

UYARLAMALI DELTA MODEMDE PERFORMANSIN ARTTIRILMASI

Gökhan UÇKAN

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Denizli/Türkiye

e-posta: guckan@pamukkale.edu.tr

*Anahtar sözcükler: Uyarlamalı Delta Modemler, niceleme, kipleyci-kipçözücü, UDM vuruşu, eğim aşırı
yükleme hatası*

ABSTRACT

Adaptive delta modulators reduce the slope overload error to a greater extent as reported before [1, 2]. However, the conventional adaptive delta modulators have complex hardware and the algorithms employed still need be improved in speed for the source of larger bandwidths. In this paper a high speed adaptive delta modulator which is quite fast in response to overcome and reduce the slope overload error furthermore is described. Only minor changes in the hardware are replaced. With this modification the performance is more improved. This Fast ADM is cost effective and has simple hardware which is suited for many systems.

1. GİRİŞ

Delta kipleycileri veri haberleşmede önemli bir kipleme tekniğidir. Ancak eğim aşırı yüklenme hatası (slope overload error) delta kipleycilerinde büyük bir sorundur. Uyarlamalı delta kipleycileri gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Uyarlamalı delta kipleycilerin değişik tiplerini gerçekleştirebilmek için geçmişte değişik algoritmalar geliştirilmiştir [1,2]. Ancak bu algoritmalar aşırı yüklenme hatasını düşürürken alıcı tarafına iletilen ve orda yeniden oluşturulan orijinal analog işaretini üzerinde aşmalar oluşturmaktadır. Bunun iki nedeninden bir tanesi, akümülatörün analog giriş işaretini ani değişimlerini yakalayabilmesi için adım boyunu her zaman periyodu sonunda ikiye katlayarak artmasıdır. Bunun sonucunda akümülatör katlanarak işarete yaklaştığında son adım boyunun ikiye katlanması neticesinde aşmalar oluşmaktadır. Diğer bir sebep ise, akümülatörün analog giriş işaretini yakaladıktan sonra analog giriş işaretini ani düşüş göstermesi, bu durumunda akümülatörün adım basamaklarını oluşturup analog giriş işaretini hemen yakalaması zaman aldığından, diğer tarafta aşmalar oluşmaktadır. Bu bildiri, bu iki durumdan dolayı oluşan aşmaları mümkün olduğunca en düşük seviyede tutabilen ve eğim aşırı yüklenme hatasını en aza indiren hızlı uyarlamalı bir delta modemi (HUDM) tanıtmaktadır.

Bu hızlı HUDM daha önce rapor edilen UDM'le [1,2] aynı donanım prensiplerini paylaşmaktadır. Hızlı UDM (HUDM) için oluşturulan algoritmanın gerçekleştirimi önceki UDM[1,2] donanımlarında yapılan ufak değişiklikler sonucu elde edilmiştir. Donanıma ilave olarak 2-bitlik bir sayaç eklenmiştir. Sayacın maliyeti göz ardı edilecek durumdadır. Bundan dolayı yapılan değişiklik sisteme ek bir maliyet getirmemektedir. Oluşturulan yeni algoritma sayesinde akümülatör analog giriş işaretini daha iyi takip ederek, aşmaların ve eğim aşırı yüklenme hatasının düşük seviyede tutulması sağlanmaktadır.

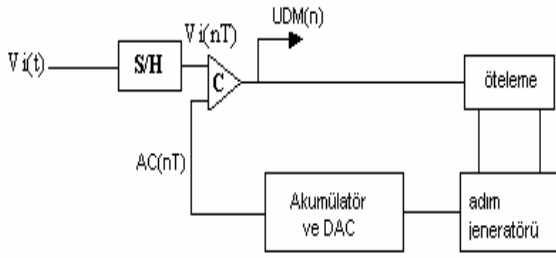
2. HUDM'LER İÇİN OLUŞTURULAN ALGORİTMA

HUDM'ler için oluşturulan algoritma bize hız, eğim aşırı yüklenme hatası ve maliyeti hakkında karar verebilmemizi sağladığı için önemlidir.

2.1 HUDM İÇİN GELİŞTİRİLEN ALGORİTMA

Daha önce rapor edilen UDM [1,2] üzerinde ufak değişiklik yapılmıştır. Sistemin geriye kalan kısmı daha önce anlatılan UDM'lerle aynı prensibi paylaşmaktadır. Şekil-1 HUDM'nin blok şemasını göstermektedir. Şekil-2 de ise HUDM'nin detaylı çizimi verilmiştir. Burada önceden rapor edilen UDM'lerden farklı olarak adım işaretçisi (SP) 3-bite çıkarılmıştır. Şekil-3 de görüldüğü gibi 3'cü biti kontrol eden 2-bitlik bir sayaç devreye eklenmiştir. Bu 2-bitlik sayaç duruma bağlı olarak, adım belirleyici SP'nin 2'ci ya da 3'cü bitini seçmeli olarak devreye sokmaktadır. Bu 2 veya 3 bit seçmeli SP sayesinde, AC(nT) Vi(nT)'yi ani değişimlerinde bile kısa zamanda yakalayabilmektedir. AC(nT)'nin Vi(nT)'yi yakaladıktan sonra 2-bitlik sayacın '10' değerini alması sonucunda, SP'nin 3'cü bitini faaliyete geçirmektedir. SP'de 3'cü bitin devreye girmesi sayesinde

AC(nT) Vi(nT)'yi daha yakın takip edebilmektedir. Buda aşmaların daha düşük seviyede tutulmasını sağlamaktadır.



Şekil-1. HUDM'nin temel blok şeması

HUDM ile ilgili algoritma aşağıda verilmiştir;

REPEAT

İF 2-bit SAYAÇ <> '10'

İF HUDM(n)=HUDM(n+1)

$S(n+1)=a(n)*2*S(n)$

ELSE

$S(n+1)=a(n)*0.5*S(n)$

ENDİF

ENDİF

İF 2-bit SAYAÇ = '10'

İF HUDM(n)=HUDM(n+1)=HUDM(n+2)=0

$S(n+1)=a(n)*2*S(n)$

ENDİF

ELSEİF HUDM(n)<>HUDM(n+1)=HUDM(n+2)=1

$S(n+1)=a(n)*2*S(n)$

ENDİF

ELSEİF HUDM(n)=HUDM(n+2)=HUDM(n+1)=0

$S(n+1)=a(n)*2*S(n)$

ENDİF

ELSEİF HUDM(n)=HUDM(n+2)=HUDM(n+1)=0

$S(n+1)=a(n)*2*S(n)$

ENDİF

ELSE

$S(n+1)=a(n)*0.5*S(n)$

ENDİF

ENDİF

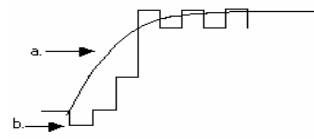
UNTİL (Sistem hayatta olana kadar)

Burada $a(n) = +1$ for $UDM(n) = 0$

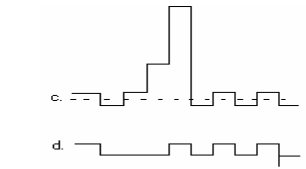
$a(n) = -1$ for $UDM(n) = 1$

Şayet akümülatör çıkışı $AC(nT)$ analog giriş işaretin $Vi(nT)$ altında ise bir sonraki adım boyu pozitif, $AC(nT) Vi(nT)$ 'in üzerinde ise bir sonraki adım boyu negatif değer olacaktır. $AC(nT) Vi(nT)$ yi yakalayana kadar, adım boyunun her bir zaman periyodu sonunda ikiye katlanması $AC(nT)$ 'nin $Vi(nT)$ 'yi ani intikal değişimlerinde bile kısa zamanda yakalamasını sağlamaktadır. Şekil-2 bir UDM sistemi için $Vi(nT)$ analog giriş işaretini, $AC(nT)$ ise toplanan analog işaretini, $S(n)$ adım boyunu ve $UDM(n)$ Uyarlamalı

Delta kipleyci vuruşunu vermektedir. Şekil -2 de her ne zaman $AC(nT) Vi(t)$ yi aşarsa sonraki adım boyu zıt işaret değerini alır. Şayet $AC(nT) Vi(nT)$ 'in altında ise adım boyu pozitif değer alır ($a(n)=+1$). Eğer bir sonraki zaman periyodu sonunda $AC(nT) Vi(nT)$ 'in tekrar altında ise o zaman $AC(nT)$ 'in değeri bir sonraki adım boyunun iki katı kadar olur. Bundan sonraki zaman periyodunda da tekrar $AC(nT) Vi(nT)$ 'in altında kalırsa, bir önceki adım boyunun tekrar iki katı kadar akümülatörün değeri artırılır. Buda birim adım boyunun dört katı olur. Şekil-2 de görüldüğü gibi $AC(nT) Vi(nT)$ 'in üzerine geçerse bu defa sonraki adım boyu negatif bir değer olacaktır. Bu durumda $AC(nT) Vi(nT)$ 'yi kestiği için; bu noktadan sonra 2-bitlik sayaç devreye girerek adım boyunun belirlenmesinde etkin bir rol oynar.



a. Analog giriş işaretini $Vi(t)$



b. Toplanan işaret $AC(nT)$

c. Adım boyu $S(n)$

d. UDM vuruşu $UDM(n)$

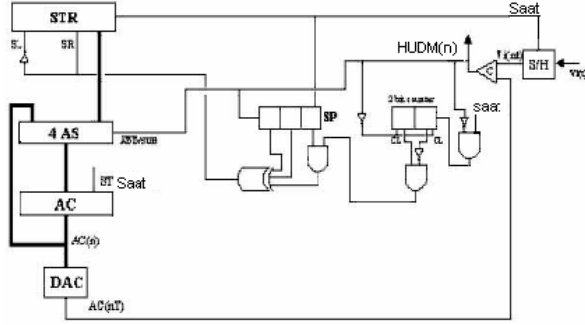
e. Toplam zaman periyotları

Şekil-2. İşaret Dalga tipleri

3. HUDM'İN ELDE EDİLMESİ İÇİN ÖNCEKİ UDM ÜZERİNDE YAPILAN DEĞİŞİKLİK

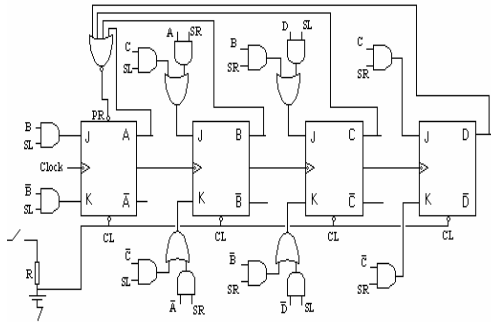
HUDM daha önce rapor edilen [1,2] ve şekil-1 de temel blok şeması gösterilen UDM'ler ile aynı blok şemasını paylaşmaktadır. Adım boyu $S(n) AC(nT)$ 'nin $Vi(nT)$ yi yakalayana kadar her bir zaman periyodu sonunda ikiye katlanarak akümülatör ile toplanmaktadır. SP yazmacın tuttuğu değerler her zaman periyodu sonunda oluşan HUDM vuruşlarını oluşturmaktadır. $AC(nT) Vi(nT)$ 'yi yakaladıktan sonra, 2-bitlik sayaç belirli bir süre sonra '10' değerini alacaktır. Bu durum ise Şekil-3 de görülen kipleyci devrede, SP'nin 3'cü bitini faal duruma geçirecektir. Bundan sonra SP'nin toplam üç bitinde oluşan son değer özel veya kapısının sonucuna göre adım üreticisi olan adım yazmacı STR' ye iletilir. Özel veya kapısının çıkış değeri '0' ise STR değeri bir sola ötelenip, önceki STR değerinin ikiye katlanmasını sağlar. Bu durum, akümülatörün özellikle ilk başta $Vi(nT)$ 'yi yakalayana kadar geçen süre içinde

gerçekleşir. Şayet özel veya kapısının son çıkış değeri '1' ise bu durumda STR değeri bir sağa ötelenip önceki STR değerinin 2'ye bölünmesi sağlanır. 4 AS toplayıcı/çıkarıcı devre HUDM(n)'nin o anlık vuruş değerine göre, STR değeri ile akümülatörün ulaştığı son değer çıkarılıp yada toplanmasını sağlar. Şekil-3 HUDM için tasarlanan kipleme devreyi göstermektedir.



Şekil-3. HUDM kipleme devresi

Bu devrede 4-bitlik Çıkarıcı/Toplayıcı (4AS), akümülatör görevini üstlenmesi için 4-bitlik bir paralel ötelemeli yazmaç (STR). 4-bitlik bir dijital analog dönüştürücü (DAC), bir analog karşılaştırıcı (C), Adım boyunu belirlemek için iki bitlik bir sayaç tarafından kontrol edilen 3-bit (seçmeli iki ya da üç bit) sağa ötelemeli yazmaç (SP) kullanılmıştır. Şekil-4 ise kipleme devrede kullanılan STR'nin iç yapısını göstermektedir. STR'nin oluşturulmasında sağa ve sola ötelemeli yazmaç (J-K flip-flop) kullanılmıştır.

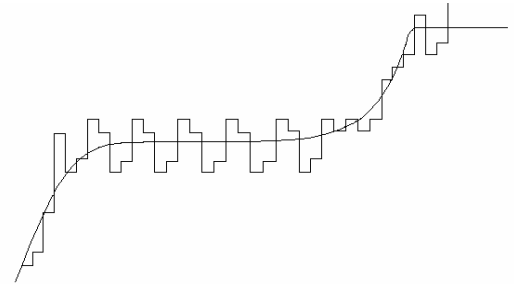


Şekil-4. HUDM de kullanılan STR yazmaç

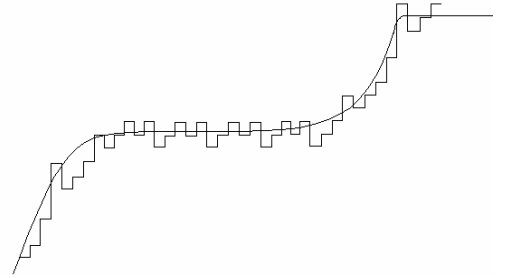
Şekil-4 de yukarıda bahsedildiği üzere; SL '1' değerini aldığı anda STR değeri bir basamak sola ötelenir, buda STR'nin o anlık değerinin iki ile çarpılmasını sağlar. SR '1' değerini aldığı anda ise STR değeri bir basamak sağa ötelenir, buda o anlık STR değerinin iki ile bölünmesini sağlar.

4. HUDM İÇİN GERÇEKLEŞTİRİM SONUÇLARI

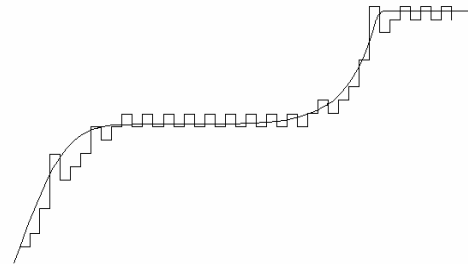
Geliştirilen HUDM'nin sonuçlarını daha iyi analiz edebilmek için sabit bir $V_i(t)$ işareti alınıp, önceden rapor edilen [1,2] UDM'ler ile karşılaştırılmıştır. Şekil-5a da daha önce rapor edilen [1,2] ve 2-bit SP kullanılan UDM için $V_i(t)$ analog giriş işaretine göre oluşan AC(nT) basamaklarını göstermektedir. Şekil - 5b de ise aynı UDM [1,2] devresinde 3-bitlik bir SP'nin kullanılması durumunda oluşacak AC(nT) basamaklarını göstermektedir. Şekil-5c de ise geliştirilen HUDM için gene aynı $V_i(t)$ girişine göre AC(nT) basamaklarının göstermektedir. Şekil-5 de geliştirilen HUDM de AC(nT) basamaklarının aynı $V_i(t)$ 'yi diğer iki UDM'ye göre daha istikrarlı takip ettiği görülmektedir. Sonuç olarak HUDM'de eğim aşırı yüklemeye hatası düşük olduğu halde, ortalama aşmalar daha düşük seviyede tutulabilmektedir.



(a) Kullanılan 2-bit STR için; $V_i(t)$ analog girişine göre oluşan AC(nT) basamakları.



(b) Kullanılan 3-bit STR için; $V_i(t)$ analog girişine göre oluşan AC(nT) basamakları.

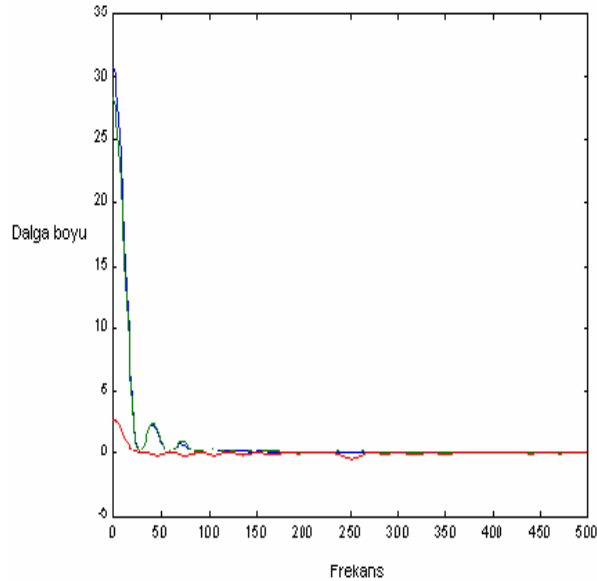


(c) HUDM de kullanılan 2-bit ya da 3-bit seçmeli STR için; $V_i(t)$ analog girişine göre oluşan AC(nT) basamakları.

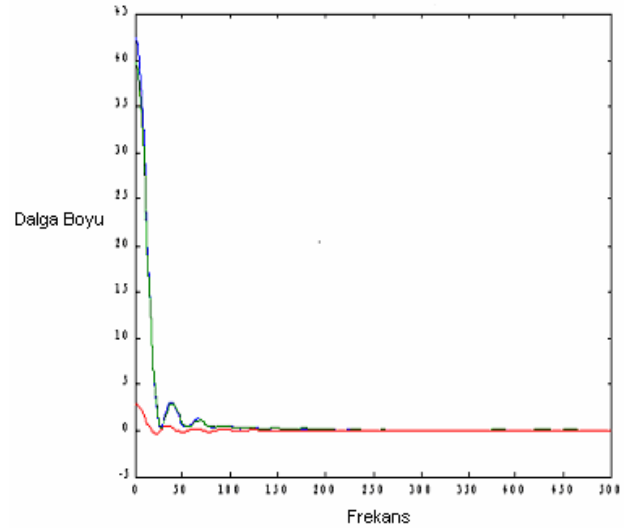
Fourier dönüşümleri kullanarak işaretler kolayca zaman alanından frekans alanına dönüştürülebilir. Bunun sonucunda Şekil-5 de verilen her bir UDM için güç analizi yapılabilir. Bu metot sayesinde her bir UDM için grafiklere bakılarak hata payları ve buna bağlı performansları karşılaştırılabilir. Her bir grafik üzerinde en alt çizgi, hata payını göstermektedir. Bu çizgi ne kadar düz olursa o kadar hata payının düşük olduğunu belirtir. Grafiklere bakılırsa, geliştirilen 2 ya da 3-bit seçmeli SP yazmacı kullanılan HUDM'nin; sadece 2-bit SP yazmacı kullanan UDM'lere göre daha iyi performans verdiği sonucuna varılır.

5. SONUÇ

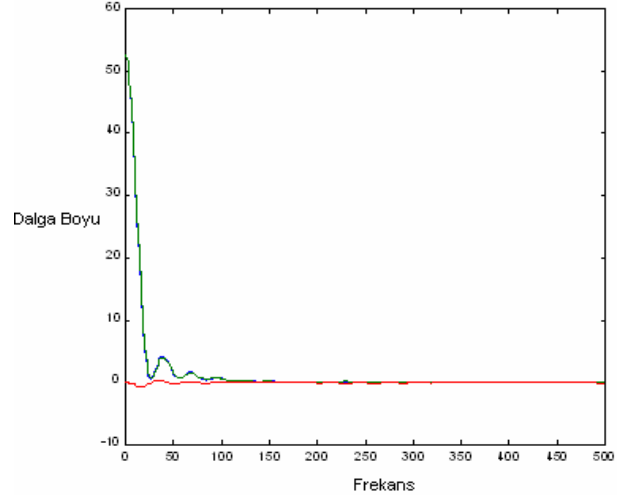
Önceki UDM'nin, donanım kısmında sadece ufak değişiklikler yapılmıştır. Bu değişiklikler; adım üreticisi (STR) kısmında, ötelemeli yazmaç yerine daha farklı bir devre kullanılarak yapılmıştır. Diğer bir değişiklik ise SP'nin üçüncü bitini kontrol eden 2-bitlik bir sayacın yerleştirilmesi olmuştur. Değişiklik sistemin basitliğini ve maliyetini etkilememiştir. Sonuç olarak oluşturulan HUDM'de eğim aşırı yüklenme hatası 100% intikal durumlarında önceden rapor edilen UDM'ye [3] göre düşük seviyede tutulabilirken, ortalama aşma miktarı da daha önce rapor edilen UDM [1,2] ye göre daha düşük seviyede çıkmaktadır. Aşmaların düşürülmesi filtreleme (Q post filtre) ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır.



(a) 2-bit SP kullanılan UDM için Güç Spektrumu



(b) 3-bit SP kullanılan UDM için Güç Spektrumu



(c) 2 ya da 3-bit seçmeli SP için Güç Spektrumu

KAYNAKLAR

- [1]. K. Balasubramanian, H.Çamur and H.Mahmutoğlu,"A Novel High performance Adaptive Delta Modulator " Proceedings of the 1999 IEEE Instrumentation and Measurements Technology Conference, Venice, Italy, May 1999,pp 204–208.
- [2]. K.Balasubramanian, H.Çamur and G.Uçkan "Improving the noise performance of the adaptive delta modem", Proceedings of the 2000 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, Baltimore, Maryland, USA,May2000
- [3]. K.Balasubramanian and G.Uçkan. "Reducing the spikes in the Adaptive delta modem", Proceedings of the first IEEE Balkan Conference on Signal Processing, Communication, Circuits and Systems. Technology Conference, Istanbul Turkey , June 2000
- [4]. G.Uçkan, K.Balasubramanian, Proceedings of the 10th Symposium of the Faculty of Architecture and Engineering; "Adaptive Delta Modems: New Perspective". Mersin 10 Turkey ,November 2001