

RADIX2 Fast Fourier Transform Modülü

Tasarım Raporu

Proje No: **YNGTK/XX-YY**
Doküman No: **XX**
Versiyon: **0.2**
Tarih: **21.08.2019**

HER HAKKI MAHFUZDUR. YAZILI İZİN OLMADAN DÖKÜMANLARIN
HİÇBİR KISMI KOPYA, KAYIT, BASIM VEYA HERHANGİ BİR ŞEKİLDE
ÇOĞALTILAMAZ VE YAYINLANAMAZ.

ALL RIGHTS RESERVED. REPRODUCTION OR ISSUING TO THIRD
PARTIES IN ANY FORM WHATSOEVER IS NOT PERMITTED WITHOUT
WRITTEN AUTHORIZATION FROM THE PROPRIETORS.

ONAY SAYFASI

Hazırlayan	İmza	Tarih
Buğra Tufan		21.08.19
Kontrol Eden	İmza	Tarih

GÜNCELLEME LİSTESİ

No	Tarih	Açıklama	Yetkili
1	21.08.19	Doküman oluşturuldu.	Buğra Tufan

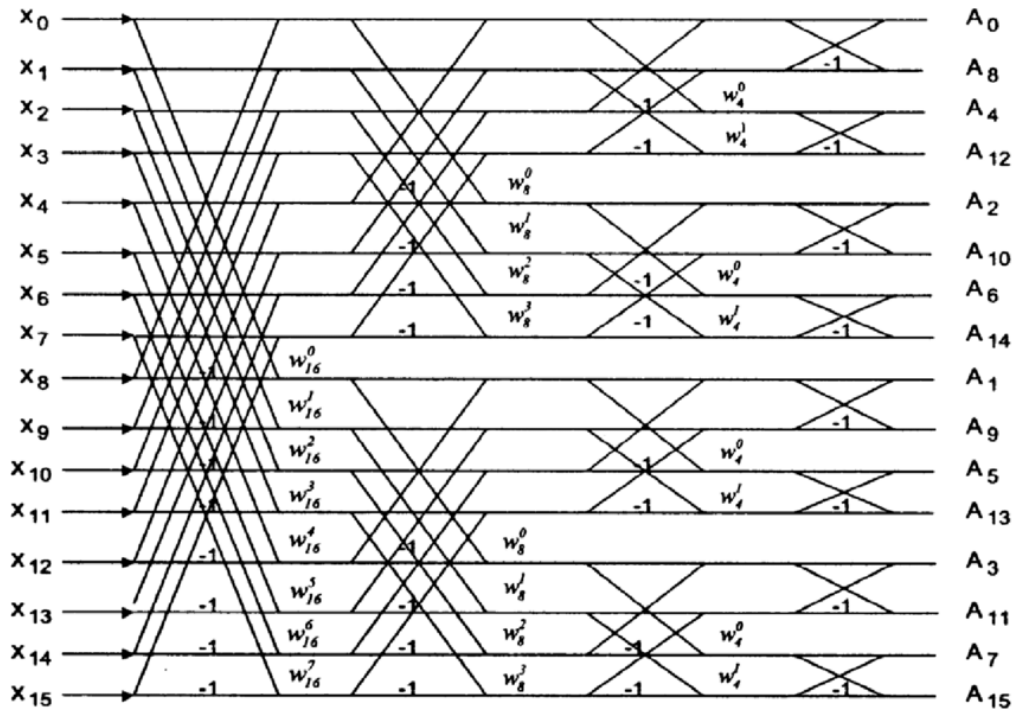
1. PROJE AÇIKLAMASI.....	4
2. SİSTEM ÖZELLİKLERİ	5
2.1. SİSTEM GİRDİLERİ VE ÇIKTILARI.....	5
2.2. IEEE-754 STANDARTI	5
2.3. KULLANILAN ALT MODÜLLER.....	6
TOPLAYICI.....	6
ÇARPICI.....	6
KOMPLEKS TOPLAYICI	6
KOMPLEKS ÇARPICI	6
2.4. BEKLENİLEN HATALI SONUÇLAR.....	6
3. SİSTEM TESTLERİ	7
3.1. MATLAB SİMULASYONU	7
3.2. VHDL SİMULASYONU.....	8
4. KAYNAKLAR.....	9
4.1. ALINTILAR	9
4.2. FAYDALI MAKALE VE LİNKLER	9

1. PROJE AÇIKLAMASI

Ayrık zamanlı Fourier dönüşümü (DFT), ayrık zamanlı sinyal işleme algoritma ve sistemlerinin analizi, tasarımı, gerçekleştirilmesi ile doğrusal filtreleme, korelasyon analizi ve spektrum analizi gibi sinyal işleme uygulamalarında önemli bir rol oynar. DFT'nin bu öneme sahip olmasının ardındaki temel neden DFT'yi hesaplamakta kullanılan verimli algoritmaların varlığıdır.

Bu projede giriş sinyalinin DFT'sini hesaplamak için FFT algoritması kullanılmıştır. FFT tekrarlanmayan sinyalleri dikkate almaz ve karmaşık sinyaller içinde periyodik olanları belirleyip harmonik bileşenlerine ayırır.

Bu proje kapsamında oluşturulan RADIX2 Modülü ile 16 noktalı örnekleme yaparak fast fourier transform işleminin gerçekleşmesi amaçlanmıştır. FFT hesaplamalarında Radix-2 FFT[1] methodu kullanılmıştır.



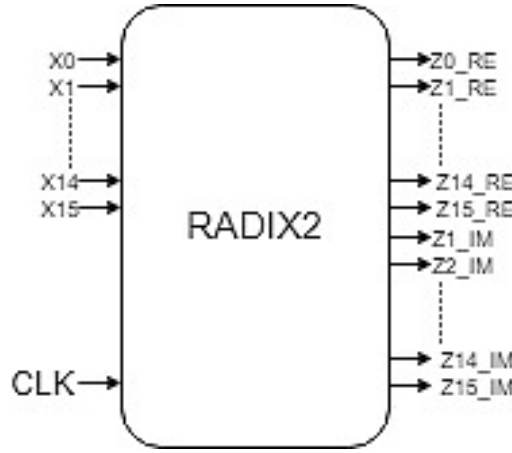
Diyagram 1: 16 noktalı Radix-2 Butterfly Diyagramı

2. SİSTEM ÖZELLİKLERİ

2.1. SİSTEM GİRDİLERİ VE ÇIKTILARI

Sistemin her biri 32 bitten oluşan IEEE-754 standardında 16 adet girdisi bulunmaktadır. Bu girdilere örneklenen sinyal değerinin girilmesi gerekmektedir.

FFT işleminin sonuçları IEEE-754 32bit standardında çıkmaktadır. 32 adet çıktı bulunmaktadır. Kompleks sayılar, kompleks kısım için ve reel kısım için ayrı olmak üzere 2 adet IEEE-754 32bit standardında çıktı olarak verilmektedir.



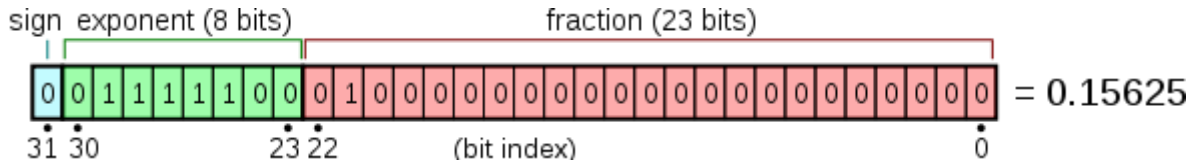
Diyagram 2: RADIX2 Modülü Girdi ve Çıktıları

2.2. IEEE-754 STANDARTI

Single-precision floating-point format, bilgisayar belleğinde 4 bayt (32 bit) kullanan ve kayan nokta kullanarak geniş bir dinamik değer aralığını temsil eden bir bilgisayar numarası biçimidir.

IEEE 754 standardı bir *binary32*'yi şunlara sahip olmasıyla belirtiyor:

- İşaret biti: 1 bit
- Üs genişliği: 8 bit
- Anlamlı duyarlılık: 24 bit (23 açıkça depolanmış)
-



Sistem girdi ve çıktılarında, hassas işlem yapabilmek için bu standart tercih edilmiştir.

2.3. KULLANILAN ALT MODÜLLER

TOPLAYICI

Toplama işlemlerinin yapılması için toplayıcı modülü tasarlanmıştır. Toplama işlemi yapılması için module giren 2 sayının üsleri eşitlenir ve virgüllü kısımları toplanır. Eğer sayıların işaretleri farklı ise virgüllü kısımlar birbirinden çıkartılır.

ÇARPICI

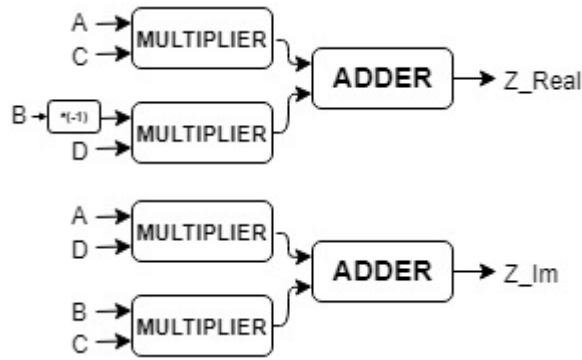
Çarpım işleminde üsler toplanır ve virgüllü kısımlar çarpılır. İşlem tamamlandıktan sonra çıktı oluşturulur. Çarpım işlemi için hazır bir kod [2] kullanılmıştır.

KOMPLEKS TOPLAYICI

Bu işlem için 2 adet toplama işlemi paralel olarak yapılmaktadır. Kompleks kısımlar ve reel kısımlar ayrı ayrı toplanarak işlem sonucu elde edilmektedir.

KOMPLEKS ÇARPICI

Kompleks çarpım işlemi için 4 adet çarpıcı ve 2 adet kompleks toplayıcı kullanılmaktadır.



Diyagram 3: $(A+Bi) \cdot (C+Di)$ Kompleks sayı çarpıcı

2.4. BEKLENİLEN HATALI SONUÇLAR

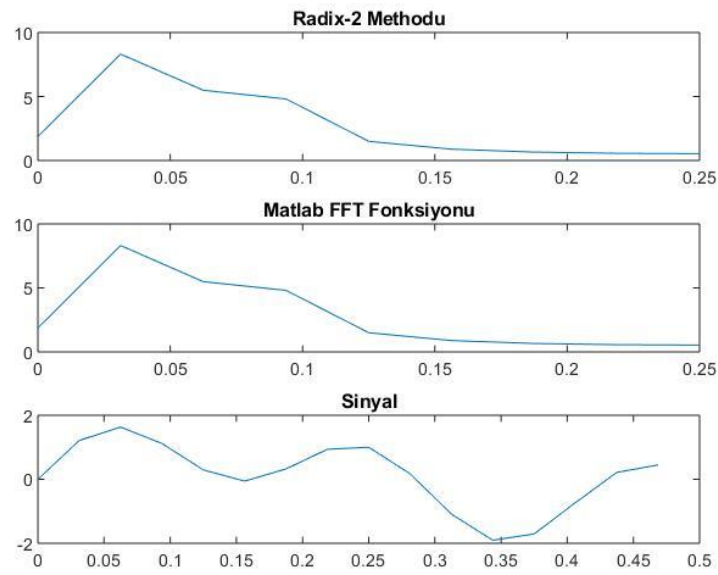
Sonucun 0 olduğu bazı durumlarda sıfıra çok yakın sonuçlar verebilmektedir.

3. SİSTEM TESTLERİ

3.1. MATLAB SİMULASYONU

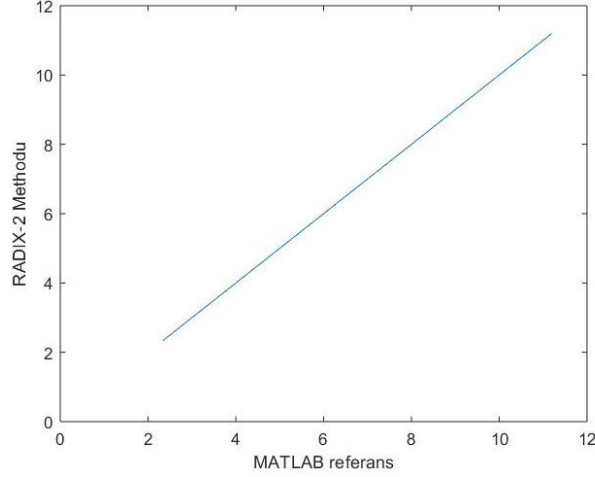
Radix-2 methodunun doğruluğunun test edilmesi amacıyla matlab üzerinde çeşitli grafikler oluşturulmuştur.

Sabit bir frekanstaki sinyalin fft sonuçları Grafik 1’de verilmiştir. Sonuçlar karşılaştırılmış ve aralarında fark bulunmadığı tespit edilmiştir.



Grafik 1: Tek bir sinyalde RADIX-2 Methodunun
MATLAB FFT fonksiyonu ile karşılaştırılması

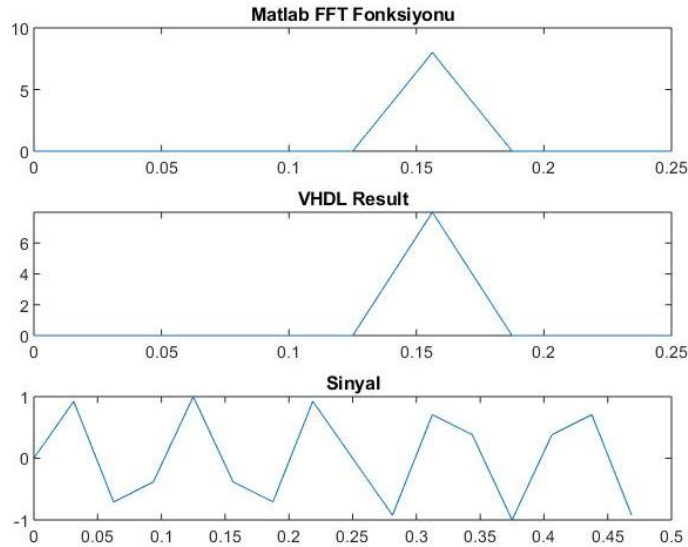
Bir frekans aralığında Radix-2 Methodunun ve Matlab'ın fft fonksiyonu ile tespit edilen maksimum değerin alındığı frekans noktaları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma grafiği Grafik 2'de gösterilmiştir.



Grafik 2: Bir frekans aralığında RADIX-2 Methodunun
MATLAB FFT fonksiyonu ile karşılaştırılması

3.2. VHDL SİMULASYONU

Sabit bir frekanstaki sinyalin MATLAB üzerinden FFT değeri ve Modül üzerinden değeri hesaplanarak grafiksel olarak karşılaştırılmıştır. İki sistemin de aynı girdiler altında aynı sonuçlar verdiği doğrulanmıştır. Sonuçlar Grafik 3'te verilmiştir.



Grafik 3: Sabit frekanslı sinyalin RADIX-2 ve
MATLAB FFT fonksiyonu sonuçları

4. KAYNAKLAR

4.1. ALINTILAR

[1] Ze-ke Wang, Xue Liu, “A combined SDC-SDF architecture for normal I/O pipelined radix-2 FFT”, IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, May 2014.

[2] <https://www.edaboard.com/showthread.php?52628-FLOATING-POINT-MULTIPLICATION-USING-VHDL>

4.2. FAYDALI MAKALE VE LİNKLER

Nandyala Ramanatha Reddy, Lyla B. Das, A.Rajesh, Sriharsha Enjapuri, Dept. of Electronics and Communication, NIT Calicut, Calicut, India, “ASIC Implementation of High speed Fast Fourier Transform Based on Split-Radix algorithm”, International Conference on Embedded Systems, 2014

754-2008 - IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic - IEEE Standard. [online] Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4610935>.

<https://www.beechwood.eu/fft-implementation-r2-dit-r4-dif-r8-dif/>

https://www.algorithm-archive.org/contents/cooley_tukey/cooley_tukey.html