

MİKRODENETLEYİCİ TABANLI BAŞARIMSAL YAKLAŞIM METODLU SEKİZ KANAL ANALOGTAN SAYISALA DÖNÜŞTÜRÜCÜ TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Murat AKSOY¹

Mutlu AVCI²

¹Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Çukurova Üniversitesi, 01330, Balcalı, Adana

²Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Mühendislik-mimarlık Fakültesi
Niğde Üniversitesi, Niğde

¹e-posta: aksoy@mail.cu.edu.tr

²e-posta: mutluavci@yahoo.com

Anahtar Sözcükler: Analogtan Sayısala Dönüştürücü, Sayısalan Analoga dönüştürücü, Mikrodenetleyici, Başarimsal Yaklaşım

ABSTRACT

This paper presents an eight-channel analog to digital converter which is based on PIC 16F84 microcontroller with successive approximation method. This circuit is proposed for data acquisition card. Since nearly all data acquisition requires analog to digital conversion, an original eight-channel A/D (analog to digital converter) is designed for them.

The proposed circuit is a low cost PIC microcontroller application that is why it makes the conversion by using a PIC 16F84 microcontroller and a DAC (digital to analog converter) chip. The conversion methodology is successive approximation and is implemented by the microcontroller's program. And it is known that the software-based solution is the most flexible one. Since the circuit is implemented with a PIC 16F84 microcontroller, a very cheap and original eight channel ADC (Analog to Digital Converter) is obtained.

Through the circuit's operation cycle the eight channel analog inputs are multiplexed and compared with the output value of digital to analog converter the results are entered into the microcontroller and the successive approximation algorithm is applied. After only eight steps (for eight bit) the required conversion is obtained and this conversion is transferred to a computer.

1. GİRİŞ

Bilgisayar ortamına veri aktarımı, bu verinin sayısal olarak işlenmesi ve saklanması günümüz bilim ve teknoloji için önemli bir kavramdır. Ancak dış

ortamdaki veriler analogtur ve bu verilerin bilgisayar ortamında işlenmesi ve saklanması için sayısala dönüştürülmesi gereklidir. Bu makale ile sekiz kanal analog verinin sayısala dönüştürülmesi kendine özgü bir tasarımla sunulmaktadır. Bu tasarım sırasında PIC 16F84 mikrodenetleyici, DAC 0800 sayısalan analoga dönüştürücü ve gerekli bazı çevre elemanlar kullanılarak devre gerçekleştirilmiştir. Bu devrenin tasarımında mikrodenetleyici kullanılması örnekleyip tutma zamanında, çevre elemanların işlevlerini kontrol etmede, ve bilgisayara veri aktarımında büyük bir esneklik sağlamış, istenilen hızda veri aktarımı ve veri dönüşümü seçilecek mikrodenetleyicinin ve çevre elemanların hız marjları ile sınırlanmıştır. Aynı zamanda bilgisayarla haberleşme ve başarimsal yaklaşım algoritması da dahil olmak üzere bütün işlemler mikrodenetleyicinin programlanması ile gerçekleştirilmiştir. Böylece basit, ucuz ve küçük bir devre topolojisi ile karmaşık işlevler gerçekleştirilerek ergonomik bir tasarım sağlanmıştır.

2. ADC (ANALOG SAYISAL DÖNÜŞTÜRÜCÜ) KAVRAMLARI

Bu kısımda analogtan sayısala dönüşüm için önemli olan bazı kavramlar ve bu kavramların önerilen devre topolojisindeki değerleri incelenmiştir.

Giriş Çözünürlüğü: Giriş çözünürlüğü bitlerle ifade olunmaktadır. Burada sekiz bitlik bir giriş çözünürlüğüne sahip analogtan sayısala dönüştürücü önerilmiştir. Bilindiği üzere bu bit sayısı bize 256 farklı sayısal veri ifadesini mümkün kılar.

Bu makalede önerilen çevirici -10 V, +10 V aralığında çalışmaktadır dolayısıyla;

Çözünürlük = $20 / 256 = 0,078125$ V olur.

Bu çözünürlük değeri pek çok güncel uygulama için yeterlidir.

Maksimum Örnekleme Hızı: Pek çok çoklu-kanal analogtan sayısal çevirici, analog giriş kısımlarında yol seçici kullanmakta ve bir çevirici ile seçili kanalın verisini sayısal dönüştürmektedir. Böylece sayısal dönüştürme hızı örneklenen kanal sayısına bölünmektedir. Bu makalede analogtan sayısal dönüştürücü bir entegre kullanılmadığı için hızı sınırlayan faktörler; mikrodenetleyicide kullanılan yazılımın algoritması, sayısaldan analoga dönüştürücünün maksimum dönüşüm hızı, analog anahtarların maksimum yakalama hızı ve çoğullayıcının maksimum seçme hızına bağlıdır.

3. ANALOG-SAYISAL DÖNÜŞTÜRÜCÜ ÇEŞİTLERİ

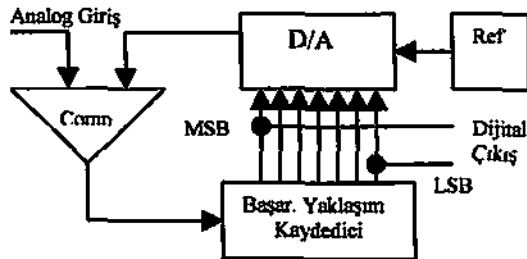
Bu makaledeki dönüşümde başarimsal yaklaşım metodu kullanılmıştır. Bu metodun diğer en popüler dört metod ile mukayesesi Tablo 1 de verilmiştir.

Dönüştürücü Tipi	Hızı	Çözünürlük	Gürültü Etkisi	Fiyatı
Servo	Yavaş	16-24 bit	Çok az	Orta Düzey
Çift Eğimli	Yavaş	12-18 bit	Çok az	Düşük
Baş. Yakl.	Orta	8-16 bit	Az	Düşük
Flash	Hızlı	4-8 bit	Yok	Yüksek

Tablo 1. Dönüştürücü Tipleri

3.1 BAŞARIMSAL YAKLAŞIM

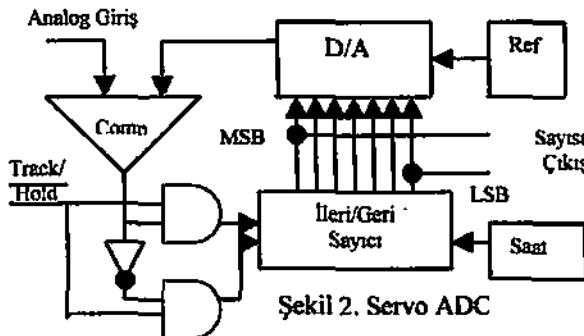
En yaygın kullanılan A/D (Analog-Sayısal Dönüştürücü) 'dir. Bu metodda her bit en büyük haneli olandan en küçük haneli olana kadar analog giriş sinyali ile test edilerek sayısal dönüşüm yapılır. Sayısal-analog dönüştürücünün çıkışı giriş sinyali ile mukayese edilir, analog sinyal büyük ise mukayese edilen veri bitleri "1" olarak, eğer küçük ise "0" olarak çıkışa gönderilir.



Şekil 1. Başarimsal Yaklaşım Metodu ADC

3.2 SERVO A/D DÖNÜŞTÜRÜCÜ

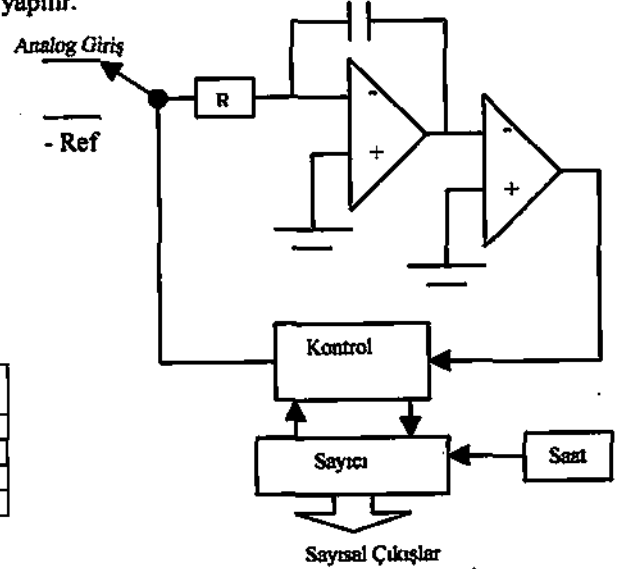
Başarimsal yaklaşım metoduna çok yakındır sadece kaydedici yerine ileri geri sayıcı kullanılarak aşağıdaki gibi tasarlanmıştır.



Şekil 2. Servo ADC

3.3 İNTEGRATÖR TİPLİ (ÇİFT EĞİMLİ) ANALOG-SAYISAL DÖNÜŞTÜRÜCÜ

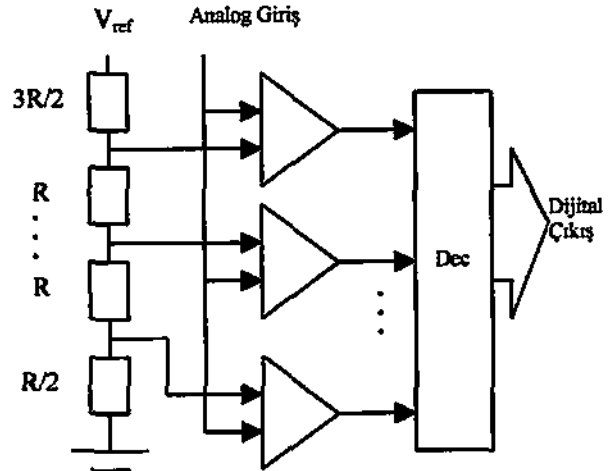
Bu tip dönüştürücüler belli bir T süresi boyunca analog girişten aldıkları giriş sinyalinin integralini alır daha sonra girişlerinde bulunan bir anahtar ile negatif referans voltajından boşalır bu arada dönüşüm işlemi yapılır.



Şekil 3. İntegratör tipli ADC

3.4 FLASH A/D DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

Paralel yada flash A/D dönüştürücüler 2^N-1 adet karşılaştırıcı ve bir kod çözücünden oluşur. Çok hızlıdır ama o derece pahalıdır ve yapımı diğerlerine göre daha karmaşıktır.



Şekil 4. Flash ADC

Görüldüğü üzere uygulanması algoritmik mümkün olan en hızlı seçim başarimsal yaklaşım metodu ile dönüşümdür. Hem çözünürlük, hem hız durumu ile seçilebilecek optimum dönüşüm metodolojisi.

A / D tetikleme:

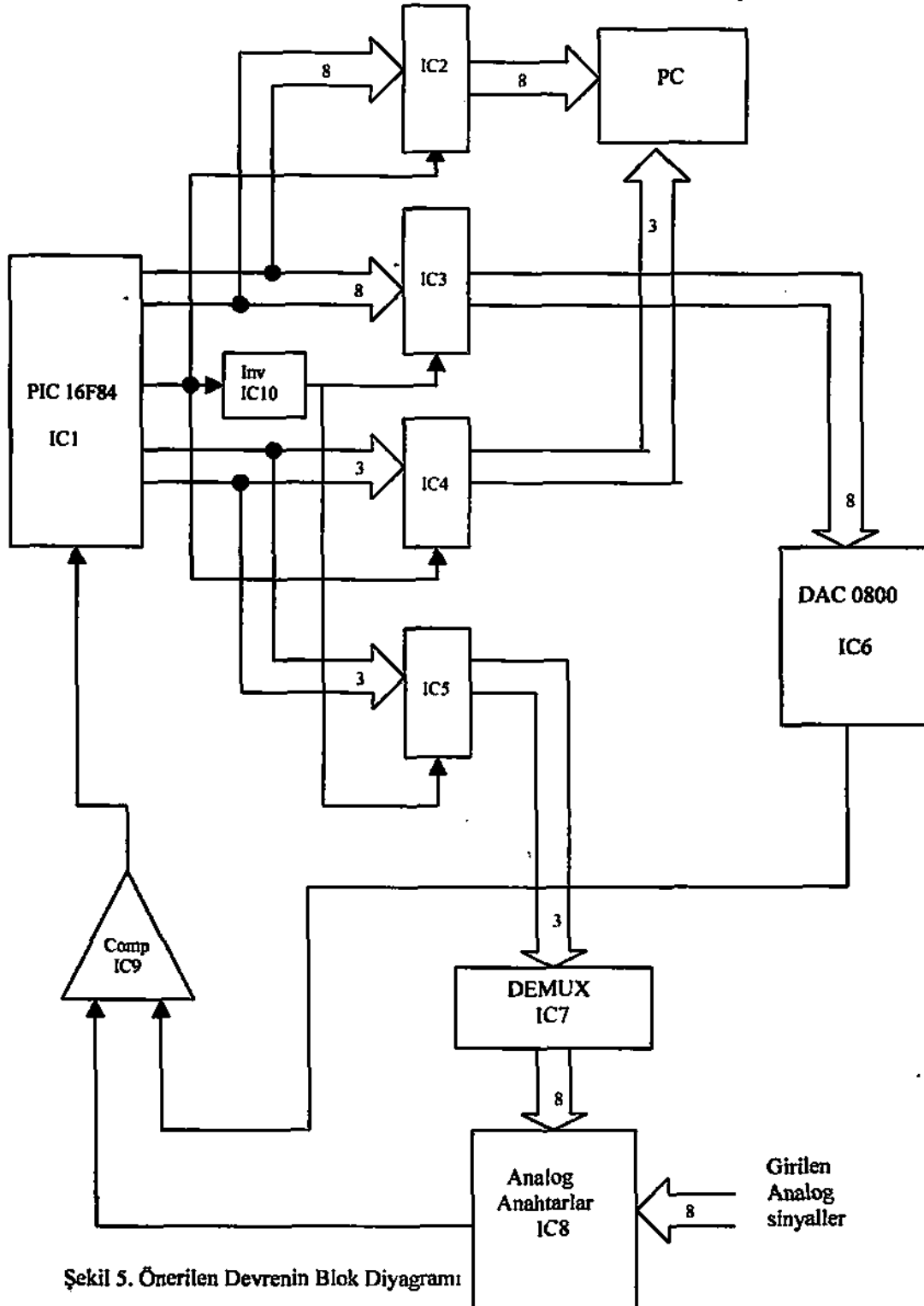
Bu makalede önerilen devrenin en önemli avantajlarından biri de herhangi bir analogtan sayısal dönüştürücü hazır entegresi kullanılmadığından dolayı

dönüştürücü tetikleme sorununun olmamasıdır. Nitekim herhangi bir iç örnekleme zamanında jitter olması verinin kullanılamaz hale gelmesine neden olabilir. Fakat önerilen devrede mikrodenetleyici yazılımı ile bu durum aşılmıştır.

4. ÖNERİLEN DEVRE TOPOLOJİSİ

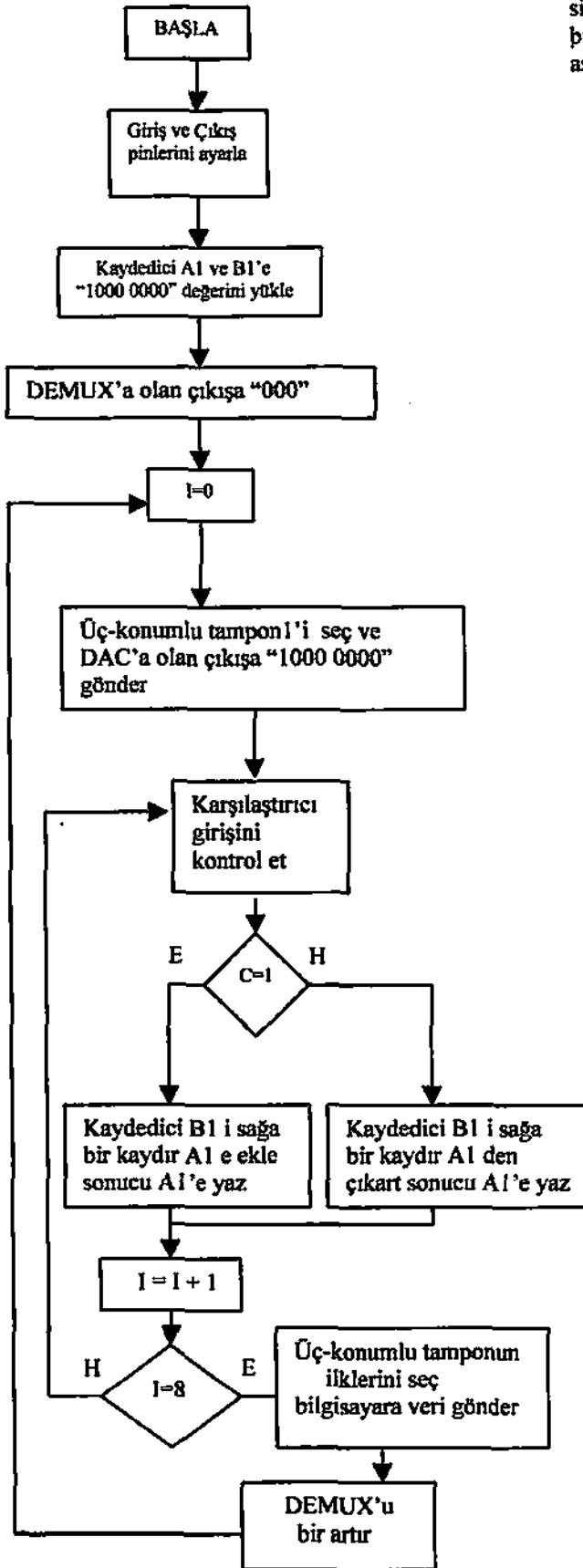
Şekil 5 de kullanılan entegreler aşağıdaki gibidir.

- IC1 : PIC 16F84, mikrodenetleyici
- IC2-5: 74LS244, Üç Konumlu tamponlar
- IC6 : DAC 0800, D/A dönüştürücü
- IC7 : 74LS138 Yol Seçici (DEMUX)
- IC8 : 4016 Analog anahtar
- IC9 : LM 311 Karşılaştırıcı
- IC10 : 7404 Tersleyici



Şekil 5. Önerilen Devrenin Blok Diyagramı

5. DEVRENİN AKIŞ DİYAGRAMI



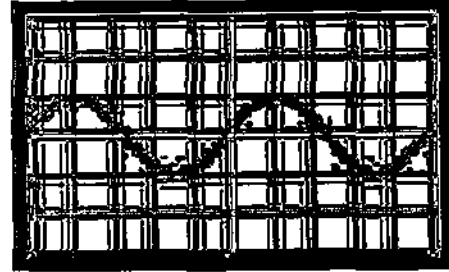
Şekil 6. Devrenin Akış Diyagramı

6. TEST SONUÇLARI:

Devre frekansı 0-30KHz arası ve tepe değeri 10 V olan sinüzoidal sinyallerle test edilmiş ve test sonucu bilgisayar ortamında elde edilen verilerin grafikleri aşağıdaki şekildedir.

Kanal 1:

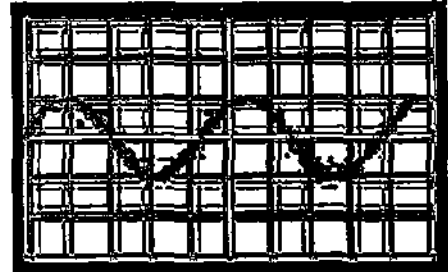
Girilen sinyal frekansı: 100 Hz



Şekil 7. Kanal 1'in Çıkış Grafiği (2ms/div)

Kanal 2:

Girilen sinyal frekansı: 150 Hz



Şekil 8. Kanal 2'nin Çıkış Grafiği (1ms/div)

Kanal 3:

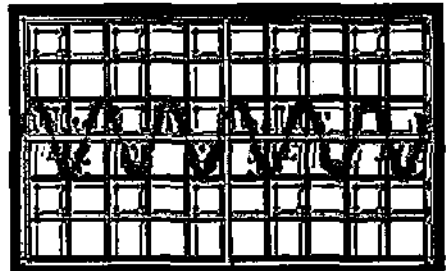
Girilen sinyal frekansı: 500 Hz



Şekil 9. Kanal 3'ün Çıkış Grafiği (1ms/div)

Kanal 4:

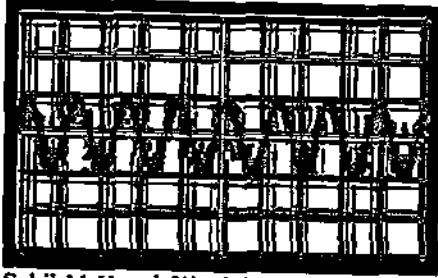
Girilen sinyal frekansı: 1 KHz



Şekil 10. Kanal 4'ün Çıkış Grafiği (1ms/div)

Kanal 5:

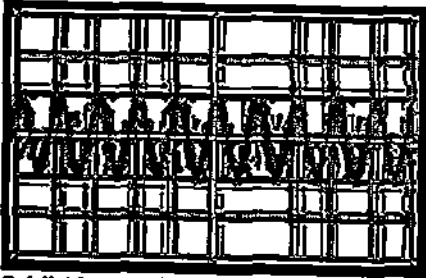
Girilen sinyal frekansı: 5 KHz



Şekil 11. Kanal 5'in Çıkış Grafiği (0,2ms/div)

Kanal 6:

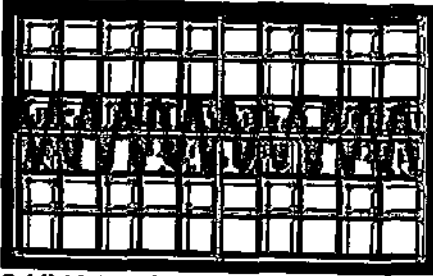
Girilen sinyal frekansı: 10 KHz



Şekil 12. Kanal 6'nın Çıkış Grafiği (0,1ms/div)

Kanal 7:

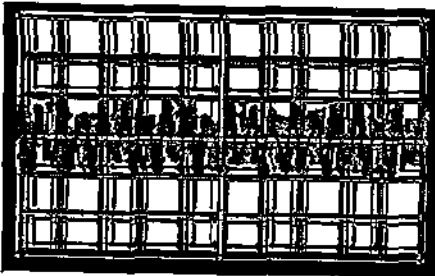
Girilen sinyal frekansı 20 KHz



Şekil 13. Kanal 7'nin Çıkış Grafiği (0,05ms/div)

Kanal 8:

Giriş sinyal frekansı 30 KHz



Şekil 14. Kanal 8'in Çıkış Grafiği (0,05ms/div)

7. SONUÇ:

Önerilen devre 30 KHz frekansına kadar değişen frekanslı 10V tepe değerli sinüzoidal sinyalle test edilmiş ve sekiz kanala uygulanan sinüzoidal sinyaller sonucu bilgisayara gönderilen veriler bir grafik programı ile çizilmiş ve yukarıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Bu grafiklerden de gözleneceği üzere frekans arttıkça sayısala dönüştürülen sinyalin hata oranı artmaktadır. Devre her kanal için 60 KHz frekans ile örnekleme yapmaktadır. Görüldüğü üzere 10 KHz frekanstan daha küçük frekans değerine sahip girişlerde iyi performans vermektedir. Bu devre ses kartları için önerilmektedir. Sekiz kanal girişe sahip olması, ekonomik olarak son derece ucuz oluşu ve 5 KHz frekansa kadar olan analog veri girişlerindeki yüksek performansı ile son derece ergonomik bir tasarımıdır.

Sekiz kanal mikser veya 10 KHz frekansına kadar olan girişler için DAQ kartı olarak kullanılabilir.

Bu tasarımın en önemli avantajlarından biri de mikrodenetleyici kullanılması sebebiyle bir PC ile çok kolay bir şekilde iletişim kurulabilmesi ve kontrol edilebilmesidir.

KAYNAKLAR

- [1] Keithley Metrabyte, A/D Conversion Methods, DATA ACQUISITION CATALOG & REFERENCE GUIDE, Volume:27 p:19, 1995
- [2] National Instruments, Data Acquisition Tutorials, THE MEASUREMENT & AUTOMATION CATALOG, p:203, 2000
- [3] Franco S., DAC based A/D conversion, DESIGN WITH OP-AMP AND ANALOG INTEGRATED CIRCUITS, 2nd Edition, p:509 McGrawHill, 1998
- [4] Cady F.M., Data Acquisition and Conversion, MICROCONTROLLERS AND MICROCOMPUTERS, p:200, OXFORD PRESS 1997
- [5] James M., PIC microcontrollers, MICROCONTROLLER COOKBOOK, Newness, 1997
- [6] Sonkusole S., Van der Spiegel J., Nagaray K., The Background Calibration technique for pipelined ADC, ELECTRONICS LETTERS, Vol:36 No:9 p:786, 2000
- [7] Poberezhskiy Y., Poberezhskiy G., Sampling Technique Allowing Anti-aliasing Filter, ELECTRONICS LETTERS, Vol:36, No:4, 2000
- [8] Laug B., Souders T.M., Flach D.R., Accustom Comparator for High Performance Sampling Applications, IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, Vol:41, No:6, 1992