

8051 & ADuC8xx EĞİTİM NOTLARI

Selim DİLMAÇ

- 1- Mikroişlemcilerle Giriş
- 2- Neden 8051
- 3- 8051 Mimarisi
- 4- 8051 Donanım Özellikleri (Hardware Description)
- 5- 8051 Assembly Dilinde Programlama
- 6- 8051 Programlayıcının Kılavuzu ve Komut Seti
- 7- MicroConverter (MCV) Tanıtımı
- 8- Mini MicroConverter ADuC814
- 9- ADuC814 Mini Kit
- 10- EVAL-ADuC814 EB (Evaluation Board)

ÖNSÖZ

“8051 & ADuC8xx EĞİTİM NOTLARI” isimli bu çalışma, endüstri standardı 8051 ailesi mikrokontrolörler ve onların gelişmiş bir alt-grubu olan ADuC8xx MicroConverter lar için, adı üstünde bir eğitim notu olarak hazırlanmıştır. İki ana bölümden oluşan notların ilk kısmında endüstri standardı 8051 mikrokontrolör (MCU) ailesinin mimari özellikleri, entegre üzerinde yer alan kaynaklar (on-chip resources), komut seti ve yazılım geliştirme yöntemleri anlatılmaktadır. İkinci bölümde ise bu aile ile mimari, dolayısıyla yazılım / komut seti uyumlu (code compatible) bir türev işlemci grubu olan ADuC8xx mikrokontrolör’lerin başlıca özellikleri sunulmuştur. Ayrıca esas hedef olan pratik uygulamalarda kullanılmak üzere, bu grubun temel özelliklere sahip üyesi ADuC814 kullanılarak hazırlanmış Mini Kit’ler yardımıyla, nasıl bir donanım – yazılım geliştirme çalışması yapılabileceği örnekler üzerinde açıklanmıştır.

Eğitim Notlarının Kimler Yararlanabilir:

Üniversitelerin Elektrik-Elektronik veya Bilgisayar bölümlerinde “Mikroişlemciler” veya “Mikrokontrolör Uygulamaları” gibi adlar altında verilmekte olan derslere paralel olarak kullanılabilir olan notlar; teknik lise ve meslek liselerinden gelen, Türkçe içerikli, pratik uygulama ağırlıklı teknik eğitim dokümanı ihtiyacına belli bir oranda katkıda bulunacaktır. Bunların dışında adı geçen mühendislik dalları öğrencilerinin yanı sıra, hangi alanda çalışıyor olursa olsun, konuya ilgi duyan, temel elektronik bilgilerine sahip olup mikrokontrolör devre tasarımı yapıp, donanım ve yazılım geliştirmek isteyen kişiler tarafından da yararlanılabilecek yapıda hazırlanmıştır.

Çeşitli elektronik malzemelerin çalışma prensiplerinin, sayı sistemlerinin (özellikle 2 ve 16 tabanında) bilindiği kabul edilmektedir. Lojik devre yapılarının bilinmesi ve bir miktar programlayıcılık deneyimine sahip olunması şüphesiz yararlı olacaktır.

Eğitim Notunun Hazırlanma Nedenleri:

Böyle bir kaynak dokümanı hayata geçirmeye yönelten iki ana neden mevcuttur.

İlki, 1988’den bu yana çeşitli ortamlarda tasarım mühendisi, proje yöneticisi, arge müdürü vb. pozisyonlarda görev yaparken benimle birlikte çalışan çok sayıda genç meslektaşına teorik ve pratik bilgi birikim ve deneyimlerimi aktardım, halen de aktarmaya devam ediyorum. Ancak, yüz yüze diyalog ve bizzat anında danışma imkanı, muhtemelen bu arkadaşlar için en verimli öğrenme ortamını oluşturmuş olsa da, doğal olarak her biri hayatta kendi yoluna devam ediyor. Yeni gelenlere en başından başlayarak anlatma ve uygulatma zorunluluğu ise benim yanımda kalıyor. İşte gerek her defasında yeniden başlamanın verimsizliği ve gerekse bu şekilde ulaşabileceğim meslektaşlarının sayısının kısıtlılığı, beni bu dokümanı hazırlamaya yönlendirmiş durumda.

İkinci ve belki de esas neden ise, ülke genelinde geçerli olan, mikrokontrolör eğitiminde yaşanan öğretim araçları eksikliği gerçeği. Profesyonel amaçlarla mikrokontrolörler üzerinde çalışan kişi ve kuruluşlar çeşitli donanım ve yazılımlardan oluşan geliştirme araçlarına ciddi meblağlar tutan ödemeler yapabilir. Ancak çok kısıtlı bütçeleri olan üniversitelerin, hele öğrencilerin şahsi olarak böyle imkana sahip olamadığı açıktır. En iyimser durumlarda üniversite bünyesindeki mikrokontrolör laboratuvarında, haftada birkaç saat süreyle, bir geliştirme kitinin başında üç-dört öğrenci, biri fiilen çalışıp diğerleri izleyerek pratik uygulama yapmaktalar. Sonuç olarak, mikrokontrolör tabanlı bir devre tasarımı içeren bitirme tezi, dönem projesi vb. yapanlar hariç okuldan mezun olan genç meslektaşlarımızın %98’i sadece genel teorik bilgilere sahip olarak iş hayatına adım atıyorlar. En az altı ay, belki bir yıl boyunca bu eksikliklerini gidermek için

çalışırken doğal olarak çok verimsiz bir dönem geçiriyorlar. Oysaki henüz okul hayatında iken teorik öğrenimin yanında pratik uygulamalar da yaparak deneyim kazansalar, mezuniyet sonrası çok daha üretken olabilir, hem kendileri, hem çalıştıkları kuruluş ve hem de bütün ülke için yararlı olmuş olur.

Bunun yolu, mikroişlemci – mikrokontrolör öğrenimi gördükleri zaman boyunca paralel bir şekilde gerçek bir devre, bir geliştirme aracı üzerinde uygulama deneyimi edinmekten geçiyor. Bu ise yakın zamana kadar en azından bir Mikrokontrolör yada Eprom Programlayıcı, yada bir evaluation board sahibi olmayı, bir başka deyişle en azından 200 – 300 USD ödemeyi gerektiriyordu. Üstelik buna yazılım geliştirme araçlarının bedeli dahil değil. Oysa şimdi artık sadece 25-30 USD mertebesinde hatta belki de tamamen ücretsiz olarak tüm öğrencilerin birer eğitim kiti edinme imkanı mevcut.

“Her MPU – MCU (Mikroişlemci – Mikrokontrolör) Öğrencisine Bir Mini Geliştirme Kiti” Projesi

Duyanların hemen tamamının hayret ve takdirini kazanan bu uygulama temelde bir “Eğitime Katkı” yada “Üniversite Destek” projesinin ürünü. Bu projeye doğrudan veya dolaylı katkıları olan herkes, inanıyorum ki aslında Türkiye’nin gelişimine katkıda bulunmuş durumda. Bu projeyi organize etme imkanı bulmuş olmak ise benim için mutluluk verici bir olay.

İş hayatında faaliyet gösteren çoğu kişinin ortak görüşü, ticarete hayır işi yoktur, uzun vadeli yatırım vardır. Bir başka deyişle eğitime katkı aslında belki de ancak yıllar sonra meyvelerini toplayabileceğiniz bir tohum ekme faaliyetidir. Varsın olsun, yüzlerce genç insan deneyim edinecek, genel olarak ülkemiz kazanacak olduğuna göre, bu tür projelerin ticari kuruluşlar tarafından finanse edilmelerinde bence hiçbir sakınca yok, bilakis teşvik edilmesi ve yaygınlaştırılmasında yarar var.

İşte bu şekilde 2004 yılı ilkbahar - yaz aylarında ANALOG DEVICES ve onun Türkiye yetkili temsilcisi olan ELEKTRO firmalarının işbirliği ile “Her MPU – MCU Öğrencisine Bir Mini Kit” projesi düzenlenmiş, İTÜ ve YTÜ den başlayarak giderek yaygınlaştırılan bir şekilde üniversiteler genelinde mini - geliştirme kitleri dağıtılmıştır. İlk etapta 500 adet kit ile başlatılan bu projenin takip eden yıllarda artan sayılarda devam etmesi öngörülmüştür.

Mini Kitler, bir evaluation board gibi olmaktan ziyade, bir donanım geliştirme aracında bulunması gereken minimum özelliklere sahip yapıda, dolayısıyla minimum maliyetle hazırlanmıştır. Proje eğitim amaçlı olduğundan, endüstri standardı 8051 mikrokontrolör ailesinin çekirdek mimari yapısına sahip olan MicroConverter’lar ve bu ailenin en temel özelliklere sahip modeli ADuC814 MCU olarak seçilmiştir. Gerek basılı doküman olarak, gerek İnternet ortamında çok geniş kaynakların bulunduğu, dünya genelinde 50’nin (evet elli’nin üzerinde) yarıiletken üreticisi firma tarafından kullanılmış ortak platform olan 8051 ailesi, doğal olarak bir numaralı alternatifi teşkil etmiştir. Ancak kökü yaklaşık 25 yıl öncesine dayanan bu aile, ADuC8xx kodlu türev ürünlerin üzerinde yer alan on-chip download – debug özelliği sayesinde ideal bir uygulamalı eğitim aracı niteliği kazanmıştır. Bu özellik sayesinde basit bir üç telli kablo ve RS232 / TTL dönüşüm devresi aracılığıyla, hiçbir programlayıcı, emülatör vb ek donanım gerekmeksizin MCU entegresinin kendisi üzerinde program geliştirilebilmekte, hataları ayıklanıp düzgün bir şekilde çalıştığı kontrol edilebilmektedir.

Kullanılmış Olan Dil ve Anlatım

Ne yazık ki son birkaç yüzyıldır bilim ve teknolojiye lider konumda olan ülkelerden değiliz. Ezici çoğunlukla bu alanda söz sahibi ülkelerde yeni ürünler geliştiriliyor ve hayata geçiriliyor. Doğal olarak kendi dillerinde dokümanlar hazırlıyor ve yayımlıyorlar. Elektronik söz konusu

olduğunda bir milletin dili olmaktan çok uluslar arası bir dil niteliği taşıyan İngilizce geçerli. Şüphesiz bu dilden diğer dillere metinleri tercüme etmek mümkün, ancak ya teknik terimler? İşte orada ciddi bir güçlük karşlaşıyor. Çünkü bu kelimeler bir süre öncesine kadar hiç varolmayan kavramları ifade etmekte kullanılıyor. Dolayısıyla tek bir kelime ile tercümesi mümkün olmayıp en azından birkaç cümle ile açıklamak gerekiyor. Akademik çevrelerde bir görüş birliği sağlanıp tek bir kelime üzerinde anlaşılmanması halinde, bu orijinal teknik terimin karşılığı olduğu düşünölen birkaç farklı kelime kullanılmaya başlanıyor ki bu da ciddi bir kaos ve anlaşılmanmazlık kaynağı oluyor. Örneğın “Register” terimi. Bunun karşılığı olarak Kütük – Saklayıcı – Yazıcı – Kaydedici – Yazmaç vb kelimeler önerilmiş, ancak hiçbirini üzerinde anlaşılmanmamış, her öğretim üyesi kendi tercihine göre birini kullanmıştır. Bu ortama şahit olan bir öğrencinin biraz saygısızca ama ne yazık ki haklılık payı taşıyan “ağzı olan kelime üretiyor” ifadesini acı bir tebessümle hatırlıyorum.

Sonuç olarak bu ve buna benzer terimlerin, ortak bir Türkçe kelime karşılığı üzerinde anlaşılıp kullanılmaya başlayıncaya kadar, tercüme edilmeksizin orijinal hali ile kullanılması belki de en uygun yaklaşım olacak. Yani anlaşılacağı üzere, eğitim notlarında “register” kelimesi mikrokontrolör’ün sistem register’larını ifade etmekte kullanıldı. Hukuk ve Tıp gibi bilim dallarında geçerli olduğu gibi teknik terimlerin halk tarafından anlaşılmanmaksızın sadece o konu ile ilgili kişiler, avukatlar doktorlar vb tarafından anlaşılıyor olduğu yöntem, hiç istemesem de mecbur kalarak uyguladığım yöntem oldu.

Teşekkürler:

Bu eğitim notlarının hazırlanmasında emeği geçmiş olan, doğrudan veya dolaylı olarak katkıda bulunmuş olan herkese teşekkür etmek istiyorum. Esasen oldukça geniş bir liste olacağından tek tek isimleri vermemeyi düşünmüştüm, ancak en kapsamlı desteği veren kişileri anmadan edemeyeceğim. Öncelikle 500 adet ADuC814 Mini Kit üretim organizasyonuna verdikleri maddi destek nedeniyle ELEKTRO A.Ş. yönetim kurulu üyesi sayın Özkan Gür’e, ANALOG DEVICES yetkilileri Gernot Faigel’e; Mini Kit ile ilgili teknik bilgileri ve çeşitli dokümanları sağlayan Michael Muller-Aulmann’a teşekkür etmek istiyorum.

Akademik öğretim programları kapsamında bu kitleri kullanmak üzere önerileri ile içeriğın belirlenmesine katkıda bulunan değerli öğretim üyeleri: Yıldız Teknik Üniversitesinden Prof. Dr. Galip Cansever, Doç. Dr. Herman Sedef ve İstanbul Teknik Üniversitesinden Y.Doç.Dr. Berk Üstündağ’a teşekkür ederim. Eğitim Notlarının metin ve uygulama kısımlarını bizzat üzerinde çalışarak oluşturulmasına katkılarından ötürü, başta İTÜ’den Ayberk Bağcı ile YTÜ’den Levent Birgül’e olmak üzere bütün 2004 stajyer öğrencilere de teşekkür ediyorum. Onların özverili çalışmaları olmasa idi, iki ay gibi bir süre içinde bu dokümanın hazırlanması mümkün olmazdı.

Varılan noktada elde edilen durumu ile eğitim notları, başlangıçta hedeflenmiş olandan ciddi eksikliklere sahip olmakla birlikte, yararlı bir eğitim yardımcı materyali halindedir. Bir sonraki baskıda çok daha güzel ve kapsamlı içeriğe sahip bir kitap hazırlamak hedefim olup, bu amaçla bana göndereceğiniz değerli eleştiri ve önerilerinizi bekliyorum. Tüm meslektaşlarıma yararlı olmasını dilerim.

Selim Dilmaç, Ağustos 2004

selim.dilmac@elektro.com.tr
s_dilmac@yahoo.com

İÇİNDEKİLER

A. 8051 Ailesi MCU lar

(Endüstri Standardı Mikrokontrolör Ailesi)

1. Mikroişlemciler Giriş

- 1.1. Mikroişlemciler ve Mikrodenetleyiciler
- 1.2. Hafıza ve Hafıza Çeşitleri

2. Neden 8051

- 2.1. 8051 Ailesinin Tarihsel Gelişimi
- 2.2. 8051 Uyumlu Ürün Üreten Firmalar ve Ürünlerinin Özellikleri

3. 8051 Mimarisi

- 3.1. 8051' in 40 Pin Konfigürasyonu
- 3.2. Hafıza Organizasyonu
 - 3.2.1. Program Hafızası (Program Memory)
 - 3.2.2. Veri Hafızası (Data Memory)
- 3.3. Yazılım Altyapısı
 - 3.3.1. Adresleme Modları
 - 3.3.1.1. Direct Adresleme
 - 3.3.1.2. Indirect Adresleme
 - 3.3.1.3. Register Adresleme
 - 3.3.1.4. Register-Özel Komutlar
 - 3.3.1.5. İvedi Sabitler
 - 3.3.1.6. Indexed Adresleme
 - 3.3.2. Komut Grupları
 - 3.3.2.1. Aritmetik Komutlar
 - 3.3.2.2. Lojik Komutlar
 - 3.3.2.3. Data Transfer Komutları
Internal RAM, External RAM, Lookup Tables
 - 3.3.2.4. Boolean Komutlar
Relative Offset
 - 3.3.2.5. Jump Komutları
 - 3.3.3. CPU Timing
 - 3.3.4. Makine Çevrimleri

4. 8051 Donanım Özellikleri (Hardware Description)

- 4.1. Özel Fonksiyon Registerleri (Special Function Registers / SFRs)
 - 4.1.1. Akümülatör (ACC)
 - 4.1.2. B Registeri (B)
 - 4.1.3. Program Durum Sözcüğü (Program Status Word / PSW)
 - 4.1.4. Yığın İşaretçisi (Stack Pointer / SP)
 - 4.1.5. Veri İşaretçisi (Data Pointer / DPTR)
 - 4.1.6. Pcon Power Control Register (Güç Kontrol Registeri)
 - 4.1.7. Tcon (Zamanlayıcı Kontrolü Registeri)
 - 4.1.8. Tmod (Zamanlayıcı Modu Registeri)
 - 4.1.9. TL0/TH0 (Timer0 Düşük ve Yüksek)
 - 4.1.10. TL1/TH1 (Timer1 Düşük ve Yüksek)
 - 4.1.11. P0 (Port0, Bit Adreslenebilir)
 - 4.1.12. P1 (Port1, Bit Adreslenebilir)
 - 4.1.13. P2 (Port2, Bit Adreslenebilir)
 - 4.1.14. P3 (Port3, Bit Adreslenebilir)

- 4.1.15. Scon (Seri Kontrol Registeri)
- 4.1.16. Sbuf (Seri Kontrol)
- 4.1.17. IE (Kesme İzin Registeri)
- 4.1.18. IP (Kesme Öncelik Registeri)

4.2. Port Yapıları ve Kullanımları

Genel amaçlı giriş/çıkış portları, özel fonksiyonlu portlar, adres ve veri yolunu süren portlar

- 4.2.1. Port 0
- 4.2.2. Port 1
- 4.2.3. Port 2
- 4.2.4. Port 3

- 4.3. Zamanlayıcı / Sayıcılar (Timer / Counters)
- 4.4. Standart Seri Haberleşme Arabirimi (UART)
- 4.5. Kesmeler (Interrupts)
- 4.6. Çalışma Modları (Düşük Güç Tüketimi Modları)
 - 4.6.1. Normal Mode
 - 4.6.2. Idle Mode
 - 4.6.3. Power-Down Mode

5. 8051 Assembly Dilinde Programlama

5.1. Assembler'a Giriş

- 5.1.1. Assembler Nedir, diğer programlama dillerine benzerlikleri, farklılıkları. BASIC, PASCAL ve C ile karşılaştırmalar
- 5.1.2. ASM51 Assembler Genel Yapısı. *.SRC Source Code, *.OBJ, *.LST ve *.HEX Dosyaları.
- 5.1.3. Makine Kodu, Program Counter, Instruction Fetch Cycle, Opcode, Operands, Mnemonic
- 5.1.4. Etiket, Ana Program, Alt-Program, (Label, Main Program, Sub-routine)

5.2. Temel ASM51 Direktifleri (Directives)

- 5.2.1. Kaynak Dosya Organizasyonu (Source File Organization)
 - 5.2.1.1. \$INCLUDE
 - 5.2.1.2. \$MOD
- 5.2.2. Açıklama Direktifleri
 - 5.2.2.1. \$TITLE,
- 5.2.3. Adres Düzenleme Direktifleri
 - 5.2.3.1. ORG
 - 5.2.3.2. CSEG, DSEG
 - 5.2.3.3. END
- 5.2.4. Değişken Tanımlama Direktifleri
 - 5.2.4.1. DATA
 - 5.2.4.2. BIT
 - 5.2.4.3. EQU
- 5.2.5. Program Hafızasında Veri Alanı Tanımlama
 - 5.2.5.1. DB
 - 5.2.5.2. DW

5.3. 8051 Komut Seti Kullanım Örnekleri

- 5.3.1. Data Transfer Komutları ile hafıza içi veri aktarımı örnekleri
 - 5.3.1.1. Immediate Addressing Mode (MOV 7FH,#05)
 - 5.3.1.2. Direct Addressing Mode (MOV A,70H)
 - 5.3.1.3. Register Addressing Mode (MOV R7,A)
 - 5.3.1.4. Register Specific Addressing Mode (MOV 90H,#55H)
 - 5.3.1.5. Register Indirect Addressing Mode (MOV @R0,#1)
 - 5.3.1.6. Register Indexed Addressing Mode (MOV A,@A+DPTR)
 - 5.3.1.7. Stack Oriented Addressing Mode (PUSH ACC)
 - 5.3.1.8. Exchange Komutları (XCH A,B)
 - 5.3.1.9. Bit Oriented Data Transfer (MOV P1.0,C)
- 5.3.2. Data Processing Komutları ile hafıza içi veri aktarımı örnekleri
 - 5.3.2.1. Aritmetik İşlemleri
 - 5.3.2.1.1. Toplama - Çıkarma İşlemleri
 - 5.3.2.1.2. Çarpma - Bölme İşlemleri

- 5.3.2.1.3. Arttırma - Eksiltme İşlemleri
- 5.3.2.1.4. Desimal Ayarlama
- 5.3.2.2. Lojik İşlemleri
 - 5.3.2.2.1. AND, OR, XOR İşlemleri
 - 5.3.2.2.2. Tümlleme – Temizleme İşlemleri (Complement, Clear)
 - 5.3.2.2.3. Öteleme İşlemleri (Rotate – Shift)
 - 5.3.2.2.4. SWAP (yüksek ve düşük anlamlı 4 bitlik kısımların yer değiştirmesi)
 - 5.3.2.2.5. Bit-Oriented Lojik İşlemler
- 5.3.3. Program Akışı Kontrol Komutları Kullanımı
 - 5.3.3.1. Kořulsuz Dallanmalar
 - 5.3.3.2. Kořullu Dallanmalar
 - 5.3.3.3. Alt-Program Çaęırmalar
- 5.4. 8051 Komut Seti Kullanımına Dair Temel Programlama Örnekleri
 - 5.4.1. Matematiksel İşlemler
 - 5.4.1.1. Üç Byte’lık İki Değişkenin Toplamını Hesaplayan Program
 - 5.4.1.2. N Adet Bir Byte’lık Değişkenin Toplamını Hesaplayan Program
 - 5.4.1.3. İki Byte’lık Deęiřkenler Üzerinde Çıkartma İşlemi Programı
 - 5.4.1.4. İki Byte’lık İki Değişkenin Çarpımını Hesaplayan Program
 - 5.4.1.5. Bir Byte’lık Bir Değişkenin İçeriğini Digitlere (Hane Deęerlerine) Ayıran Program
 - 5.4.1.6. 16 Adet Bir Byte’lık Değişkenin Aritmetik Ortalamasını Hesaplayan Program
 - 5.4.1.7. N Byte’lık Sayının İşaret Deęiřimi
 - 5.4.1.8. DPTR Registerinin Azaltılması
 - 5.4.2. Blok Aktarma Programları
 - 5.4.2.1. Internal RAM da yer alan N Byte’lık Veri Bloęunu Internal RAM da Başka Bir Adrese Aktaran Program
 - 5.4.2.2. INT_TO_XRAM; XRAM_TO_INT Programları
 - 5.4.2.3. External RAM da yer alan N Byte’lık Veri Bloęunu External RAM da Başka Bir Adrese Aktaran Program
 - 5.4.2.4. İki Adet DPTR Kullanarak XRAM da Blok Aktarma Programı
 - 5.4.3. Arama Programları
 - 5.4.3.1. Bir Tablodaki En Küçük Sayıyı Bulma; “MINIMUM_BUL”
 - 5.4.3.2. Bir Tablodaki En Büyük Sayıyı Bulma; “MAKSIMUM_BUL”
 - 5.4.3.3. Bir Tablodaki Çift Sayıların Adedini Bulma; “CIFT_BUL”
 - 5.4.3.4. Bir Tablodaki Tek Sayıların Adedini Bulma; “TEK_BUL”
 - 5.4.4. Veri Formatı Dönüřtürme Programları
 - 5.4.4.1. Binary / BCD Dönüřtürme Programları; BIN_TO_BCD; BCD_TO_BIN
 - 5.4.4.2. Binary / ASCII Dönüřümleri

6. 8051 Programlayıcının Kılavuzu ve Komut Seti

- 6.1. Hafıza Organizasyonu
 - 6.1.1. Program Hafızası
 - 6.1.2. Veri Hafızası
 - 6.1.3. Doğrudan ve Dolaylı Adreslenebilir Bölge (Dahili RAM)
 - 6.1.4. MicroConverter Programlama Modeli
- 6.2. Özel Fonksiyon Registerleri (Special Function Registers / SFRs)
 - 6.2.1. Bütün SFR lar, Sembolleri, İsimleri, Adresleri
 - 6.2.2. Power-On Reset Sonrası SFR Deęerleri
 - 6.2.3. SFR Memory Map
 - 6.2.4. Program Status Word (PSW)
 - 6.2.5. Güç Kontrol (Power Control / PCON)
 - 6.2.6. Kesmeler (Interrupts / IE, IP)
 - 6.2.7. Zamanlayıcılar (Timers / TCON, TMOD, T2CON)
 - 6.2.8. Seri Port (SCON, SBUF)
- 6.3. Komut Seti
 - 6.3.1. Komut Seti Tablosu ve Sembollerin Anlamı
 - 6.3.2. Komutların Açıklamaları

B. ADI (Analog Devices Inc.) MicroConverter

7. MicroConverter (MCV)Tanıtımı

- 7.1. Analog Devices MicroConverter (ADUC8xx)Ailesine Giriş
 - 7.1.1. ADUC8xx MCU ların Genel Özellikleri
 - 7.1.2. Standart 8051 Ailesi ile Benzerlikleri / Farklılıkları
 - 7.1.3. ADUC8xx Seçim Tablosu
- 7.2. MicroConverter Alt Grupları
 - 7.2.1. İlk Ürünler (ADUC812, ADUC816, ADUC824)
 - 7.2.2. Mini MicroConverter ADUC814
 - 7.2.3. Yüksek Hafızalı Modeller (ADUC831, ADUC832, ADUC836, ADUC834)
 - 7.2.4. Yüksek Hızlı Modeller (ADUC841, ADUC842, ADUC843; ADUC845, ADUC847, ADUC848)
- 7.3. Gelişmiş MicroConverter lar (ADUC7xxx)
 - 7.3.1. ARM Core 16/32 Bitlik CPU Yapısı
 - 7.3.2. Donanım Özellikleri
 - 7.3.2.1. Analog / Mixed Signal Birimler
 - 7.3.2.2. Digital Birimler
 - 7.3.3. ADUC7xxx Seçim Tablosu

8. Mini MicroConverter ADUC814

- 8.1. ADUC814'ün Genel Özellikleri
 - 8.1.1. CPU Core
 - 8.1.1.1. Pin Konfigürasyonu
 - 8.1.2. Hafıza (Harici Hafıza Arayüzü)
 - 8.1.2.1. Hafıza Organizasyonu
 - 8.1.3. ADuC814 SFR' leri
 - 8.1.4. On-Chip Donanım Kaynakları
 - 8.1.4.1. I/O Portları
 - 8.1.4.2. Timer/Counters (3 Kanal, 16 Bit)
 - 8.1.4.2.1. T2CON Registeri
 - 8.1.4.2.2. Timer/Counter2 Çalışma Modları(16-bit Autoreload/16-bit Capture Mod)
 - 8.1.4.3. Serial Port (Full duplex UART)
 - 8.1.4.4. Kesmeler
 - 8.1.4.4.1. IEIP2 Registeri
 - 8.1.4.4.2. Kesme Önceliği
 - 8.1.4.5. Donanım Dizayn Teknikleri
 - 8.1.4.5.1. Clock Osilatörü
 - 8.1.4.5.2. Güç Tüketimi
 - 8.1.4.5.3. Güç Tasarruf Modları
 - 8.1.4.5.4. Power On Reset
 - 8.1.4.5.5. Kart Serim Önerileri
 - 8.1.4.5.6. Dikkat Edilecek Diğer Konular
- 8.2. ADUC814'ün İlave Yeni Özellikleri
8052 core da bulunmayan ilave birimlerin özellikleri ve kullanımları
 - 8.2.1. On-chip Program Download / Debug Arayüzü (Harici Donanım Yok)
 - 8.2.2. Tek Pin Emülasyon Modu
 - 8.2.3. ADC, Analog/Dijital Dönüştürücü (SAR, 6 Kanal, 12Bit, 247 Ksps)
 - 8.2.3.1. ADC Birimi Genel Yapısı
 - 8.2.3.2. ADC Transfer Fonksiyonu
 - 8.2.3.3. ADC veri çıkış biçimi
 - 8.2.3.4. ADC Bloğu ile ilgili SFR'ler
 - 8.2.3.5. ADC dönüştürücüsünün sürülmesi
 - 8.2.3.6. Referans Gerilimi Bağlantısı
 - 8.2.3.7. ADC' nin Ayarlanması
 - 8.2.3.8. ADC çevriminin başlatılması
 - 8.2.3.9. ADC Yüksek Hızlı Veri Yakalama Modu (HSDC)

- 8.2.3.10. ADC' de Kalibrasyon
 - 8.2.3.10.1. OFFSET ve Kazanç Kalibrasyonu
 - 8.2.3.10.2. ADC OFFSET ve Kazanç Kalibrasyon Katsayıları
 - 8.2.3.10.3. ADC' nin Kalibre Edilmesi
 - 8.2.3.10.4. Kalibrasyonun Kodla Başlatılması
- 8.2.4. DAC, Digital / Analog Converter (Vout, 2 Kanal, 12 Bit, 15 usn Settling Time)
 - 8.2.4.1. DACCON SFRsi
 - 8.2.4.2. Dijital Analog Dönüştürücü Kullanımı
- 8.2.5. PLL birimi ile hız ayarı (16.78 MHz max)
- 8.2.6. Kalıcı Flash/EE Hafıza
- 8.2.7. Flash/EE Program Hafıza Güvenilirliği
 - 8.2.7.1. FLASH/EE Program Hafızası Kullanımı
 - 8.2.7.2. FLASH/EE Program Hafıza Güvenliği
 - 8.2.7.3. FLASH/EE Veri Hafızası Güvenliği
 - 8.2.7.4. ECON-FLASH/EE Hafıza Kontrol SFR' si
 - 8.2.7.5. Flash/EE Hafıza Zamanlaması
 - 8.2.7.6. Bir Byte Programlama
- 8.2.8. SPI
 - 8.2.8.1. MISO (Master In, Slave Out Data I/O Pin), Pin#23
 - 8.2.8.2. MOSI (Master Out, Slave In Pin) (Pin#24)
 - 8.2.8.3. SCLOCK (Serial Clock I/O Pin), Pin#25
 - 8.2.8.4. SS (Slave Select Input Pin), Pin#22
 - 8.2.8.5. SPICON registeri
 - 8.2.8.6. SPI Arayüzünün Kullanımı
 - 8.2.8.7. SPI Arayüzü Master Modu
 - 8.2.8.8. SPI Arayüzü Slave Modu
- 8.2.9. Timer Interval Counter (TIC)ve Kontrol Registeri(TIMECON)
- 8.2.10. WatchDog Timer Kontrol Registeri
- 8.2.11. Güç Kaynağı Monitörü ve Kontrol Registeri(PSMCON)
- 8.2.12. ADuC814 Ayar Registeri (CFG814)
 - 8.2.12.1. SPI
 - 8.2.12.2. Harici Clock
 - 8.2.12.3. CFG814 Register İçeriği
- 8.2.13. Sıcaklık Sensörü (Temperature Sensör)

9. ADUC814 MiniKit

9.1. ADUC814MK MiniKit Donanım Özellikleri

- 9.1.1. Adapter Board
- 9.1.2. RS232 Interface Cable
- 9.1.3. Companion CD

9.2. ADUC814MK MiniKit Üzerinde Yazılım Geliştirme (Yardımcı Yazılımlar)

- 9.2.1. ASM51 Assembler
- 9.2.2. WSD Windows Serial Downloader
- 9.2.3. ASPIRE Integrated Development Environment
- 9.2.4. Debugger
- 9.2.5. WASP Windows Analysis Software Package

9.3. ADUC814MK İle İlk Projeler

- 9.3.1. Bir Port Pinine Bağlı Olan LED'in "Delay" alt-programı kullanılarak yakılıp söndürülmesi.
- 9.3.2. INT0 dış kesmesi kullanılarak flaşör LED periodunun yükseltilmesi
- 9.3.3. DELAY_ONMILI_SANIYE ve DELAY_BIR_SANIYE alt-programlarının hazırlanması.
- 9.3.4. Delay Alt Rutinini Kullanarak Geçen Süreye Göre "YUZ_MSN" ve "SANIYE" isimli değişken içeriklerinin arttırılması.
- 9.3.5. Bir Port Pinine bağlı olan TUŞ'a basıldığıın anlaşılması ve LED kontrolü
- 9.3.6. Tek hane 7-segment LED Display sürülmesi.
- 9.3.7. 6 adet 7-segment ile ekrana "12.34.56. " sayısının yazılması.
- 9.3.8. Timer alt rutini içerisinde değiştirilen SANIYE isimli değişkenin içeriğinin 7-segment LED Display de görüntülenmesi (7447 BCD2SEVEN-Seg dönüştürücü ile)
- 9.3.9. Intelligent Display ile dakika saniye sayıcı uygulaması.

- 9.3.10. ADC OKUMA: 0 – 2.5V aralığında değer alan analog bir işaretin ADC ile okunarak 7-Segment LED Display Grubu (Intelligent Display) üzerinde görüntülenmesi
- 9.3.11. SICAKLIK OKUMA: Bir sıcaklık sensöründen gelen analog gerilim değerlerinin okunarak 7-Segment LED Display Grubu (Intelligent Display) üzerinde görüntülenmesi
- 9.3.12. LCD SÜRME: İki satır 16 karakter kapasiteli bir likit kristal göstergenin sürülmesi
- 9.3.13. TUŞ OKUMA: Port pinlerine bağlı olan 4 adet tuş girişinin gürültülerden arındırılarak (debouncing) okunması
- 9.3.14. KARE DALGA ÜRETME: Bir port pininde değişik darbe /boşluk (duty cycle) 'a sahip kare dalga üretilmesi.
- 9.3.15. PWM ÇIKIŞI ÜRETME: Tuşlar kullanılarak üretilmekte olan PWM çıkışının darbe/boşluk (duty cyle) değerinin değiştirilmesi.
- 9.3.16. EEPROM KULLANIMI: Tuşlar yardımıyla ayarlanmış bir set değerinin EEPROM hafızaya kaydedilmesi ve tekrar okunması.
- 9.3.17. SICAKLIK KONTROL: Oda sıcaklığının kontrolü uygulaması. (On/Off sıcaklık kontrolü)
- 9.3.18. İŞARET ÜRETECİ: DAC çıkışını kullanarak kestere dışı dalga , üçgen dalga, sinüs dalga gibi analog işaretlerin üretilmesi.
- 9.3.19. ADC 'den okunan bilginin seri porttan gönderilmesi.
- 9.3.20. Mini printer uygulaması.
- 9.3.21. GPS Recevier konum kordinat bilgisinin okunması ve display 'de görüntülenmesi.
- 9.3.22. RF haberleşme arabirimleri modülleri aracılığıyla kablosuz veri iletişiminin sağlanması. (433MHz)

10. EVAL-ADUC814EB Evaluation Board

10.1. ADUC814EB Eval Board Getting Started Guide

- 10.1.1. Kurulum
- 10.1.2. METALINK 8051 Cross Assembler
- 10.1.3. WSD: Windows Serial Downloader
- 10.1.4. ASPIRE IDE: Integrated Development Environment (Debugger ve Simulator)
- 10.1.5. WASP: Windows Analog Software Program
- 10.1.6. Dokümantasyon ve kaynak kod (source code) örnekleri

10.2. ADUC814EB Eval Board Reference Guide

11.Sorular

12.Sözlük