

AGB Uygulamalar için Bir Doğrusal İşaret Birleşim Modeli

A Linear Signal Combination Model for UWB Applications

Yasin Oğuz
Elektrik-Elektronik Mühendisliği
Gümüşhane Üniversitesi
Gümüşhane, Türkiye
yasin.oguz@gumushane.edu.tr

Haydar Kaya
Elektrik-Elektronik Mühendisliği
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Trabzon, Türkiye
hkaya@ktu.edu.tr

Özetçe – Çok kısa süreli temel bant işaretlerle haberleşme ilkesine dayanan aşırı geniş bant (AGB) teknolojisini kullanan sistemler, haberleşme ve radar uygulamalarında son yıllarda büyük ilgi görmekte ve bu nedenle hızla gelişmektedir. AGB işaretler çok geniş frekans aralığına yayılmış bir spektrumu işgal ettikleri için, AGB uygulamalarında dikkate alınması gereken en önemli konulardan biri frekans bölgesi paylaşımıdır. Mevcut haberleşme sistemleri ile olası bozucu girişimleri engellemek veya en aza indirmek amacıyla AGB uygulamalarında uyulması gereken EIRP sınır değerlerinin spektral dağılımı FCC (Federal Communications Commission) tarafından belirlenmiştir. Bu çalışmada FCC tarafından belirlenmiş AGB yayılım maskesine uygun dalga biçimlerinin üretilebilmesi için bir doğrusal işaret birleşim modeli kurulmuş ve ilgili matematiksel ifadeler verilmiştir.

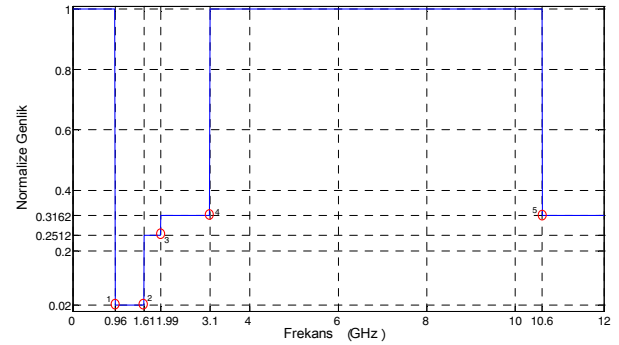
Anahtar Kelimeler – AGB haberleşme; AGB dalga biçimi oluşturma; AGB darbe şekillendirme.

Abstract – Systems that use UWB technology based on communication with baseband signals of very short duration recently attract attention in communication and radar application, and thereof have been improving rapidly. Because UWB signals occupy a spectrum that is spread about very wide frequency band, one of the principal issues that need to be considered in UWB applications is the frequency allocation. In order to minimize or prevent possible distorting interferences with existing communication systems, spectral distribution of mandatory EIRP limit values has been determined by FCC in UWB applications. In this study, a linear signal combination model has been established and on mathematical expressions have been provided for production of wave forms are suitable UWB emission mask specified by FCC.

Keywords – UWB; UWB Waveform design; UWB Pulse Shaping.

I. GİRİŞ

Aşırı Geniş Bantlı (UWB - Ultra Wideband) haberleşme çok kısa süreli temel bant işaretler ile haberleşme ilkesine dayanmaktadır. Genellikle nanosaniyelik değişik darbe biçimlerinden oluşan,



Şekil 1. Bina içi haberleşme için işaret genliği olarak normalize FCC AGB yayılım maskesi (V_{FCC})

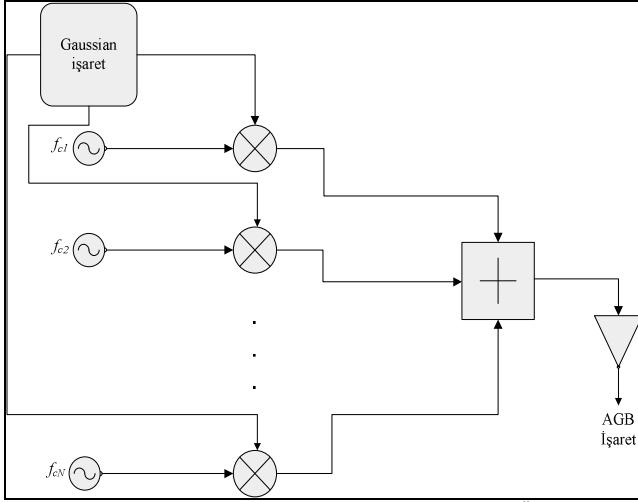
GHz'ler mertebesinde frekans bandına sahip olan işaretler kullanılır [1-3]. Aşırı geniş bant teknolojileri, hızlı teknolojik gelişmeler sayesinde yüksek hızlı, düşük maliyetli ve düşük güçte çalışan kısa mesafe için kablosuz haberleşme sistemlerinin geliştirilmesinde önem kazanmaktadır. [4-9].

AGB uygulamalarında ele alınan en önemli konulardan biri de frekans bölgesi paylaşımıdır [10]. AGB uygulamaları için EIRP sınır değerlerinin spektral dağılımı Şubat 2002' de FCC tarafından yayınlanan raporda belirlenmiştir [11].

Bu nedenle bu yayılım maskesine uygun dalga biçimlerinin üretilmesi üzerinde durulan çalışma alanlarından biridir. Bu çalışmada da, AGB yayılım maskesine uygun dalga biçimlerinin üretilebilmesi için bir doğrusal işaret birleşim modeli sunulmuştur.

II. DOĞRUSAL İŞARET BİRLEŞİM MODELİ

Doğrusal işaret birleşim yöntemi, seçilen temel bir işaret üzerinden frekans bölgesinde uygun genlik değerleri, işaret bant genişlikleri ve spektral konumları belirlenerek çoklu sayıda işaretin birleşimi yoluyla istenilen işaret dalga biçiminin elde edilmesi olarak açıklanabilir. İşaret bant genişlikleri ve spektral konumlar ile ilgili parametreler Şekil 1'de verilen normalize FCC yayılım maskesinde belirtilen 1,2,3,4 ve



Şekil 2. Doğrusal işaret birleşimini kullanan AGB işaret Üretici

5 nolu köşe noktalarından yararlanılarak belirlenir. Bu çalışmada temel işaret olarak (1) ve (2) ifadeleri ile verilen gaussian modülasyonlu sinüzoidal işaretler seçilmiştir.

$$v_{bs}(t) = \sqrt{2}Ae^{-t/\tau} \cos(2\pi f_c t) \quad (1)$$

$$V_{bs}(f) = \sqrt{\frac{\pi}{2}}A\tau \left(e^{-\pi\tau(f-f_c)^2} + e^{-\pi\tau(f+f_c)^2} \right) \quad (2)$$

Burada; A, genlik katsayısı, τ , zaman ölçekleme faktörü f_c , merkez frekansı'dır. Zaman ölçekleme faktörü τ , Gaussian işaretin darbe genişliğini, merkez frekansı f_c , spektral konumunu belirleyen parametredir. Şekil 1'de verilen yayılım maskesinde 3.1GHz-10.6GHz aralığı için modelimizi uygularsak Şekil 3'deki model elde edilir. Şekil 1'de görüldüğü gibi 3.1GHz – 10.6 GHz aralığı için sınır noktaları 4 ve 5 nolu köşe noktalarıdır. Şekil 3'de;N, kullanılan toplam temel işaret sayısını, B_c , komşu iki temel işaretin ilk kesişim noktasını, $2B_{cf}$: Komşu iki temel işaretin merkez frekansları arasındaki farkı, f_{cn} , n. merkez frekansını göstermektedir. Modeli matematiksel olarak gerçeklemek için aşağıdaki adımlar takip edilir.

1.adım: N ve B_c değerleri seçilir.

2.adım: 4 ve 5 nolu köşe noktalarını aşmayacak dağılıma sahip temel işaret için f_{c1} değeri;

$$f_{c1} = \frac{6.85 \times 10^9 + 3.1 \times 10^9 \frac{\sqrt{-\ln(B_c)}}{\sqrt{-\ln(0.3162)}} (N-1)}{1 + \frac{\sqrt{-\ln(B_c)}}{\sqrt{-\ln(0.3162)}} (N-1)} \quad (3)$$

ifadesiyle hesaplanır.

3.adım:

$$B_{cf} = \frac{\sqrt{-\ln(B_c)}}{\sqrt{-\ln(0.3162)}} (f_{c1} - 3.1 \times 10^9) \quad (4)$$

ifadesi ile B_{cf} değeri hesaplanır.

4.adım: τ değeri ;

$$\tau = \frac{\sqrt{-\ln(0.3162)}}{\pi(f_{c1} - 3.1 \times 10^9)} \quad (5)$$

ile hesaplanır. Böylece temel işaret için gerekli dalga biçimi parametreleri çıkartılmış olur.

5.adım: $n=1 \dots N$ 'ye kadar tüm temel işaretler için f_c değerleri

$$f_{cn} = f_{c1} + 2B_{cf}(n-1) \quad (6)$$

ile elde edilir .

6.adım: Elde edilen bütün değerler

$$V_{cs}(f) = \sum_{n=1}^N \sqrt{\frac{\pi}{2}}A\tau \times \left(e^{-\pi\tau(f-f_{cn})^2} + e^{-\pi\tau(f+f_{cn})^2} \right) \quad (7)$$

genel ifadesinde yerine konur ve üreteç çıkışındaki işaret elde edilir.

Elde işaretin ele alınan frekans bölgesi için spektrum kullanma verimi ;

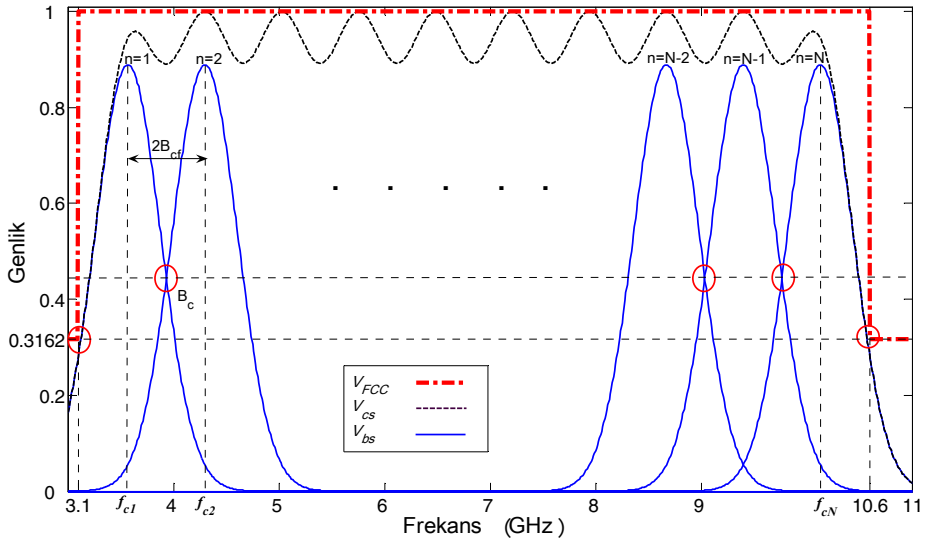
$$\psi = \frac{\int_{\text{ÇFA}} |V_{cs}(f)|^2 df}{\int_{\text{ÇFA}} |V_{FCC}(f)|^2 df} \quad (8)$$

ile hesaplanır. Burada

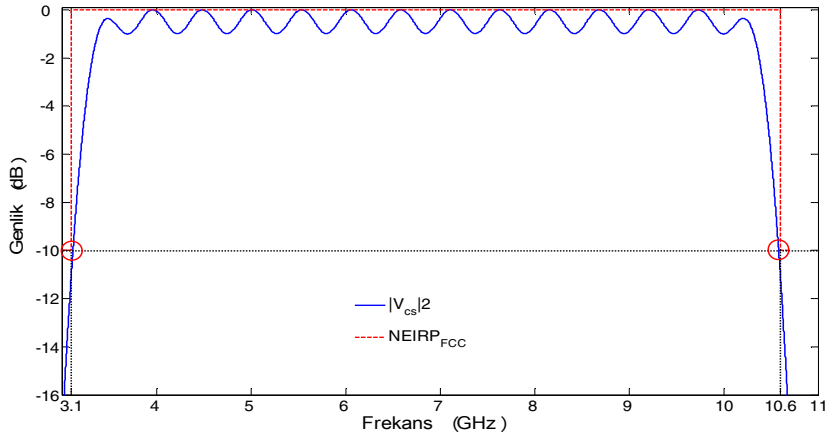
ÇFA: Çalışma frekans aralığı'dır [12].

III. BENZETİM ÖRNEKLERİ

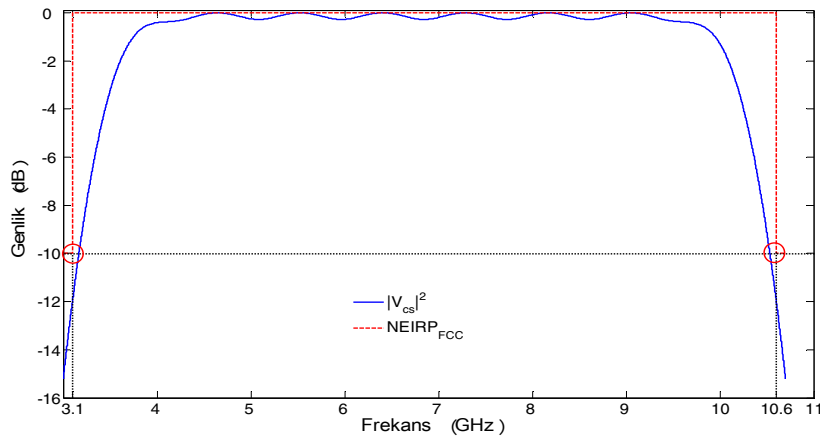
Şekil 4'de $N=14$, $B_c=0.5$ ve Şekil 5'de $N=8$, $B_c=0.6$ olmak üzere, bina içi uygulamalar için 3.1–10.6 GHz aralığında Gaussian modülasyonlu sinüzoidal işaretler kullanılarak doğrusal işaret birleşimi yöntemi ile elde edilen dalga biçimlerinin spektral dağılımları gösterilmektedir. Burada $V_{FCC}(f) = \sqrt{NEIRP_{FCC}(f)}$ dir.



Şekil 3. Bina içi uygulamalarda 3.1-10.6 GHz bölgesi için doğrusal işaret birleşimi ile dalga biçimi elde etme



Şekil 4. $N=14$ ve $B_c=0.5$ için $|V_{cs}|^2$ ve $NEIRP_{FCC}$ 'nin spektral dağılımı



Şekil 5: $N=8$ ve $B_c=0.6$ için $|V_{cs}|^2$ ve $NEIRP_{FCC}$ 'nin spektral dağılımı

	$N = 14, B_c=0.5$	$N = 8, B_c=0.6$
f_{cl}	3.4382 GHz	3.7622 GHz
B_{cf}	262.44 MHz	441.11 MHz
τ	1.0098 ns	0.5157 ns

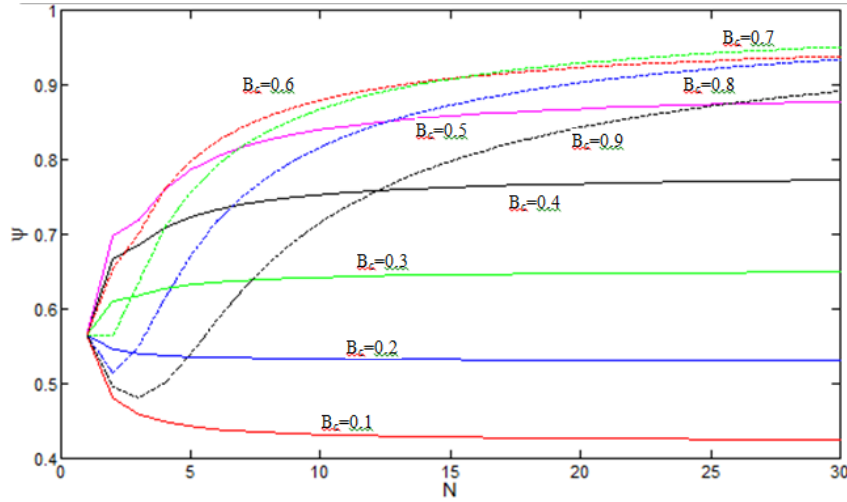
Tablo 1. Kullanılan temel işaret parametreleri

Tablo 1’de ise bu dalga biçimleri için kullanılan temel işaret parametreleri verilmiştir. Elde edilen her iki dalga biçimi için de spektrum kullanma verimi $\psi=0.85$ olarak hesaplanmıştır. Şekil 6’ da farklı B_c değerleri için ψ ’nin N ’ye göre değişimi verilmiştir. Şekil 6’dan da görüldüğü üzere ψ ’nin değeri, kullanılacak işaret sayısı N arttıkça B_c ’nin düşük değerleri için doyuma gitmektedir. Diğer bir deyişle herhangi bir B_c değeri için ulaşılabilecek belli bir ψ değeri vardır. Bu değerden sonra işaret sayısının artırılması spektrum kullanma verimini çok fazla artırmamaktadır. Kullanılacak işaret

sayısını arttırdıkça buna bağlı olarak B_c değerini de belli noktalardan sonra artırmak daha yüksek spektrum kullanma verimi elde edilmesini sağlar. Sonuç olarak, ulaşılmak istenen belli bir spektrum kullanma verimi için uygun B_c değeri seçilerek daha az sayıda temel işaretle istenilen dalga biçimi elde edilebilir.

IV. SONUÇLAR

Bu çalışmada yüksek spektrum kullanma verimlerine sahip AGB dalga biçimleri elde etmek için bir kullanılabilecek bir yöntem gösterilmiştir. Önerilen yöntem belli bir frekans aralığına uygulanabildiği gibi tüm frekans bandına da uygulanabilmektedir. Bu model, diğer modellere göre daha basit bir yapıya sahip olmasının yanında, türev alma gibi gerçekleşmesi uygulama açısından zor olan işlemler yerine sadece oluşturulan tek bir Gaussian işaret üzerinden taşıyıcı modülasyonu ile elde edilen işaretlerin doğrusal birleşimine dayanmaktadır.



Şekil 6: Farklı B_c değerleri için ψ ’nin N ile değişimi

KAYNAKÇA

- [1] Mihai, B., Ultra Wide Band Technologies, Ad Hoc Mobile Wireless Networks– Research Seminar on Telecommunications Software, 2002.
- [2] Win, M. Z. ve Scholtz, R. A., Impulse radio: How it works, IEEE Communications Letters, 2, 2(1998) 36-38.
- [3] Scholtz, R. A. ve Win, M. Z., Impulse Radio, 8th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, PIMRC’97, 1997, Helsinki Finland, 245-267.
- [4] Yang, L. ve Giannakis, G.B., Ultra-Wideband Communications: An Idea Whose Time Has Come, IEEE Signal Processing Magazine, 21, 6 (2004) 26-54.
- [5] Shen, X., Guizani, M., Qiu, R.C. ve Le-Ngoc, T., Ultra-Wideband Wireless Communications and Networks, John Wiley & Sons, England, 2006.
- [6] Arslan, H., Chen, Z.N. ve Di Benedetto, M.G., Ultra Wideband Wireless Communication, John Wiley & Sons, New Jersey, 2006.
- [7] Reed, J.H., An Introduction to Ultra Wideband Communication Systems, Prentice Hall, USA, 2005.
- [8] Nekoogar, F., Ultra – Wideband Communications: Fundamentals and Applications, Prentice Hall, USA, 2005.
- [9] Siwiak, K. ve McKeown, D., Ultra-Wideband Radio Technology, John Wiley & Sons, England, 2004.
- [10] Oppermann, I., Hamalainen, M. ve Iinatti, J., UWB Theory and Applications, John Wiley & Sons, England, 2004.
- [11] FCC, Federal Communications Commission, First report and order 02-48, February 2002.
- [12] Oğuz, Y., Aşırı Geniş Bantlı Sistemlerde Dalga Biçimi Oluşturma Ve Anten Sisteminin Bozucu Etkisinin Azaltılması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2008.