böylece prescaler değerine bölünen en azından 4 TOSC periyot uzunluğuna sahip olmalıdır.

2.15.2 TMR0 gecikme uzatılması:

Prescaler çıkışı , iç saat ile senkronize edildiği için, dış saat sınırlarının meydana gelmesindeki zamandan TMR0 modülünün fiili olarak uzatılması zamanına kadar küçük bir gecikme vardır. Şekil 2.7 dış saat sınırından Timer uzamasına kadar gecikmeyi göstermektedir.

2.16 PRESCALER(BÖLÜCÜ)

8 Bitlik sayaç Timer0 modülünde veya Watchdog timer'ında bulunur. Prescaler dışarıdan verilen sinyali 256 ya kadar bölmeye yarar. Timer0 modülü ile Watchdog timer'ı arasında karşılıklı istisna tutulan yalnızca bir tek prescaler mevcuttur. Böylece Timer0 modülüne prescaler ataması, watchdog timer'ın prescaleri olmadığı anlamına gelmektedir. PSA ve PS2 : PSO bitleri (option <3:0>) prescaler atamasını ve prescaler oranını belirlemektedir.



Şekil 2.11 : Dış saatli TMR0 zamanlayıcısı

Timer0 modülüne yazılan bütün komutlar, timer0 modülüne atandığında prescaler'i ölçecektir. WDT ye atandığında , CLRWDT

komutu Watchdog Timer boyunca prescaler' i temizleyecektir. Prescaler yazılabilir veya okunabilir değildir.

Adres	Ad	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Power-on resetindeki değer	Bütün diğer resetlerdeki değerler
01h	TMR0	Timer0 module's register								xxxx xxxx	uuuu uuuu
0Bh	INTCON	GIE	EEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF	0000 000x	0000 0000
81h	OPTION	RBPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	1111 1111
85h	TRISA	—	—	—	TRISA4	TRISA3	TRISA2	TRISA1	TRISA0	---1 1111	---1 1111

Tablo 2.5 : Timer0 ve diğer kaydediciler

2.17 EEPROM VERİ BELLEĞİ

EEPROM veri belleği normal işlem boyunca okunabilir ve yazılabilir. Bu bellek direkt olarak kayıt dosya boşluğuna planlanmamıştır. Bunun yerine bu bellek, özel fonksiyon kaydı üzerinden dolaylı olarak adreslenir. Burada bu belleği okuyan ve yazan 4 özel kaydedici (SFR) mevcuttur.

Bu kayıtlar :

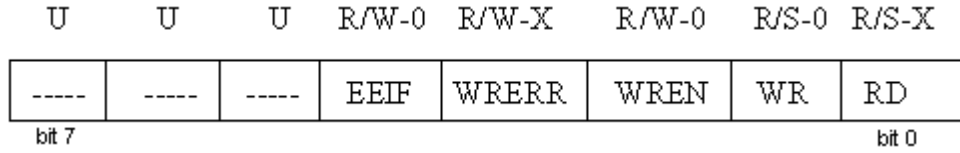
- EECON1
- EECON2
- EEDATA
- EEADR

EEDATA yazma/okuma için 8 bitlik veri tutar ve EEADR erişilen EEPROM adreslerini saklar. PIC16C84 aygıtı 0H ile 3FH genişliğindeki adresli EEPROM belleğinin 64 bitine sahiptir. EEPROM veri belleği byte' ları okuma ve yazmaya olanak verir. Byte'lar otomatik olarak veri siler ve yeni veri yazar. (yazmadan önce siler). EEPROM veri belleği yüksek silme/yazma süreçlerine oranlanmıştır. Yazma zamanı chip üzeri timer tarafından denetlenmektedir. Yazma zamanı chipten chipe göre

değiştirdiği gibi, voltaj ve ısı değerlerine göre de değişebilir. Aygıt kod korumalı olduğu zaman , CPU EEPROM belleğini okumaya ve yazmaya devam edebilir. PIC programlayıcısı artık bu belleğe erişemeyebilir.

2.17 .1 EEADR

EEADR kaydı EEPROM verisinin maksimum 256 byte' ını adresleyebilir. Üstteki iki bit adresi decode edilmiştir. Bu şu anlama gelmektedir ki , 64 bitin bellek boşluğunda olduğundan emin olmak için bu iki bit her zaman 0 olmalıdır.



Şekil 2.12 : EECON1 Registeri [88h adresleri]

- R = Okunabilir. W = Yazılabilir. S = Kurulabilir bit
- U = Kullanılmayan bit, '0' olarak okunur. $\wedge n$ = POR resetindeki değer.
- Bit 7 : 5 : Kullanılmayan : '0' olarak okunur.
- Bit 4 EEIF : EEPROM Yazma işlemi kesme bayrak biti.
- 1 = Yazma işlemi tamamlanmıştır.
- 0 = Yazma işlemi tamamlanmamıştır veya başlanmamıştır.
- Bit 3 WRERR : EEPROM hata bayrak biti
- 1 : Yazma işlemi erkenden sona ermiştir. (MCLR veya WDT normal işlem boyunca resetlenir.)
- 0 : Yazma işlemi tamamlanmıştır.
- Bit 2 WREN : EEPROM yazma aktifleştirme biti
- 1 : Yazma sürecine olanak verir.
- 0 : EEPROM verisine yazmayı engeller.
- Bit 1 WR : Yazım kontrol biti

- 1 : Yazım sürecini başlatır. (Yazım bitirildikten sonra bit donanım tarafından silinir. WR biti yalnızca yazılıma kurulabilir.(silinmez)
- 0 : EEPROM a veri yazım süreci tamamlanmıştır.
- Bit 0 RD : Okuma kontrol biti.
- 1 : EEPROM' un okunmasını başlatır. (okuma yalnızca bir devirde yer alır. RD donanımında silinir. RD biti yalnızca yazılıma kurulabilir. (silinmez)
- 0 : EEPROM okumasını başlatmaz.

2.17.2 EECON1 ve EECON2 KAYITLARI

EECON1 , fiziksel olarak yerine getirilen 5 düşük sıralı bitli kontrol kayıdır. Üst üç biti mevcut değildir ve ' 0 ' olarak okunur.RD ve WR kontrol bitleri okuma ve yazmayı başlatırlar. Bu bitler silinemezler, yalnızca yazılıma kurulabilirler. Bu bitler, okuma ve yazım işlemlerinin tamamlanması olarak donanımdan silinirler. WR'nin yazılımdan silinmesinin olanaksızlığı , yazım işleminin tesadüfi vaktinden evvel sona erdirilmesini önler.

WREN biti, kurulduğunda yazım işlemine başlamaya izin verilir. Yüksek güçte, WREN biti temizlenir. Yazım işlemi normal işlem süresinde MCLR, RESET veya WDT- zaman aralığı reset tarafından kesildiğinde WRERR biti kurulur. Bu durumlarda, resetin ardından kullanıcı WRERR bitini kontrol edebilir ve yerleşimi yeniden yazabilir. EEDATA ve EEADR kayıtlarındaki veri ve adresler değişmeyecektir. Yazım tamamlandığında EEIF bayrak biti kesmesi kurulur. Bu kesme yazılımdan silinmelidir. EECON2 fiziksel kayıt değildir. EECON2 okuması tüm '0' ları okuyacaktır. EECON2 kaydı harici olarak data EEPROM yaz serisinde kullanılır.

2.17.3 EEPROM VERİ BELLEĞİNİN OKUNMASI

Veri bellek yerleşimini okumak için , kullanıcı, adresi EEADR kaydına yazmalıdır ve RD kontrol bitini kurmalıdır. (EECON1<0>). Veri sıradaki devirde, EEDATA kaydında mevcuttur , bunun için bu sıradaki komutta okunabilmektedir. EEDATA bu değerleri diğerleri okununcaya kadar veya kullanıcı tarafından yazılınca kadar tutmaktadır. (yazım işlemi boyunca)

Örnek 2.3 :

```
BCF      STATUS, RP0    ; Bank0
MOVLW    CONFIG_ADDR    ;
MOVWF    EEADR           ; Adresleri oku
BSF      STATUS, RP0    ; Bank1
BSF      EECON1, RD      ; EECON1 registerini oku
BCF      STATUS, RP0    ; Bank0
MOVF     EEDATA, W       ; W= EEDATA
```

2.17.4 EEPROM VERİ BELLEĞİNE YAZIM

EEPROM veri yerleşimini yazmak için kullanıcı ilkin adresleri EEADR kaydına, verileri EEDATA kaydına yazmalıdır. Daha sonra kullanıcı her bit' e yazımın başlatması için spesifik ardışıkları takip etmelidir.

Örnek 2.4 :

EEPROM' a veri yazımı

BSF	STATUS, RPO	; Bank1
BCF	INTCON, GIE	; INT' yi etkinsizleştir
BSF	EECON1, WREN	; Yazımı aktifleştir.
MOVLW	55h	;
MOVWF	EECON2	; 55h' yi yaz
MOVLW	AAh	; AAh' yi yaz
MOVWF	EECON2	;
BSF	EECON1, WR	; WR bitini kur
		; yazımı başlat
BSF	INTCON, GIE	; INT' yi aktifleştir.

Yukarıdaki seri her bir bit için tam tamına takip edilmediği sürece (55h yi EECON2 ye yaz, Aah yi EECON2 ye yaz ve WR bitini kur) yazım başlatılmayacaktır. Bu kod segmenti boyunca kesmelerin etkinsizleştirilmesi yerinde olur. İlaveten EECON1 deki WREN biti aktif yazıma kurulmalıdır. Bu mekanizma beklenmeyen kod yürütülmesinden kaynaklanan tesadüfi EEPROM verilerin üzerine yazımı önler. Kullanıcı, EEPROM un güncelleştirilmesi hariç her zaman WREN bitini temiz tutmalıdır. WREN biti donanım tarafından silinmektedir. Yazım serisi başlatıldıktan, WREN bitinin temizlenmesi bu yazım şeklini etkilemektedir. WREN biti kurulmadıkça, WR bitinin kurulması engellenir.

Yazım şeklinin tamamlanmasından sonra, donanımdaki WR biti temizlenir ve EE yazım bitini bayrak biti (EEIF) kurulur. Kullanıcı bu kesmeyi aktifleştirebilir yada etkinleştirebilir. EEIF yazılım tarafından silinmelidir.

Not:

EEPROM veri bellek E/W cycle zamanı 10ms aşabilmektedir. (tipik) Yazım şeklinin bitiminden emin olmak için EE kesmesi kullanılmalı veya WR biti seçilmelidir. (EECON<1>). Her iki durum şeklinin tamamlandığını ifade eder.

2.17.5 YAZIM DOĞRULANMASI

EEPROM verisine yazılan değerlerin yazılması istenen değerlerle doğrulanması gerekmektedir. Bu EEPROM birirnin spesifikasyon limitine yakın uygulamalarda kullanılmalıdır. Toplam kaldırma diski , uygunluk (rahatlık) derecesini belirlemeye yardımcı olacaktır.Genel olarak EEPROM yazım başarısızlığı "1" olarak yazılan, fakat geriye "0" olarak okunan bitten kaynaklanmaktadır.

Örnek 2.4 :

Yazım doğrulanması:

```
BCF    STATUS, RP0    ; Bank0
;
; Herhangi kod buraya gidebilir.
MOVF   EEDATA, W       ; Bank0' da olmalıdır.
BSF    STATUS, RP0    ; Bank1

READ
BSF    EECON1, RD      ; Evet, yazılan değeri oku
;
BCF    STATUS, RP0    ; Bank0
;
; (Wreg) yazılan ve(EEDATA) okunan
; değerler aynı mı?
;
SUBWF  EEDATA, W       ;
BTFS   STATUS, Z       ; Fark 0 mı?
GOTO   WRITE_ERR      ; Hayır , yazım hatası
;
; Evet tamam iyi yazım
;
; Programa devam et
```

2.17.6 TAKLİT YAZILIMLARA KARŞI KORUMA

Şöyle durumlar olabilir ki , aygıt EEPROM veri belleğine yazmak istemeyebilir. Taklit yazılımlara karşı korunmak için, değişik mekanizmalar monte edilmiş, kurulmuştur. Yüksek güçte WREN temizlenir. Bunun yanı sıra , yüksek güç timer' i (72 msn süreli) EEPROM yazımını önler.Yazılımı başlatan ardışık ve WREN biti ikisi birlikte 'Brown-Out', güç arızası veya yazılım aksamasında tesadüfi yazılımları önlemeye devam eder.

2.17.7 KOD KORUMA SÜRESİNCE EEPROM VERİ İŞLEMİ

Micro, kod korumalı durumdayken düzene sokulan verileri okuyabilir ve EEPROM verisine yazabilir. ROM aygıtlarında iki koruma biti mevcuttur. Birisi ROM program belleği diğeri ise EEPROM veri belleği içindir.

2.18 GÜÇ SARFIYAT BİLGİLERİ

Not:

EADDR <7:6> biti temizlenmelidir. Bu bitlerden herhangi birisi kurulduğunda micronun maximum IDD si her iki bitin de temizlenmiş olması halindekinden daha yüksektir. Spesifikasyon 400mA' dır. Silinen EADDR<7:6> ile maximum 150mA civarındadır.

İşaretler: x =bilinmeyen, u = değişmeyen, ----- = '0' olarak tamamlanmamış okuma Q = Şartlara bağımlı değer. Bölgeleştirilen hücreler EEPROM tarafından kullanılmamaktadır.

Adres	Ad	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	Power-on resetindeki değer	Bütün diğer resetlerdeki değerler
08h	EEDATA	EEPROM VERİ KAYDI								xxxx xxxx	uuuu uuuu
09h	EEADR	EEPROM ADRES KAYDI								xxxx xxxx	uuuu uuuu
88h	EECON1	----	-----	-----	EEIF	WREERR	WREN	WVR	RD	---0 x000	---0 q000
89h	EECON2	EEPROM KONTROL KAYDI								-----	-----

Tablo 2.6: EEPROM verisi ile uyumlaştırılan Kayıtlar/Bitler

2.19 CPU' NUN SPESİFİK ÖZELLİKLERİ

Mikrokontrolör' ü diğer işlemcilerden ayıran şey , gerçek zaman uygulamalarının gereksinimleri ile ilgili özel devrelerdir. PIC16C84' de sistem güvenliğini maximize eden, dış elemanları ayırarak maliyeti minimize eden , güç tasarrufu, çalışma modu ve kod koruma gibi özellikleri taşımaktadır.

Bu özellikler;

- OSC seçimi
- Reset
 - Güç kaynağı reseti (POR)
 - Yüksek güç timerı (PWRT)
 - Osilatör başlangıç Timer ı (OST)
- Kesmeler
- Watchdog Timer
- Sleep
- Kod koruma
- ID yerleşimleri
- Devre içi seri programlama

PIC16C84' te yalnızca konfigürasyon bitleri tarafından kapatılabilen Watchdog Timer mevcuttur. Güvenliği arttırmak için bu kendi RC osilatörünü de çalıştırmaktadır. Yüksek güçte gereken esas gecikmeleri sağlayan 2 Timer mevcuttur. Bunlardan birisi Osilatör Başlangıç Timer 'ıdır. Bu timer , kristal Osilatör durgunlaşınca kadar çipi resette tutar.

Diğer timer ise yalnızca nominal yüksek güçte 72 ms sabit gecikme üreten Yüksek Güç Timer' ıdır. Bu güç kaynağı stabilize olurken aygıtı resette tutar. Bu iki çip üzeri Timer ile , uygulamaların çoğu hiçbir reset devrelerini gerektirmemektedir. SLEEP modu çok düşük enerjili alçak güç modunu sunmaktadır.

Kullanıcı SLEEP ten çıkmak için dış reset, Watchdog Timer zaman aralığı veya kesmeleri kullanabilir. Bazı osilatör seçenekleri, kısımları uygulamaya yerleştirmek için elde edilmektedir. RC osilatör seçeneği sistem maliyetini, LP kristal seçeneği ise

güç sarfiyatını düşürmektedir. Çeşitli seçenekleri seçmek için konfigürasyon bitler seti kullanılmaktadır.

2.19.1 KONFIGÜRASYON BİTLERİ

Konfigürasyon bitleri çeşitli aygıt konfigürasyonlarını seçmek için programlanabilir('0' olarak okur) yada programlamadan bırakılabilir. ('1' olarak okur) Bu bitler 2007h program bellek yerleşiminde saklanır. 2007h adresi kullanıcı program bellek uzayının ötesindedir ve özel test/konfigürasyon bellek uzayına (2000h- 3FFFh) aittir. Bu uzay yalnızca programlama sürecinde erişilebilir.

U-1	U-1	U-1	U-1	U-1	U-1	U-1	U-1	U-1	R/P-u	R/P-u	R/P-u	R/P-u	R/P-u
—	—	—	—	—	—	—	—	—	CP	PWRT	WDTE	FOSC1	FOSC0
bit13													bit0

bit 13:5	Yürütülmeyen : '1' olarak oku	bit 1:0	FOSC1:FOSC0: Osilatör seçme biti
bit 4	CP: Kod koruma biti 1 = Kod koruma devre dışı 0 = Tüm bellek, kod korunmalıdır.		11 =RC Osilatörü 10 = HS Osilatörü 01 = XT Osilatörü 00 = LP Osilatörü
bit 3	PWRT: Yüksek güç aktif Timer biti 1 = Yüksek güç Timer ' ı etkindir 0 = Yüksek güç Timer ' ı etkinsizdir.		
bit 2	WDTE: Watchdog Timer biti 1 = WDT aktiftir. 0 = WDT aktif değildir.		

R = Okunabilir bit P = Programlanabilir bit U = Yürütülmemiş bit -n = '1' olarak okunur. u = Değişmeyen

2.20 OSİLATÖR KONFIGÜRASYONLARI

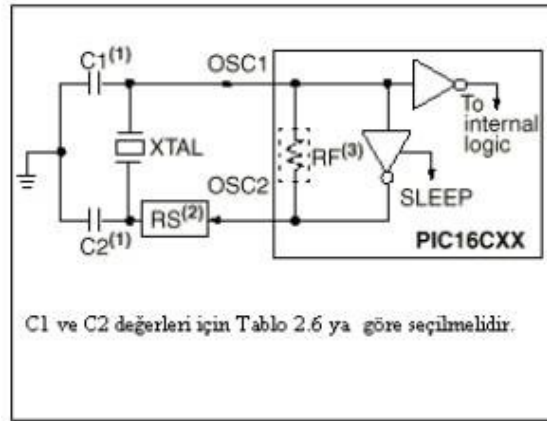
2.20.1 OSİLATÖR TİPLERİ

PIC16CXX mikrolarında 4 çeşit osilatör tipi bulunmaktadır. Kullanıcı bu 4 moddan birini seçerek iki konfigürasyon bitini (FOSC1 ve FOSC2) programlayabilir. Bu modlar;

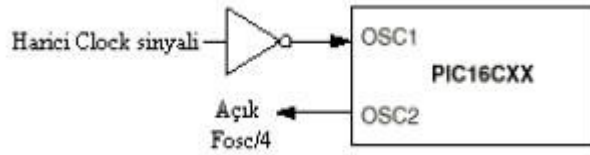
- LP Kristal veya seramik rezonatör-asgari akım - 40Khz
- XT Kristal veya seramik rezonatör- genel amaçlı - 4Mhz
- HS Kristal veya seramik rezonatör- yüksek hız - 20 Mhz
- RC Direnç/ Kapasitör zaman sabitli - düşük maliyet - 4Mhz

2.20.1.1 Kristal Osilatör / Seramik Rezonatör

XT, LP ve HS modları, kristal veya seramik rezonatörlerin, OSC1/CLKIN ve OSC2/CLKOUT pinlerine bağlanmalarıyla kurulur. PIC16C84' te osilatör dizaynı paralel kesim kristali kullanmayı gerektirir. Kesim kristallerinin seri bağlanması ile, kristallerin üzerindeki frekans değerlerinden farklı bir frekans değeri oluşabilir. XT, LP ve HS modlarında OSC1/CLK1 dışardan sürülebilir.



Şekil 2.14 : Kristal işlemleri/ Seramik rezonatör - HS , -XT, - LP



Şekil 2.15 : Harici clock girdi işlemleri

Krital osilatör için Kapasitör seçimi

OSC Tipi	Freq	OSC1/C1	OSC2/C2
LP	32 kHz	68 - 100 pF	68 - 100 pF
	200 kHz	15 - 33 pF	15 - 33 pF
XT	100 kHz	100 - 150 pF	100 - 150 pF
	2 MHz	15 - 33 pF	15 - 33 pF
	4 MHz	15 - 33 pF	15 - 33 pF
HS	4 MHz	15 - 33 pF	15 - 33 pF
	10 MHz	15 - 33 pF	15 - 33 pF

Seramik rezonatör için Kapasitör seçimi

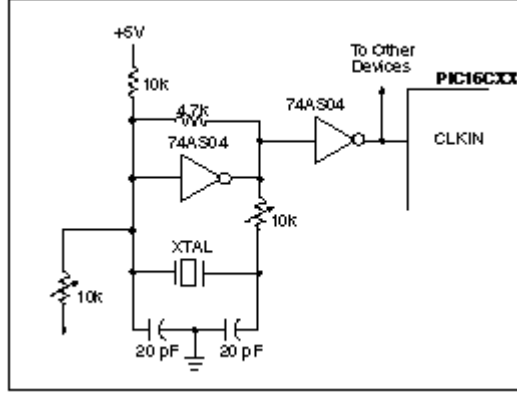
OSC Tipi	Freq	OSC1/C1	OSC2/C2
XT	455 kHz	47 - 100 pF	47 - 100 pF
	2.0 MHz	15 - 33 pF	15 - 33 pF
	4.0 MHz	15 - 33 pF	15 - 33 pF
HS	8.0 MHz	15 - 33 pF	15 - 33 pF
	10.0 MHz	15 - 33 pF	15 - 33 pF

Tablo 2.6 : Kristal ve kapasitör değer seçimleri

2.20.1.2 Dış kristal osilatör devresi

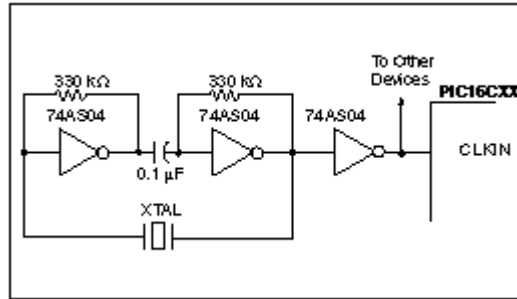
Ambalaj öncesi osilatör TTL girişli basit osilatör devresi kurulabilir. Ambalaj öncesi osilatör geniş işlem alanı ve stabilize sunmaktadır. İyi tasarlanmış kristal osilatör TTL girişleri ile iyi

performans sağlayacaktır. İki tip kristal osilatör devresi mevcuttur. Birisi seri rezonanslı ve diğeri de paralel rezonanslı osilatördür.



Şekil 2.16 :Dış paralel rezonanslı kristal osilatörün devresi

Devre, kristalin temel frekansını kullanmak için tasarlanmıştır. 74AS04 çevirici, paralel osilatörün gerektirdiği 180 dereceli faz kaymasını yürütmektedir. 4.7 kW direnci kararlılık için negatif geri besleme sağlamaktadır. 10 kW potasiyometre 74AS04'ü lineer bölgede çalıştırır. Bu devre osilatör tasarımı içinde kullanılabilir.



Şekil 2.17 :Dış seri rezonanslı kristal osilatör devresi

Şekil 2.17seri rezonanslı osilatör devresini göstermektedir. Bu devre kristalin esas frekansını kullanmak için de tasarlanmıştır. Çevirici 180 derece faz kaymasını yürütmektedir. 330KW' luk direnç, çeviricilere kendi lineer bölgesinde tesiri için negatif geri beslemeyi sağlamaktadır.

2.20.1.3 RC Osilatörü

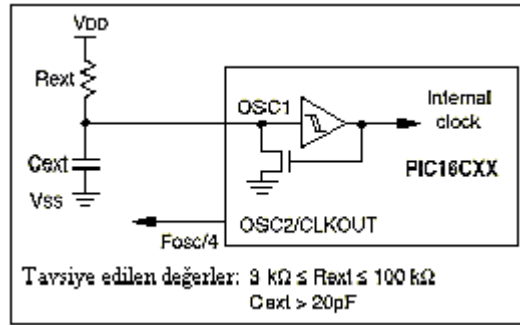
Zamanlamaya duyarsız uygulamalar için RC osilatörü ilave maliyet azaltımını sunmaktadır. RC osilatör frekansı, voltaj arzının, direnç (R_{ext}) değerinin, kondansatör (C_{ext}) değerinin, çalışma ısı derecesi değerinin bir fonksiyonudur. Bunlara ilave olarak osilatör frekansı normal sürecin parametre değişikliği nedeniyle birimden birime değişebilmektedir. Bunun ötesinde ambalaj tipindeki şekil kapasitansındaki farklılıkları da, özellikle düşük C_{ext} değerlerinde, osilatörün frekansını etkileyebilmektedir. Kullanıcı dış R ve C elemanlarının toleransı nedeniyle meydana gelen değişiklikleri de dikkate almaktadır. Şekil 2.17 de RC kombinasyonunun PIC16C84'e nasıl bağlandığı görülmektedir.

$R_{ext} < 2.2KW$ için, osilatör işlemi kararsız hale gelebilir hatta tamamıyla durabilir. Çok yüksek R_{ext} değerleri için (yani 1 MW) osilatör, gürültüye, rutubete ve sızmalara karşı duyarlı hale gelir. Bunun için R_{ext} değeri 3W ile 100W arasında tutulmalıdır. Osilatörün hiçbir dış kondansatörü olmaksızın çalışmasına rağmen ($C_{ext}=0pf$), gürültü ve kararsızlık nedenleri ile 20pf'ın üzerindeki değerlerin kullanılması yerinde olur. Çok düşük kapasitans veya hiç kapasitans olmadan, osilatör frekansı, devredeki kaçak kapasitans gibi dış kapasitanslardaki değişimler nedeniyle önemli ölçüde değişebilmektedir. Frekanstaki değişim yüksek R değerleri (çünkü gerilim sızıntı değişimleri R den daha büyük değerlerde RC frekansını etkileyecektir.) ve düşük C değerlerinin etkisi ile artar (çünkü giriş kondansatörü değişimleri RC frekansında daha büyük etkiye sahiptir). OSC2/CLKOUT pininde 4 ile bölünen osilatör frekansı mevcuttur

ve bu frekans, sürücüleri test etmek için yada diğer lojikleri test etmek için kullanılabilir.

Not :

Osilatör RC modunda iken, OSC1 pini dış saat devresi ile sürülmemelidir. Aksi taktirde micro kararsız çalışır.



Şekil 2.18 : RC osilatör modu

2.21 RESET DURUMLARI

Mikroişlemcili/ Mikrokonrolcü sistemlerde reset devreleri aşağıda sıralanan nedenlerden ötürü önemlidir:

- Program sayacı, I/O ve kontrol yazmaçları gibi belirli yazmaçlar
- için bilinen bir durumun varlığından emin olunmasını sağlar.
- Saatin, doğru frekansa yerleşmesi için yeterli zamanın verilmesine yardımcı olur.
- Şebeke geriliminde bir sorun varsa, mikronun düzgün olarak yeniden başlayacağından emin olunmasını sağlar.

PIC dahili Power-on reset devrelerine sahiptir. Eğer PIC' i besleyen güç kaynağı, 0.05V/ms den daha büyük bir oranda artarsa, dahili reset devreleri yeterli olacaktır. (Kaynak geriliminin 0V' tan 5V'a kadar artması için gereken süre 100 ms'den küçük olmalıdır.) Bazı düşük frekanslı kristal osilatörler , çalışmak için 18ms' den fazlasını gereksinirler. Bu durumda ve

güç kaynağının yükselmesinin 100 ms'den uzun sürdüğü durumlarda, harici bir RC devresi gerekebilir.

Şebeke geriliminin inişli çıkışlı olabileceği veya gerilim düşüklüğü olasılığı bulunan uygulamalarda , gerilim düşüklüğü durumunu temiz bir reset'in izleyeceğinden emin olmak için extra reset devreleri eklenmesi gerekebilir.

Gerek besleme gerekse saat devrelerinde olduğu gibi, PIC reset devresi de bazı kurallar göz önünde bulundurulduğunda oldukça basittir. _MCLR ayağı, besleme gerilimi kararlı bir duruma gelinceye kadar düşük seviyede tutulmalıdır. Burada önemli olan nokta, devreye enerji verilmesi ve diğer reset durumlarında (_MCLR reset, uyanma - SLEEP modundan kalkma, - Watcdog zamanlayıcısı süre aşımı gibi) PIC' in hangi adresten başlayarak işlem yapacağıdır.

Örneğin 16C54' ün üyesi olduğu 16C5X ailesi PIC'lerin ilk işlem yaptığı adres, adres haritasının en sonudur. (0x01FF) . Bu durumda PIC' in ilk uygulayacağı komut, her zaman bir sıçrama komutu olacaktır. Eğer bu adrese (0x01FF) NOP (No Operation) gibi bir komut yazılırsa program sayacı bir saat çevrimlik sürede bu komutu çalıştırır ve en başa yani program komutlarının yazıldığı adrese döner.

16CXX ve diğer yüksek seviyeli PIC' ler de ise reset adresi her zaman 0'dır. Dolayısıyla PIC' in ilk gerçekleştirdiği komut da bu adresteki komut olmaktadır. Eğer Kesme (interrupt) vektörü kullanılıyorsa , buna yönelik kod , bu adrese konulamaz, çünkü Kesme vektör adresi 0x04 ten başlamaktadır. Kesme kullanıldığında, program sayacının, Kesme sonrası reset adresine

değilde, Kesilme vektörünün bulunduğu adrese yönlendirilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

2.21.1 Güç Kaynağı Reseti (POR)

Etkin güç kaynağı palsi , Vdd artışı fark edildiğinde çip üzerinde yaratılmaktadır. (1.2V-1.7V aralığında) . POR'un avantajlarından yararlanabilmek için , MCLR pininin direkt olarak 1 yada direnç üzerinden Vdd ye bağlanması yeterlidir. Bu genellikle etkin güç kaynağı reseti yaratmak için gereken dış RC elemanlarını kaldıracaktır. Tam çalışması için Vdd nin minimum artış zamanı karşılanmalıdır.

Mikrokontroller normal işlemi başlattığında (reset durumundan çıktığında) işlemin temin edilebilmesi için çalışma parametreleri (voltaj ,frekans, sıcaklık) karşılanmalıdır. Eğer bu koşullar yaratılmadıysa, aygıt çalışma koşulları yaratılincaya kadar resette tutulmalıdır. Vdd düşerken POR devresi içten reset üretmeyecektir.

2.21.2 Yüksek Güç Kaynağı Zamanlayıcısı (PWRT)

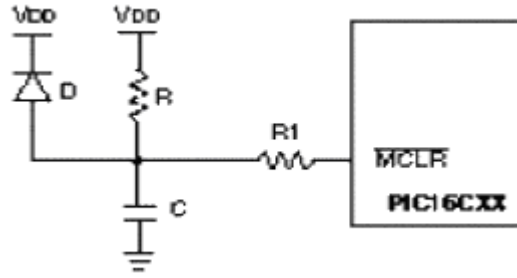
Yüksek güç kaynağı timer' ı (PWRT) , POR dan sabit 72 ms nominal zaman aralığı sağlamaktadır. Yüksek güç kaynağı timer'ı iç RC osilatörü üzerinde çalışmaktadır. Çip, PWRT nin aktif tutulduğu kadar resette tutulur. PWRT gecikmesi, Vdd nin kabul edilebilir seviyeye yükselmesine olanak vermektedir.

PWRTE konfigrasyon biti, PWRT' yi etkinleştirebilir/etkinsizleştirebilir. Yüksek güç kaynağı zaman gecikmesi (Tpwr) Vdd, ısı derecesi ve süreç değişiklikleri nedeniyle çipten çipe farklılık gösterir.

2.21.3 Osilatör Başlangıç Zamanlayıcısı (TİMER) (OST)

Osilatör başlangıç Timer' ı (OST), PWRT gecikmesi sonlandıktan sonra 1024 osilatör cycle gecikmesi (OSC1 girişinden) sağlamaktadır. Bu kristal osilatör veya rezonatörün başladığını ve stabilize olmasını temin eder.

OST zaman aralığı (Tost) yalnızca XT, LP ve HS modlarında açıktır ve etkin güç kaynağı reset veya SLEEP' ten çıkış üzerindedir. Vdd çok yavaş arttığında, Tpwrt zaman aralığı ve Tost zaman aralığı Vdd nihai değerine ulaşmadan önce sona ermektedir. Bu durumda, dış etkin güç kaynağı reset devresi gerekli olabilir. Dış etkin güç kaynağı reset devresi, yalnızca, eğer Vdd oranında düşük ise geçerlidir. D diyodu Vdd güç kaynağı azaldığında, kondansatörün çabuk deşarj olmasına yardım eder.



Şekil 2.19 : Dış etkin güç kaynağı reset devresi

Not:

(Düşük vdd güç kaynağı için)

1. Dış etkin güç kaynağı reset devresi, yalnızca, eğer Vdd oranı da düşük ise geçerlidir. D diyotu Vdd güç kaynağı azaldığında, kondansatörün çabuk deşarj olmasına yardımcı olur.
2. R boyunca voltaj gerilimi 0.2V'u aşmadığından emin olmak için $R < 40k\Omega$ önerilir. (MCLR pininin üzerinde maksimum sızıntı akımı 5µA dir). Daha yüksek voltaj

gerilimi, MCRL pini üzerinde VIH düzeyini azaltmaktadır.

3. MCRL pininin ESD veya EOS nedeniyle durması olayında C dış kondansatöründen MCRL'ye herhangi bir sızıntı akımını sınırlayacaktır.

R boyunca voltaj geriliminin 0.2 voltu aşmadığından emin olmak için R'nin 40W dan küçük olması gerekir. (MCLR pini üzerindeki maximum sızıntı akımı 5mA dir.) Daha yüksek voltaj gerilimi, MCLR pini üzerinde VIH düzeyini arttıracaktır. MCLR pininin ESD veya EDS nedeniyle durması olayında C dış kondansatöründen MCLR ye herhangi bir akım akmasını sınırlar.

2.21.4 Seri Zaman Aralıkları Ve Güç Kaynağı

Düşürme ve Status Biti (TO/PD)

Güç kaynağı yükselmesinde seri zaman aralıkları şöyledir. İlk PWRT zaman aralığı , POR' un sona ermesiyle gelmektedir. Bu taktirde OST aktiftir. Toplam zaman aralığı osilatörün konfigürasyonu ve Bit Status' un PWRTE konfigürasyonuna bağlıdır. Örneğin etkinsiz PWRT' li RC modunda, tümünde hiçbir zaman aralığı olmayacaktır.

OSİLATÖR ÇEŞİTİ	GÜÇ Aktarmı		SLEEP Kalkma
	PWRT Etkin	PWRT Etkinsiz	
XT, HS, LP	72 ms + 1024Tosc	1024Tosc	1024Tosc
RC	72 ms	—	—

Tablo 2.7: Çeşitli durumlarda zaman aralıkları

Zaman POR reset palsinden meydana geldiği sürece, eğer MCLR yeterli derecede düşük tutulursa, zaman aralığı sona erecektir. Daha sonra MCLR yüksek düzeye getirilirse, çalışma hemen başlayacaktır. Amaçları test etmek veya paralel çalışan PIC16CXX mikrolarını senkronize etmek çok yararlı olacaktır. Tablo da TO ve PD bitlerinin önemi görülmektedir. Tablo 2.9 tüm kayıtların reset durumlarını göstermektedir.

Kaydediciler	Adresler	Power-on reset	MCLR reset esnasında -Normal operasyon -Uyuma WDT reset sırasında normal operasyon	Uyanma anında - Kesme aracılığıyla - WDT aracılığıyla
W	—	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
INDF	00h	---- ----	---- ----	---- ----
TMR0	01h	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
PCL	02h	0000h	0000h	PC + 1 ⁽²⁾
STATUS	03h	0001 1xxx	000q quuu ⁽³⁾	uuuq quuu ⁽³⁾
FSR	04h	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
PORTA	05h	---x xxxx	---u uuuu	---t uuuu
PORTB	06h	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
EEDATA	08h	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
EEADR	09h	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
PCLATH	0Ah	---0 0000	---0 0000	---t uuuu
INTCON	0Bh	0000 000x	0000 000u	uuuu uuuu ⁽¹⁾
INDF	80h	---- ----	---- ----	---- ----
OPTION_REG	81h	1111 1111	1111 1111	uuuu uuuu
PCL	82h	0000h	0000h	PC + 1
STATUS	83h	0001 1xxx	000q quuu ⁽³⁾	uuuq quuu ⁽³⁾
FSR	84h	xxxx xxxx	uuuu uuuu	uuuu uuuu
TRISA	85h	---1 1111	---1 1111	---t uuuu
TRISB	86h	1111 1111	1111 1111	uuuu uuuu
EECON1	88h	---0 x000	---0 0000	---t uuuu
EECON2	89h	---- ----	---- ----	---- ----
PCLATH	8Ah	---0 0000	---0 0000	---t uuuu
INTCON	8Bh	0000 000x	0000 000u	uuuu uuuu ⁽¹⁾

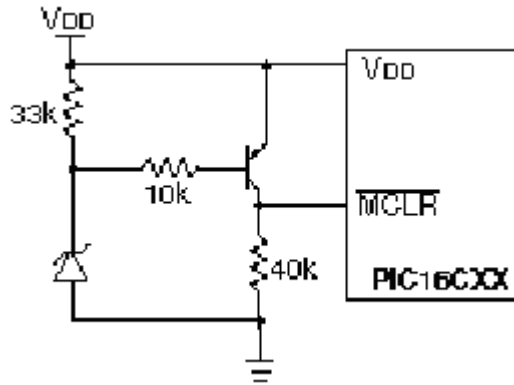
Tablo 2.8: Tüm kayıtların reset durumları

TO	PD	ŞARTLAR (DURUMLAR)
1	1	Güç kaynağı Reseti
0	x	Geçersiz, TO POR üzerine kurulu
x	0	Geçersiz, PD POR üzerine kurulu
0	1	WDT Reset (Normal işlem boyunca)
0	0	WDT uyanma
1	1	MCLR Reset (Normal işlem boyunca)
1	0	SLEEP veya Kesilmenin SLEEP 'ten çıkışı boyunca MCLR Reset

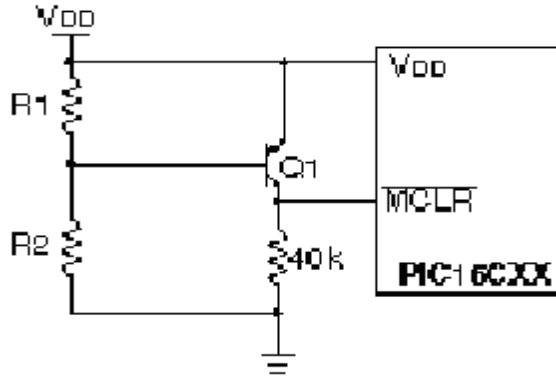
Tablo 2.9 : Status bitleri ve onların önemi

2.21.5 Brown- Out Üzerinde Reset

Brown - out: Aygıt güç kaynağının kendi beslemesinin minimum değerinin altına inmesi (fakat sıfır düzeyine değil) ve düzelmesidir. Aygıt brown-out durumunda reset edilmelidir. Brown-out durumunun meydana gelmesinde, PIC16C84 aygıtının reset edilmesi için , şekil 2.20 ve 8.21’ de görüldüğü gibi, dış brown - out devresi kurulabilir.



Şekil 2.20 : Brown - out koruma devresi_1



Şekil 2.21 : Brown - out koruma devresi_2

Brown-Out koruma devresinin maliyeti daha düşüktür fakat daha az doğruluk derecesine sahiptir. Q1 transistörü, Vdd değerinin belirli bir değerinin altına inmesiyle aktif olur. Bu değer;

$$VDD + R_1 / R_2 = 0.7$$

2.22 KESMELER (INTERRUPT)

Kesmeler, bir başka fonksiyonun gerçekleştirilmesi için programın normal akışını değiştirmede kullanılır. (Örneğin bir veri iletişimi sisteminde bir mesaj alınınca veri aktarımını durdurmak için) Kesmeler iki ayrı tip formda bulunurlar. Yazılım ve donanım. Yazılım kesmeleri mikrokontrolcünün yerleşik kesme kapasitesi bulunmadığı durumlarda kullanılır. Öte yandan donanım kesmeleri, mikrokontrolcüye yerleştirilmiş tüm kontrol mekanizmalarına sahiptir.

Bir yazılım kesmesi, tüm yazmaçların statüsünden haberdar olma olanağı verdiği için donanım kesmelerine göre daha avantajlıdır. Ancak port kullanılmadığında kesme yalnızca dış dünyaya erişebilir hale gelecektir. Öte yandan donanım kesmeleri, hızla hareket edebilirler.

2.22.1 YAZILIM KESMELERİ:

PIC 16CXX ailesi donanım kesme özelliğine sahip değildir ve yazılım kesmesi kullanmak zorundadır.

2.22.1.1 Kesmeyle çalışan yazılımlar :

16CXX mikroları yerleşik kesmelere sahiptir ama yazılım kesmelerini kullanarak da çalışabilirler. Kesme, harici olayların normal yazılım akışını kesebilmesine izin verdiği için mikroişlemciler için çok faydalı bir özelliktir. Bu, belirli bir amaç için bir kodun çalıştırılmasına yol açar. Örneğin iletişim yazılımlarında girdi pininden bir kesme yazılımının gelen verinin kodunu çözmesine neden olur.

Donanım kesmeleri, harici veya dahili bir olay gerçekleştiğinde programın kodun başka bir kısmına atlamasına neden olacak şekilde ayarlanabilirler. 16C71 mikrosunda kesmeler 4 kaynaktan seçilebilir. Bunlar;

- Bir A/D dönüşüm tamamlanması
- PORTB bit 0' dan harici bir kesme
- PORTB 4-7 bitlerinin durumlarında bir değişim
- RTCC' nin FFH' tan 00H' a taşması

16C84 A/D dönüşüm tamamlanması yerine bir EEPROM yazım tamamlama kesmesine sahiptir. Bu gereklidir çünkü, EEPROM yazım süresi 10ms' dir.(Bu da bir program EEPROM yazımının tamamlanmasını bekliyorsa harcanan bir yığın çevrim demektir.)

Yukarıdakilerden herhangi biri ana yazılım akışında bir kesmeye neden olabilir. Aynı anda yalnızca bir kesme idare edilebilir, çünkü ilk kesme GIE bit' ini silerek ek kesme hareketlerine engel olur. Bir kesme esnasında bir başka kesme meydana gelirse, bu ancak kesme bayraklarını, kesme rutininin sonunda başka değişimlerin olup olmadığını incelerken ve RETFIE komutunu uygulamadan önce belli olur. Bir değişiklik varsa, yazılım, kesme tipinin belirlendiği kesme girme noktasına döndürülebilir.

Bir kesme gerçekleştiğinde (bu her zaman olabilir), STATUS ve W yazmaçlarının içeriğini kaydetmek akıllıca olur. Böylelikle değerler, kesmeden sonra yeniden depolanabilir. Bu, özellikle bir LCD görüntüleme rutini esnasında gerçekleştiğinde gözle görülebilir bir hal alır. Yazılım kesmesinin sonucu W yazmacının içeriğini değiştirebilir ve RETFIE çalıştırıldıktan sonra görüntülenen bilgiyi bozabilir.

Bir kesme idarecisine girmeden önce, bir tek geçerli kesmenin mi yoksa olası birkaç kesmenin mi söz konusu olduğunu bilmek önemlidir. Eğer birkaç kesme söz konusuysa önce hangisiyle ilgilenilmesi gerektiğini de bilmek gerekir. Bu, INTCON ve diğer

yazmaçlardaki kesme bayrakları test edilerek ve buna göre davranılarak kolayca gerçekleştirilebilir.

Not:

Bir kesme oluşmadan önce, ayrı kesme sağlayıcı bitlerin INTCON yazmacındaki GIE (Global Interrupt Enable) bitiyle birlikte ayarlanması gerekir.

PIC16C84' te 4 çeşit Kesme mevcuttur.

Bunlar;

- Dışsal RBO/INT pini Kesmesi
- TMRO akım fazlası Kesmesi
- PORTB değişim Kesmesi
- EEPROM yazım bütünü Kesmesi

2.22.1.2 Kesme Kontrol Kaydı (INTCON):

Sinyal birimindeki bireysel Kesme taleplerini kaydeder. Bunun yanı sıra bu kayıt, bireysel veya global kısmi Kesmelerini içerir.

2.22.1.3 Global kesme biti GIE (INTCON <7>):

Bu bit eğer kuruluysa, tüm gizli olmayan kesmelere yol açar veya (sılıkse) tüm kesmeleri etkisizleştirir. Bireysel Kesmeler, onların INTCON kaydındaki uygun aktif bitleri aracılığıyla etkisizleştirebilir. GIE biti resette temizlenir. 'Kesmeden dönüm' komutu RETFIE, Kesmeleri yeniden aktif hale getiren GIE' nin kurulduğu kadar, Kesme programından çıkış yapar. RBO/INT Kesme pini , RB port değişim Kesmesi ve TMRO fazla akım Kesme sinyali INTCON kaydında içerilmektedir.

Kesme oluştuğu zaman; GIE biti herhangi bir ilave Kesmeyi etkisizleştirmek için silinir, dönüş adresi yığına aktarılır ve PC 0004h ile yüklenir. RBO/INT pini veya PORTB değişim Kesmesi gibi dışsal Kesme durumları için Kesme devir süresi komut

devirlerinin dörtte üçü kadar olacaktır. Tam devir süresi Kesme durumunun ortaya çıkmasına bağlıdır. Devir süresi hem bir hem de iki komut devri için aynıdır. Bir kere Kesme servis programında, Kesmenin kaynağı Kesme sinyal birimlerini sayarak belirlenebilir. Sonsuz Kesme taleplerini önlemek için, Kesmeleri yeniden aktifleştirmeden önce, Kesme sinyal birimleri yazılımdan silinmelidir.

Not :

Kesme sinyal birimleri , kendilerinin bağlı oldukları gizli bit veya GIE bit statüsüne bakmadan kurulmaktadır.

Not :

Global Kesme biti silinmiş olduğu sürece Kesme meydana gelirse, GIE istemeyerek Kesme Servis Programı tarafından yeniden aktif hale getirilebilir. (RETFIE komutu).Bu olayın meydana gelmesine neden olanlar:

- 1 . Kesme onaylandığında komut, GIE bitini siler.
- 2 . Program Kesme vektörüne ayrılır ve Kesme Servis Programı çalıştırılır.
- 3 . Kesme Servis Programı RETFIE komutunun çalıştırılmasıyla tamamlanır.

Bu da GIE bitinin kurulmasına neden olur ve program, Kesmeleri etkisizleştiren komutlardan sonraki yere dallanır. Kesmeleri global olarak etkisizleştirmenin bir yöntemi:GIE biti aşağıda gösterilen kodlarda görüldüğü gibi komut tarafından silinmesini temin etmelidir.

```
LOOP      BCF  INTCON, Tüm Kesmeler
GIE ;                                           etkinsizleştirilsin.
BTFSC     INTCON, GIE ; Tüm Kesmeler
```

etkinsizleştirilsin mi?

GOTO LOOP ; Hayır yeniden dene.

2.22.1.4 Int Kesmeleri

RBO/INT deki dış Kesmelerin sınırları trigger edilmiştir. Bu sınırlar eğer INTEDG biti kuruluysa (seçenek Reg<6>) yükselmekte veya azalmaktadır, eğer INTENDG silinmiş ise RBO/INT pini üzerinde geçerli sınır ortaya çıktığı zaman, INTF biti (INTCON<1>) kuruludur. Bu Kesme INTE bitinin (INTCON ccp) kontrolünün temizlenmesi ile etkisizleştirilebilir. INTF sinyal biti, bu Kesmenin yeniden aktifleştirilmesinden önce, Kesme Servis Programı tarafından yazılımdan silinmelidir.

INT Kesmesi işlemciyi ilk başta, SLEEP' e gidilecek şekilde kurulduğu taktirde SLEEP ten çıkarılabilir. GIE biti statüsü, işlemcinin SLEEP ten çıkışı takip eden Kesme vektörüne ayrılıp ayrılmayacağına karar verir.

2.22.1.5 TMRO Kesmeleri

TMRO' da ki taşma TOIF (INTCON<2>) sinyal bitini kuracaktır. Kesme aktif TOIE bitinin (INTCON<3>) kurulması/silinmesi ile etkinleştirilebilir /etkinsizleştirilebilir.

Not:

Eğer I/O pinindeki değişme, PORTB'nin okuma işlemi çalıştırıldığı zaman ortaya çıkarsa (Q2 cycle' ının başlaması), RBIF Kesme sinyal biti kurulmayabilir.

2.22.2 KESME BOYUNCA CONTEXT KAYDETME

Kesme boyunca , yalnızca PC dönüş değeri yığına kaydedilir. Tipik olarak , kullanıcılar, Kesme süresi boyunca anahtar kayıt

değerlerini saklamak isterler. (yani W kaydı ve STATUS kaydı) bu yazılımda tamamlanmıştır.

ÖRNEK 2.6:

STATUS ve W kayıt değerlerini saklamakta ve restore etmektedir. Kullanıcı tarafından tanımlanan kayıtlarda, W ve STATUS kayıtları değerleri için geçici saklama yeridir.

2.6 örneği şu işlemleri yapmaktadır:

- a) W kayıtlarını saklar.
- b) Status kayıtlarını STATUS TEMPE saklar
- c) Kesme Servis Programı Kodunu çalıştırır.
- d) STATUS kaydını (ve küme seçme bitini kontrol eder.) restore eder.
- e) W kaydını restore eder.

2.23 WATCHDOG TIMER

Watchdog-Timer çip üzerinde serbest çalışan ve hiçbir dış eleman gerektirmeyen RC osilatörüdür. RC osilatör OSC1/CLKIN pininin RC osilatöründen ayrıdır. Bu , şu anlama gelmektedir ki, aygıtın OSC1 / CLKIN ve OSC2 / CLKOUT üzerindeki saat durduysa bile, mesela SLEEP komutunun çalıştırılmasıyla, çalışacaktır.

Normal işlemi boyunca WDT zaman aralığı aygıtı resetleyecektir. Eğer aygıt SLEEP modundaysa, WDT kaldırma programı aygıtı tekrar normal işlemine döndürecek ve devam ettirecektir. WDT, konfigrasyon programlama bitini '0' a programlayarak, sürekli etkisiz yapabilir. WDT' nin kullanım amacı, PIC'i veya herhangi bir işlemciyi bir döngüde kilitlenmekten uzak tutmaktır. Böyle bir durum yazılımda bir hata veya harici elektriksel kırılcımlar nedeniyle ortaya çıkabilir. WDT, PIC' e bir çeşit kalp atışı sağlar

ve eğer WDT yazmacı düzenli aralıklarla temizlenmezse PIC' i reset'e zorlar. Bu mükemmel bir özelliktir ve güvenlik sistemleri gibi, ana kontrol panellerinde bir kilitlenmenin asla söz konusu olmaması gereken uygulamalar için birebirdir.

Güç koruması gereken ve yalnızca peryodik olarak açılması gereken

ürünlerde WDT' den faydalanılır. WDT' nin konfigrasyonu 16C5X ailesinde OPTION komutu aracılığıyla, 16C71'deyse doğrudan Option Yazmacı' na (81H) yazılarak gerçekleştirilir. Option Yazamacı, WDT ile ilgili 4 kontrol bitine sahiptir.

Bit	3	2	1	0	prescaler
yazmacı	PSA	PS2	PS1	PS0	oranı
		0	0	0	1
		0	0	1	2
		0	1	0	4
		0	1	1	8
		1	0	0	16
		1	0	1	32
		1	1	0	64
		1	1	1	128

Prescaler Atanması
0..RTCC
1..WDT

Tablo 2.10: WDT kontrol bitleri

Option Yazmacı' ndaki prescaler bitleri kullanılarak, zaman aşımı süresi 2.5s' ye kadar genişletilebilir. WDT bir SLEEP veya CLRWDT komutuyla temizlenir veya reset edilir. WDT' nin bir reset' e yol açmaması için yazılımda bu komutlardan biri kullanılmalıdır.

2.23.1 WDT DEVRİ

WDT 18 ms nominal zaman aralığına sahiptir. Zaman aralığı devresi ısı derecesi, Vdd ve bir mikrodan diğerine, işlem çeşitlerine göre değişmektedir. Eğer daha uzun zaman aralığı isteniyorsa , 1:128' den daha yüksek bölme oranında, OPTION REG kaydına yazarak , yazılım denetimi altında WDT'ye

tahsis edilebilir. Böylece zaman aralığı devresinin yükseldiği farkedilebilir.

2.23.2 WDT

Şu , dikkate alınmalıdır ki ; arzu edilmeyen durumlarda ($V_{dd} = \min$, ısı derecesi = max, WDT= max), WDT zaman aralığının ortaya çıkması birkaç saniye alabilir. CLRWDT ve SLEEP komutları , zaman aralığının meydana gelmesini önler ve aygıtı reset durumuna getirir. STATUS kaydındaki TO biti, WDT zaman aralığı üstünde temizlenmelidir. Yani WDT yazmacının düzenli aralıklarla temizlenmesi gerekir. Aksi taktirde PIC reset'e zorlanır. Bu mükemmel bir özelliktir ve güvenlik sistemleri gibi ana kontrol panelinde , bir kilitlenmenin asla söz konusu olmaması gereken uygulamalar için birebirdir.

WDT' nin konfigürasyonu 16C5X ailesinde OPTION komutu aracılığıyla, 16C71' deyse doğrudan Option Yazmacına (81H) yazılarak gerçekleştirilir. Option Yazmacı, WDT' ile ilişkili 4 kontrol bitine sahiptir. WDT bir SLEEP veya CLRWDT komutuyla temizlenir veya reset edilir. WDT' nin bir reset'e yol açmaması için yazılımda bu komutlardan biri kullanılmalıdır.

Örnek 2.7:

```
MOVLW B'00000111' ; RTCC PRESCALER/256
OPTION          ; Sayım başına 256mS
MAIN CLRWDT     ; Her seferinde Wathdog'u temizler.
```

Kodun, zaman periyodunun , zaman aşımı ayarından büyük olma ihtimalinin bulunduğu kısımlarında ayrıca bir CLRWDT komutu kullanılmalıdır. (örneğin bir girdi pin' inin durumunun değişmesini beklerken). Kritik kodların güvenliğini sağlamak için kullanılacak

ideal kod bit'i yalnızca bir CLRWDT komutu içerir. Bu komut ana döngüde yer alır ve genel bir kural olarak ne kadar çok CLRWDT komutu bulunursa, bunlar o kadar az etkili olurlar.

Reset gerçekleştiğinde, Statü Yazmacı' ndaki iki bit resetin nedenini gösterir. Bu bitler TO ve PD bitleridir (Time out ve Power down) TO PD Reset nedeni

0	0	WDT, SLEEP durumundan çıkmıştır.
0	1	WDT, SLEEP haricinde zaman aşımına uğramıştır.
1	0	SLEEP durumundayken harici reset(WDT kapalı)
1	1	Açılma durumu

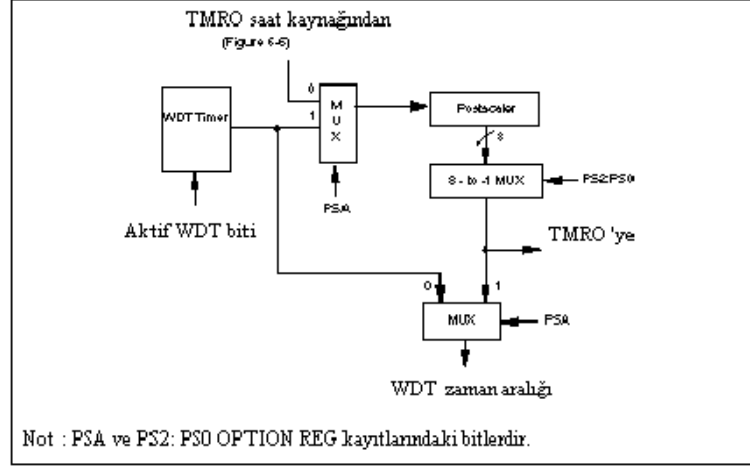
Reset gerçekleştikten hemen sonra bu bitlerin hemen incelenmesiyle, program nasıl davranacağını ve nerede dallanacağını belirleyebilir.

Örnek 2.8 :

```
BTFSS STATUS,WATCHDOG ; Watchdog bitini test et.  
GOTO SCAN ;Watchdog, zaman aşımı durumunda  
değilse, ilk açılma  
MOVLW B'00001111' ; PORTA' yı ayarla  
TRIS PORTA ; Tümü girdi.
```

WDT kullanmayan ama SLEEP moduna sokulan uygulamalarda, programlama sırasında WDT bitinin ayarlanmadığından emin olmak önemlidir. Programlama sırasında verici ve alıcı gibi bağıntılı ürünlerin unutulması oldukça kolaydır. Alıcı kilitlenmeyi engellemek için bir WDT' ye ihtiyaç duyar ama vericinin çalıştırılması yalnızca bir düğme aracılığıyla gerçekleşebilir. Vericinin WDT biti programlanmamışsa , program döngüye girer ve asla iletimi gerçekleştiremez. Gürültülü

ortamlarda OPTION ve TRIS yazmaçlarını düzenli aralıklarla güncellemek önemlidir. Bu akıllıca önlem sayesinde yazmaç elektriksel girişimlerde bozulmaya uğramayacaktır.



Şekil 2.22: WATCHDOG TİMER'in Blok Diyagramı

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Güç kaynağı reset değeri	Diğer resetlenen değerler.
2007h	Config. bits	—	—	—	CP	PWRT	WDTE	FOSC1	FOSC0		
81h	OPTION_ REG	RBP0	INTEDG	TOCS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	1111 1111

İşaretler: x = bilinmeyen; siyah hücreler, WDT tarafından kullanılmayan hücreler

Tablo 2.11: Watchdog timer ile birleştirilen kayıtların özeti

2.23.3 GÜÇ KAYNAĞI DÜŞÜRME (AZALTMA) MODU (SLEPP)

Mikronun güç kaynağından çektiği akım SLEEP komutuyla arttırılır veya azaltılabilir.

2.23.3.1 Sleep modu

Power-Down moduna SLEEP komutu çalıştırılarak girilebilir. Power - Down modu daha önceden belirtildiği gibi aygıtın düşük güçte bekleme modudur. Eğer SLEEP komutu etkin durumdaysa, Watchdog Timer silinmiştir. (Fakat çalışır durumdadır). PD biti (STATUS<3>) silinmiştir. TO biti (STATUS<4>) kurulmuştur ve osilatör sürücüsü kapalıdır. I/O portları, SLEEP komutunun

çalıştırılmasından önceki statüyü korurlar. SLEEP modundaki en düşük elektrik tüketimi için, tüm I/O pinleri, dış devrelerden değil de , akımı I/O pinlerinden çekerek ya Vdd ya da Vss'ye yerleştirilir ve dış saatleri etkinsizleştirilir.

Yüksek zahiri dirençli olan I/O pinleri, akım girişlerinin neden olduğu gerilim Kesilmesini önlemek için yüksek veya düşük düzeye ayarlanmalıdır. TOCKI girişi de Vdd veya Vss de olmalıdır. MCLR pini lojik yüksek seviyede olmalıdır. Şu dikkate alınmalıdır ki, WDT zaman aralığı tarafından üretilen RESET, MCLR pinini aşağı sürmez.

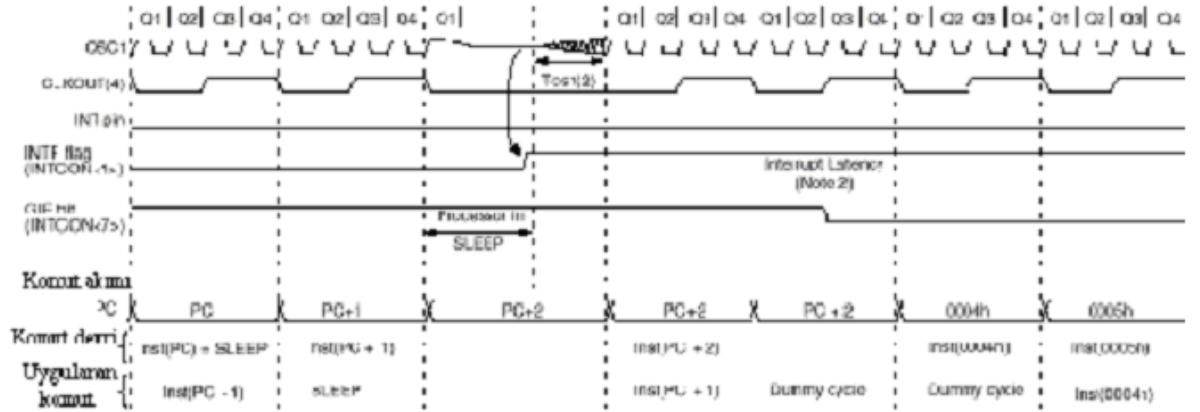
2.23.3.2 Sleep modundan çıkış

Aygıt SLEEP modunda aşağıdaki şekillerde çıkarılabilir.

- 1) MCLR dış giriş reseti
- 2) WDT çıkışı (Eğer WDT aktif ise)
- 3) RBO/IN pininden Kesme de, RB port değişimi veya EEPROM'a dataların yazımının tamamlanmasında. Priferieller, SLEEP süresince Kesme üretemezler, çünkü o anda işlemci hiçbir iş yapmamaktadır.

İlk şıkta (MCLR resetlenir), aygıt resetlenir. Sonraki iki şık ise program çalışmasının devamı olarak düşünülmektedir. TO ve PD biti, aygıtın resetlenmesinin nedenlerini belirlemede kullanılabilir. Güç kaynağı üzerine kurulan PD biti, SLEEP modunda iken silinir. Eğer WDT zaman aralığı meydana gelirse (ve SLEEP modundan çıkışa neden olursa) TO biti temizlenir. SLEEP komutu çalıştırılırken sıradaki komut (PC+1) bir ön devir yapar. Kesme durumunda iken aygıtın SLEEP' ten çıkması için, uygun aktif Kesme biti kurulmalıdır (etkinleştirilmelidir). SLEPP' ten çıkış, GIE bitinin durumuna bakmaksızın meydana gelir. Eğer GIE biti temizse (aktif değilse), aygıt, sıradaki uygulamaya SLEEP

komutundan sonra devam eder. Eğer GIE biti aktifse (kuruluysa), aygıt, SLEEP komutundan sonraki uygulamaya geçer ve Kesme adreslerine bölünür(0004h). SLEEP'ten sonraki uygulamaya geçilmesinin istenmediği durumlarda, kullanıcı SLEEP komutundan sonra NOP komutunu kullanmalıdır.



Şekil 2.23: Kesme aracılığıyla sleep modundan çıkış

2.23.3.3 Çıkış (sleep) için kullanılan kesmeler

Global Kesmeler etkinsiz durumunda (GIE temizlenir) ve herhangi Kesme kaynakları aktif Kesme biti ve Kesme bayrak bit setinin her ikisini de içeriyorsa, aşağıdakilerden birisi meydana gelir.

- Eğer Kesme, SLEEP komutunun yürütülmesinden daha önce meydana gelirse, SLEEP komutu NOP olarak tanımlanacaktır. Böylece WDT ve WDT prescaler temizlenmeyecek, TO kurulmayacak ve PD bitleri temizlenmeyecektir.
- Eğer Kesme, SLEEP komutunun uygulanması sırasında veya daha sonra meydana gelirse, aygıt hemen SLEEP modundan çıkacaktır. SLEEP komutu , Wake-up'dan önce tamamıyla uygulanacaktır. Böylece WDT ve WDT prescaler

temizlenecek ve, TO biti kurulacak ve PD biti temizlenecektir.

SLEEP komutunun uygulanmasından önce bayrak bitleri kontrol edilse bile, bayrak bitleri SLEEP komutunun tamamlanmasından daha önce kurulmuş olabilir. SLEEP komutunun uygulanıp, uygulanmadığını belirlemek için PD bitini test edebiliriz. Eğer PD biti kurulursa, SLEEP komutu NOP olarak uygulanmıştır. WDT nin temizlendiğinden emin olmak için, SLEEP komutundan önce CLRWDT komutu uygulanmalıdır.

2.23.3.4 Program doğrulaması / Kod koruması

Eğer kod koruma biti programlanmamışsa, çip üzeri program belleği, hedefin doğrulanması için okunabilir.

Not :

Microchip, pencere aygıtları kod koruma için tavsiye etmemektedir.

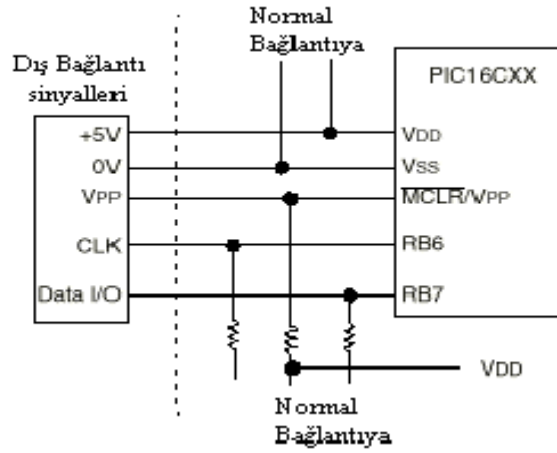
2.24 ID YERLEŞİMİ

Kontrol sonuçları veya diğer kod tanıma sayılarını saklamak için ID yerleşimi olarak 4 bellek yerleşimi (2000h-2003h) düzenlenmiştir. Bu yerleşimler normal uygulama süresince erişilemez fakat program/doğrulama süresince okunabilir ve yazılabilir. ID yerleşiminin yalnızca 4 biti kullanılabilir. ROM aygıtları için bu değerler ROM koduyla kullanılmaktadır.

2.25 DEVRE İÇİ SERİ PROGRAMLAMA

PIC16C84 mikrokontrolörleri, uygulama devrenin sonunda seri olarak programlanabilir. Bu basitçe, saat ve veri için iki hat, güç

kaynağının, toprağın ve program voltajının üç hattı ile yapılabilir. Müşteriler bellekleri programlanmamış aygıtları kullanamayabilirler ve bu taktirde, mikrokontrolör, ürünün paketlenmesinden önce programlanır. Aygıtı, program/doğrulama moduna geçirmek için RB6 ve RB7 pinlerini low da tutarak, MCLR pini VIL'den VIH'a çekilir. RB6 programlama saati ve RB7 programlama verileri halini alır. RB6 ve RB7' nin her ikisi de bu modda schmitt trigger girişleridir. Reset'ten sonra, aygıtı, programlama/doğrulama moduna getirmek için, program sayacı (PC) 00h adresini gösterir. Daha sonra, aygıtı 6 bit komutu verilir, program verilerinin 14 biti ya aygıtı verilir ya da aygıttan çekilir. (yükleme komutunu kullanarak). ROM aygıtlarında, Program Belleği ve Data EEPROM belleklerinin her ikisinde okunabilir, fakat yalnızca Data EEPROM belleği programlanabilir.



Şekil 2.24: Tipik sistem içi seri programlama bağlantıları

BÖLÜM 3

3.1 PIC MİKROKONTROLÖRLERİN PROGRAMLANMASI

ESC	: Escape
FS	: File Seperatör
GS	: Group Seperatör
RS	: Recoud Seperatör
US	: Unit Seperatör
DEL	: Delete
SP	: Space
FF	: From Feed
CR	: Carriage Return
SO	: Shift Out
SI	: Shift In

3.2 KAYNAK KOD YAZILIMI

Program yazarken, 4 temel kural izlemeniz önemlidir:

1. Yazılımınız hakkında daima açıklamalar yapın. Yoksa daha sonraki aşamalarda kaçınılmaz olarak geri döndüğünüzde , neyi neden yaptığınızı anlayabilmek için epey ter dökmeniz gerekecektir.
2. Programlarınız için evrensel bir header-başlık kullanın. Bu iş yükünü hafifletir, tutarlı bir format yaratır ve hatırlamanız gereken değişken sayısını azaltır. Daha ileriki bir bölümde evrensel bir başlık örneği bulabilirsiniz.

3. Tüm alt rutinleri tek bölgede toplayın. PIC 'le çalışırken bu bölge her bellek sayfasının üstünde (00-FFh) olmalıdır. Bunun nedeni daha sonra açıklanacaktır.

4. Yazılımın ne yapmasını istediğinizi hatırlamak için bir iş akış diyagramı veya başka bir çizimden yararlanın ve gerçek dünyayla nerede arabirim yapılandıracağınızı gösterin (I/O).

Alt rutinlerin, sıçramaların ve dallanmaların nerede bulunduğunu göstermek için etiketler kullanın. Bu bir sıçramanın konumunun onaltılık değerini hatırlamaktan daha kolay olacaktır. Etiketler ayrıca programın başında bazı ad ve değerlerin tanımlanmasında kullanılır. Bu etiketlere denklik (equate) adı verilir.

Örneğin ;

PORTB EQU : PORTB 'nin programın herhangi bir yerinde
6 kullanılmasını sağlar ; 6 değeriyle belirtileceğini gösterir.

MOVWF : Örneğin PORTB ' yi sıkça kullandığınızı
PORTB düşünürsek, sayısal bir değeri hatırlatmaktansa bu değeri PORTB'ye baştan verip onu bu etiketle kullanmak size daha fazla kolaylık sağlayacaktır.

Programda çift denklik ve etiketlerin bulunmamasına dikkat edin. Assembler bunları ayıklayamaz ve bug 'dan arındırma gerekecek şekilde tahribata yol açar.

TEMP EQU ; TEMP değerini 5 yapar
5

Doğru ADDL TEMP ; TEMP değeri W yazmacındaki
komut W değere eklenir.

Yanlış komut GOTO TEMP ; TEMP etiketinin bulunduğu adrese gitmek istemenize rağmen programın örneğin 4511 adresinde bulunabilecek bir TEMP etiketi yerine 5H adresine sıçramasına neden olur.

Alt rutinler, makrolar ve kod yığınları için bir kütüphane kurun. Örneğin LED.TXT 'den 20 satır ve SWITCH.TXT 'den 5 satır alın.

Not:

Yazdığınız kodun bir başlangıcı ve bir sonu olmalıdır. PIC 'in her reset durumunda başlangıç daima tanımlıdır. Son sizin ise tarafınızdan tanımlanmalıdır. Bu programın sonsuz kere dönemeyeceği anlamına gelmez. Sondan yoksun program döngüye devam edecektir ve bu durumda birinin hata aramak için uğraşması çoğunlukla sonuç vermeyecektir.

Programlarınız için evrensel bir başlık örneği :

; Yazan	
; Tarih	Revizyon
; Dosya Adı	
; PIC 16F87X için	18/28/40 Bacaklı Aygıtlar
; Rezonatör	4 MHz
; Komut Saat Hızı	1.00Mhz T = 1Us
; Watchdog	Devrede / Devre Dışı
; Kod Koruma	Açık / Kapalı
; Yazılım Fonksiyonu	(Kodun ne için yazıldığını ve ne yaptığını tanımlayın)
; Liste	Buraya assembler direktifleri listesini koyun

Genel Denklikler

RTCC	EQU 1	;	Sayaç (Counter)
PCL	EQU 2	;	Program sayacı (Program Counter)
STATUS	EQU 3	;	Statü Yazmacı (Status Register)
CARRY	EQU 0	;	Taşıma Biti (Carry Bit)
DCARRY	EQU 1	;	Rakam taşıma Biti (Digit Carry Bit)
PDOWN	EQU 3	;	Güç Kesilme (Power down BIT)
WATDOG	EQU 4	;	Watchdog Süre Aşımı (Watchdog Time Bit)
W	EQU 0	;	Sonuç W Yazmacına Yazılır
F	EQU 1	;	Sonuç F Yazmacına Yazılır
Z	EQU 2	;	Sıfır Biti

I / O Denklikleri

PORTA	EQU 5	;	Yalnızca 4 bit
PA0	EQU 0	;	Her birinin ne olduğunu belirle
PA1	EQU 1	;	i/o hatları bağlantıları
PA2	EQU 2	;	Sonradan bir şüphe olmaması için
PA3	EQU 3	;	Altarnatif olarak pin
PORTB	EQU 6	;	Ardından yazılımınızda kullanın

Bellek Denklikleri

Programın gerektirdiği gibi adları ve yer tayinlerini tanımlayın.

ORG 00H ; PIC tipine göre adres değiştirilir.
; Reset vektörü bölümüne bakınız.

GOTO INI ; Programın başlamasını istediğiniz yer
T burasıdır.

Alt Rutinler Burada Başlar

INIT ; Program burada başlar
; PROGRAMINIZ

END ; Ve burada biter bu komut programın
son satırında yer almalıdır ki assembler
nerede duracağını bilsin.

Kaynak dosyanın en üstteki bilgi kısmı hariç bu bölümü, PIC.H olarak kaydedilebilir ve bir INCLUDE PIC.H ifadesiyle kaynak kodu içerisinden çağrılabilir. I/O denklikleri PIC.H 'de göz ardı edilebilir. Bunların kullanımları programdan programa çeşitlilik gösterir. I/O denkliklerinin atlanması kaynak dosyanın büyüklüğünü çok küçük miktarda azaltır ama .OBJ ve .LST dosyalarının büyüklükleri de azalacağından faydalı olabilir.

3.3 ASSEMBLER DİREKTİFLERİ

Kod yazılımında kullanılan komutlara (ADDLW, MOVWF gibi) ek olarak, kod yazılımını hızlandırabilecek Assembler direktifleri vardır. Assembler direktifi, kaynak kod içine , kontrol etmek, direktif vermek veya zaman kazanmak için yazılan ve yazılımın işletimine hiç etkisi bulunmayan bir komuttur. Assembler direktifleriyle çalışmanın sonuçları , ileride .LST dosyasında görülecektir. Bu komutlardan bazıları ≠define ve org'u içerir. MPASM assembler kullanıcı rehberinde tam bir liste verilmiştir. Ancak en faydalı olanları burada anlatacağız :

≠ DEFINE Bir dizinin , birkaç dizinin yerini tutması için

kullanılır. Örneğin port ve bit bilgileri bir tek isim altında toplanır ve program boyunca bu isim kullanılır.

≠ define	Switch1	porta,0	; bit 0'ı portA'da tanımlar
≠ define	Z-bit	status,2	; sıfır bitini statü yazmacında tanımlar

Böylelikle yukarıdaki isimler aşağıdaki gibi kullanılmış olur.

	bsf	Switch1	; bsf porta, 0 komutu yerine
veya	btfss	Z_bit	; btfss status 2 komutu yerine

Bu , hummalı bir şekilde kod yazımıyla uğraşırken yanlış bit veya port'u yazma veya test etme olasılığını ortadan kaldırmaya yardımcı olur.

PAGE : Program bölümlerinin ayrı ayrı yazdırılmasını sağlamak amacıyla sayfayı dışarı çıkmaya zorlar.

LINES : Sayfa başına yazdırılacak satır sayısını ayarlar. Standardın dışında kağıtlar kullanılıyorsa yararlı bir komuttur.

C : Yazdırma işleminde sütun genişliğini belirler. C=80, A4 sayfalarda ; C=132 ise geniş yazıcılarda kullanılır.

INCLUDE Harici dosyaları program içine çeker. Önceden tanımlanmış makroları, işlemci için tüm genel denklik ve yazmaç tanımlarını veya geniş bir tabloyu (örneğin herhangi bir dönüşüm tablosu) içeren bir dosya kurulumunuz varsa bu komutu kullanabilirsiniz. Bu komutun kullanımı Include "PICREG.H" veya Include "C:\PIC\macros.asm" şeklinde olabilir.

RES Programda kullanılmak üzere bellek konumlarını rezerve eder. Programın başında yazmaç denklüklerini tanımlamanın bir yolu da şudur:

```
Temp1      equ    0ch
Temp2      equ    0dh
Count      equ    0eh
```

Bu yazmaçları tekrar tanımlamadan yazmaç listesine etiketler eklemenizi mümkün kılar.

3.4 IF ELSE ENDIF

Bu direktif programın isteğe göre ayarlanmasının assemble etme aşamasında gerçekleştirilmesini olanaklı kılar. Program assemble edildiğinde stop bit'i , parite ve bit sayılarının seçilebildiği veri iletişimde veya değişik PIC 'lerde reset vektörünü sıfırlamasını seçebilmek buna örnek olarak gösterilebilir. Böylelikle kullanılmayan kod devre dışı bırakılır ve tüm programın boyutu küçülür.

Bir veri iletişim programında , seçim öncelikle en önemli (Most Significant Bit) veya en az önemli bit'in çıktısının alınmasıysa , programın tamamıyla farklı olması gerekir. Ancak , MSB'nin 1 veya 0 olması için gerçekleştirilen her bir testte IF ELSE ENDIF komutları konulması mümkün olabilir.

Örnek

```
IF            MSB
rrf          xmit_reg.f ; MSB=1 ise bu satır derlenecektir.
ELSE
rlf          xmit_reg.f ; değilse bu satır derlenecektir.
```

ENDIF

- ORG İfadeyi izleyen kodun kökenini belirler. Programın, kodun bir kısmının (örneğin kesme vektörü) veya belleğin bir bloğun nerede başlayacağını belirler
- LIST İşlemci, sayfa başına satır sayısı, sütun genişliği ve programın yazıldığı format (radıks) hakkındaki bilgileri assebler'a aktarmak için kullanılır.

Örnek: list C=80, n=55, p=16c84, r=hex

Makrola Makro kullanımı , bir kütüphaneden INCLUDE
r komutu aracılığıyla sık kullanılan rutinleri çağırarak , kod yazımından tasarruf etmenin bir yoludur. Aynı bilgiyi tekrar tekrar yazmamanızı ve program yazımında tutarlılığı sağlar. Bir makro kütüphanesi bir test etme , led'lerin yanıp sönmeleri , a/d dönüştürme rutinleri , port kurulumları E² rutinleri vb. içerebilir ve bunlar yalnızca bir satırla çağrılabilir.

Örnek ;

```
Set_A0 macro; makro başını tanımlar
    bcf adcon0, 0
    bcf adcon0, 1
endm ; bu da sonudur.
```

Bu satırlar aşağıdaki satırları yazabilmenize izin verir:

```
set_0A ; kanalı seçer
call canv ; alt rutini dönüştürmek için çağrı yapar.
```

Böylelikle belirli bir a/d kanalı için hangi bit'lerin kurulması veya kaldırılması gerektiğini hatırlamaya gerek kalmaz. Yukarıdaki satırlar assemble edildiğinde .LST dosyasında şöyle görülür:

```
bcf  adcon0,0
bcf  edcon0,1
call conv.
```

3.5 PROGRAM GELİŞTİRME

Yazılımı geliştirmede izlenebilecek üç yol vardır: ICE (in circuit emulator) kullanmak, programcı ve EPROM temelli bir miktar PIC kullanmak veya simülatör .

ICE kullansanız bile başarılı bir ürün geliştirme için bazı EPROM sürümlü PIC'lere ihtiyacınız olacaktır. PIC'in en az 5 EPROM sürümüyle başlayın. Sonradan bir PIC' in silinmesinin 10 - 20 dakika aldığını göreceksiniz. Aygıtlar büyüdükçe , silinme süreleri de artar.

3.6 PIC KOMUT SETİ

Komutları 3 gruba ayırabiliriz: <bit, Byte ve Literal / Kontrol İşlemleri. Çoğu işlemin tamamlanması 1 saat çevrimi (osilatör frekansı/4) kadar sürer. İstisnalar test içeren işlemlerdir (BTFSS, DELCFSZ gibi). İşlem bir atlamayla sonuçlanırsa , ek bir saat çevrimi çağırılır. Bu, özellikle 4 MHz'lik bir osilatör (1pS'lik komut çevrimleri) kullanıldığında, program zamanlanmasının hesaplanmasında kolaylık sağlar.

Komut	Status Yazmacı	Anlamı
BSF f,b	- yok	F adresinde bulunan dosya yazmacındaki b bitini 1 yap. Örnek BSF PORTA , BITO
BCF f,b	- "	F adresinde bulunan dosya yazmacındaki b bitini 0 yap. Örnek BCF STATUS , ZERO
GOTO k	- "	Program k etiket / adresine sıçrar.

3.7 BİT İŞLEMLERİ

Bu üç komutun kullanıldığı bir örnek vermek gerekirse :

SQ BSF PORTA, BITO ;port a bit 0'ı 1 yap
BCF PORTA, BITO ;port a bit 0'ı 0 yap
GOTO SQ ;SQ'ya git ve hepsini yinele

Yukarıdaki program Port A, Bit0 bacağında bir kere dalga oluşturur.

BTFSS f,b	- yok	F adresindeki yazmaçta b bit'ini test et ve eğer 1'se bir sonraki komuta atla. Eğer 0'sa onu izleyen komuta geç. Örnek BTFSS STATUS ,
--------------	-------	--

CARRY

BTSFC - F adresindeki yazmaçla b
f,b bit'ini test et ve eğer 0'sa bir
sonraki komuta atla . 1'se
izleyen komuta geç.
Örnek BTFSC PORTB
SWITCH1

3.8 BYTE İŞLEMLERİ

NOP Hiçbir şey yapma
Örnek NOP NOP ; 2 saat çevrimi
harcar

Komut	Status Yazmacı	Anlamı
CLRW	Z	W yazmacının içeriğini sıfırlayacak şekilde temizle veya reset et
CLRF f	Z	f adresindeki içeriği yazmacın sıfırlanacak şekilde temizle veya reset et
MOVWF f	- yok	W yazmacının içeriğini f adresindeki yazmaca kopyala. Örnek MOVWF TEMP

3.9 HAZIR BİLGİ / KONTROL İŞLEMLERİ

OPTION	-	W yazmacının içeriğini Option yazmacına taşı / kopyala. Örnek <code>MOVLW 0FH</code> OPTION ; OPTION yazmacına 0FH değeri yüklenir.
SLEEP	TO,PD	PIC uyuma veya bekleme durumuna getirilmiştir. Yazmaç içerikleri dondurulmuştur ve PIC işletim akımının bir kısmını çeker. Uyuma durumundan çalışma durumuna geçerken 16C5x ailesi reset vektörüne atlar. 16Cxx ailesiyse izleyen kod hattında devam eder.
CLRWDT	TO,PP	Watchdog zamanlayıcı yazmacı sıfıra ayarlanmıştır.
TRIS	f - yok	f=5,6 veya 7 için , W yazmacının içeriği f adresindeki port kontrol yazmacına yerleştirilmiştir. Yazım formatı Örnek <code>MOVI.W B'11110000'</code> TRIS PORTB ; Portb'nin üstteki 4 Bitini çıktı yapar.
CALL	k - "	k etiketli bir alt rutine bir çağrı yapılmıştır. W yazmacının içeriği gerektiğinde bir alt rutin içinde kullanılmak üzere transfer edilecektir. Örnek <code>CALL TEMP_CONVERT.</code>

RTLW n - "	W yazmacında bir n değeriyle alt rutinden geri dön. Örnek RTLW 20H; W yazmacında 20H ile +1 adresini çağtırmaya geri döner Örnek RETLW 20H; alt rutinin çağrıldığı adres +1 adresine W yazmacında 20H değerini taşıyarak geri döner
MOVLW n - "	N değeri W'ya taşınır. Örnek MOVLW 36H
IORLW n Z	N değeri W yazmacıyla OR'lanır Ve sonuç W yazmacıyla yazılır. Örnek IORLW 0C4H
ANDLW n Z	N değeri W yazmacıyla AND'lenir Ve sonuç W yazmacıyla yazılır. Örnek ANDLW B'00000011'en alttaki iki bit hariç bütün bitleri kapatır.
XORLW n Z	N değeri W yazmacıyla OR'lanır ve sonuç W yazmacıyla yazılır.

Aşağıdaki örnek TEST yazmacının içerdiği değerle (W yazmacında bir sayı olan)VAULE arasındaki denklığı test eder.

MOVF	TEST,W	;İçeriği W'de depola
XORLW	VALUE	;W içeriğini VAULE ile birlikte XOR işlemine tabi tut.
BTFSS	STATUS,Z	;Statü yazmacındaki Sıfır bit'ini test et ; İçerikler aynı ise,sıfır bit'ini 1

		yap.
GOTO	NOT SAME	; denk değil
GOTO	SAME	; ikisi de denk

3.10 HEDEF BELİRLEYEN BAYT İŞLEMLERİ

IORWF,ADDWF gibi komutlarda sonuç verecek hedef belirli değilse,geçerli hedef W yazmacı değil,dosyadır. Eğer bir işlem dosya üzerinde yapılacaksa ve dosya içeriği değişmiyorsa, hedefin W yazmacı olduğundan emin olun. Alternatif olarak hedef kullanılan komutlar için hedef belirleyin.

Örnek

ADDWF	TEMP,F	; TEMP'i bozmadan Sonucu W yazmacına depolar.
ADDWF	TEMP,F	; bir önceki değeri üzerine yazarak sonucu yeniden TEMP'de depolar.

W yazmacı örneğin INCF W'daki dosya olarak belirlenemez.

IORWF f,d	Z	W yazmacının içeriği ve f dosyasını OR işlemine tabi tutar ve sonucu hedef d'ye yerleştirir. Örnek
--------------	---	---

		IORWFCOUNT, F OR fonksiyonunun sonucunu COUNT dosyasına yerleştirir.
ANDWF f,d	Z	W ve f dosyasını AND işlemine tabi tutar ve sonucu hedef d'ye yerleştirir. Örnek ANDWF TEMP W TEMP dosyasının içeriğini yalnız bırakarak AND fonksiyonunun sonucunu W yazmacına yerleştirir.
XORWF f,d	Z	W içeriği ve f dosyasını XOR işlemine tabi tutar Ve sonucu hedef d'ye yerleştirir.
ADDWF f,d	C,CD,Z	W içeriğine f dosyasını ekler ve sonucu hedef d'ye yerleştirir. Örnek ADDWF DAT_IN,W
SUBWF f,d	C,CD,Z	F dosyasından W yazmacı içeriğini çıkarır ve sonucu hedef d'ye yerleştirir.
COMF f,d	Z	F dosyasının içeriğini tersine alır ve sonucunu hedef d'ye yerleştirir.
MOV f,d	Z	F dosyasının içeriğini taşır/kopyalar ve sonucu hedef d'ye yerleştirir (d bir dosya veya W olabilir)
INCF f,d	Z	F dosyasının içeriğini 1 artırır ve sonucu hedef D'ye

		yerleştirir.
DEC f,d	Z	F dosyasından 1 çıkarır ve sonucu hedef d'ye yerleştirir.
INCFSZ f,d	- yok	F dosyasının içeriğini 1 artır ve sonucu hedef d'de depola, sonuç sıfırsa bir sonraki komutu atla. Örnek INCFSZ TEMP ,W GOTO LOOP GOTO END_LOOP
DCFSZ f,d	-	F dosyasını içeriğini bir azalt ve sonuç sıfırsa izleyen komutu atla, sonucu hedef d'de depola.
RRF f,d	C	Tüm bitleri birer sağa kaydır veya taşı. 0 bit'i taşıma bit'i taşıma bit'i bit 7 olacaktır. Sonuç hedef d'ye yerleştirilir.
RLF f,d	C	Tüm bit'leri birer sola kaydır veya taşı. Bit 7 taşıma bit'i de ve taşıma bit'i 0 bit'i olacaktır. Sonuç hedef d'ye yerleştirilir.
SWAPF f,d	-	En üst ve en alt yarıdaki 4'er bit yer değiştirir. Sonuç hedef d'ye yerleştirilir.

PIC 16CXX'te aşağıdaki eklemelerde vardır:

ADDLW n	C,DC,Z	W' ya n değeri eklenir.
---------	--------	-------------------------

SUBLW n	C,DC,Z	W değeri n'den çıkarılır ve sonuç W' ya yerleştirilir.
RETURN	-	W yazmacının içeriğini olduğu gibi bırakarak bir alt rutinden geri döner.
RETFIE	-	Bir kesmeden geri döner.

16C5X ailesi dışındaki ürünler için OPTION ve TRIS' ten de bahsetmek gerekir. Çünkü bu aile,bu iki fonksiyonu içeren doğrudan adreslenebilir yazmaçlara sahiptir. Yazılımı 16C5X yerine 16CXX'te çalıştırmak üzere değiştirmek için

MOVLW	0FH	;port a yönünü üst bitlere ayarlar.
TRISA		;alt bit'lerdeki girdilerin çıktısını alır.
MOVLW	07H	;rtcc 1256 yerleşik saati ayarlar.

Yukarıdaki gibi olan kodun şu şekilde değiştirilmesi gerekir:

BSF	STATUS,PRO	;yazmaçların 1.sayfasını ayarlar.
MOVLW	0FH	
MOVWF	TRISA	
BCF	STATUS,PRO	;yazmaçların 0.sayfasını yeniden depolar

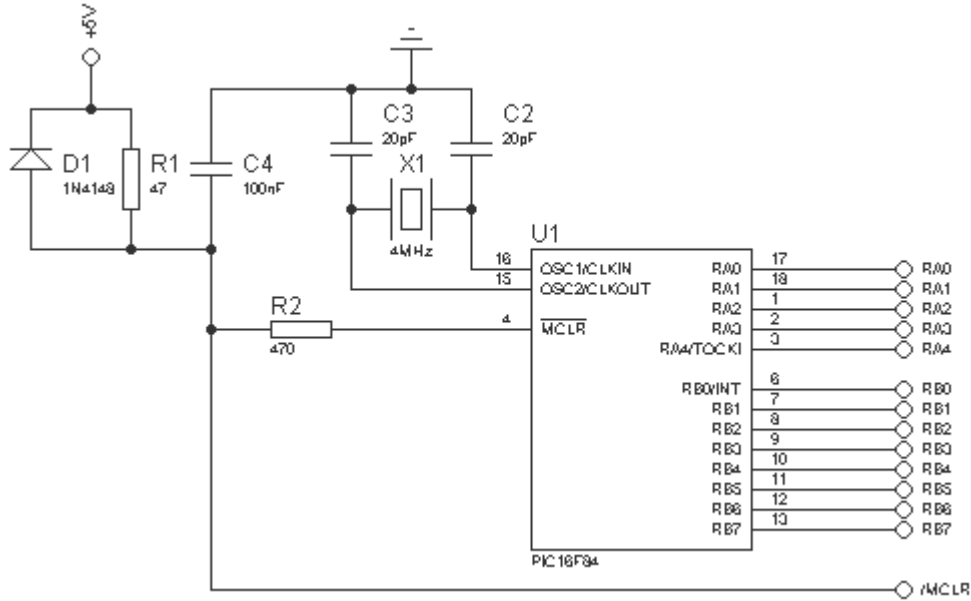
BÖLÜM 4

DONANIM

4.1 PIC 16F84 İÇİN GELİŞTİRME KARTI

Bu devre, PIC16F84/C84 kristal osilatörlü temel çalışma devresi, besleme devresi ve PORTA ile PORTB uçlarının taşındığı klemens uçlarından oluşmaktadır. Bir çok projede tasarlanan asıl devreye geçmeden önce denemeler ve testler için, uygun bir prototip geliştirme kartı olarak kullanılabilir.

Devrenin açık şeması



Şekil 4.1 Pic 16f84 İçin Geliştirme Kartı

Malzeme Listesi

U1- PIC16F84/C84-04

D1 - 1N4148

C2,C3- 20pF

C4 - 100nF

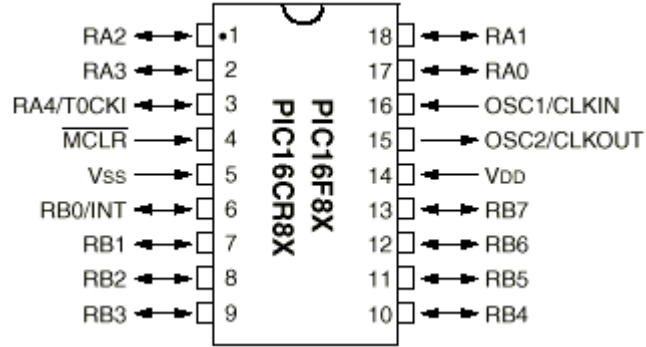
R1 - 47 kOhm %5 , 1/4W

R2 - 470 Ohm %5 ,

1/4W

X1 - 4MHz Kristal

KL - 20 Adet PCB Klem



CMOS Teknolojisi:

- Düşük güç,yüksek hız CMOS EEPROM teknolojisi
- Bütünüyle statik dizayn
- Geniş aralıklı işletme voltajı:
- Ticari : 2.0V-6.0V
- Endüstriyel : 2.0V-6.0V
- Düşük güç tüketimi [$<2\text{mA}$ tipik @ 5V,4MHz 60 mA tipik @ 2V,32 kHz 26 mA tipik standby akımı @ 2V]

