

Sprott H Kaos Üreticinin FPAA Kullanılarak Gerçekleştirilmesi

Enis Günay^{1*}, Kenan Altun², Cengiz Ünal³

¹Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye
egunay@erciyes.edu.tr

²Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Türkiye
kaltun@cumhuriyet.edu.tr

³Çevre ve Şehircilik ve İl Müdürlüğü, Sivas, Türkiye
EEEcengizunal@hotmail.com

Özetçe

Yeniden yapılandırılabilir donanımlar uzun bir süredir devre tasarımcılarının ve mühendislerin ilgi alanı olmuştur. Alanda Programlanabilir Analog Diziler (*Field Programmable Analog Arrays-FPAAs*) ise esnek yapıları ve doğrudan analog çıkış vermeleri sayesinde programlanabilir ve yeniden yapılandırılabilir donanımlar arasında son yıllarda ön plana çıkmıştır. Bu çalışmada daha önce ayrık devre elemanları ile gerçekleştirilmiş olan Sprott H kaos üretici, *FPAA* platformunda yeniden gerçekleştirilmiştir. Elde edilen deneysel sonuçlar ortaya konmaktadır.

Anahtar Kelimeler — FPAA; Sprott H ; kaos.

FPAA Implementation of Sprott H Chaos Generator

Abstract

For along time Circuit designers and engineers interest on reconfigurable hardwares. Recent years Because of their flexible structure and analog outputs, *Field Programmable Analog Arrays (FPAAs)* attracts attention among the reprogrammable and reconfigurable hardwares. In this study Sprott case H chaos generator which was realized by using discrete circuit elements, is reactualized in FPAA platform. The obtained experimental results are observed.

Keywords— FPAA; Sprott H; chaos.

1. GİRİŞ

Elektronik devre tasarımında yeniden yapılandırılabilir donanımlar uzun bir süredir devre tasarımcılarının ve mühendislerin ilgi alanı olmuştur. Bu yapılar içerisinde Programlanabilir Kapı Dizileri (Field Programmable Gate Arrays - FPGAs) ve FPAA üzerinde en çok çalışma yapılan yapılarıdır. Çoğunlukla işaret işleme uygulamalarında kullanılan *FPAA*'lar, analog çıkışların elde edilebilmesi, kolay ve esnek programlanabilme özelliklerinden dolayı bir çok alanda kullanılmaktadır. [1]. Bu alanlardan bir tanesi olan kaotik işaret üreticilerinin modellenmesi uygulamaları son yıllarda gittikçe artmaktadır. Kaotik işaret üreticilerinin ayrık devre elemanları ile gerçekleştirilmeleri ve aynı sonuçların elde edilmesi mümkün olmayabilir. Doğrusal olmayan karakteristiğe sahip elemanlar ve hassas değerlere sahip pasif elemanlar nedeniyle tümlşik devre yapılarına karşı bir ilgi oluşmuştur. Bu nedenle analog sinyal üretebilen ve kolay tasarımı ve kullanımı nedeniyle *FPAA*'lar kaotik işaret üretiminde hızlı ve esnek bir çözüm yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır [2].

FPAA yapılar gerek yeni bir tasarımın gerekse de var olan bir tasarımın hassas parameter düzenlemelerinin yapılmasına olanak sağlayan analog bir tüm devre olarak bilinir. Ancak FPAA yapıların en büyük dezavantajı dinamik sahanın $\pm 2V$ saturasyon seviyesinde olmasıdır. Bu nedenle FPAA tasarımından önce gerçekleştirimi yapılacak tasarımın öncelikle bilgisayar benzetimi gerçekleştirilmelidir. Bu sonuçlara göre tasarım yeniden ölçeklendirilerek FPAA yapısına uygun hale getirilmelidir.

Bu çalışmada *Sprott H* kaos üreticinin *FPAA* platformunda nasıl modellenebileceği gösterilmekte ve bilgisayar benzetimi ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılmaktadır.

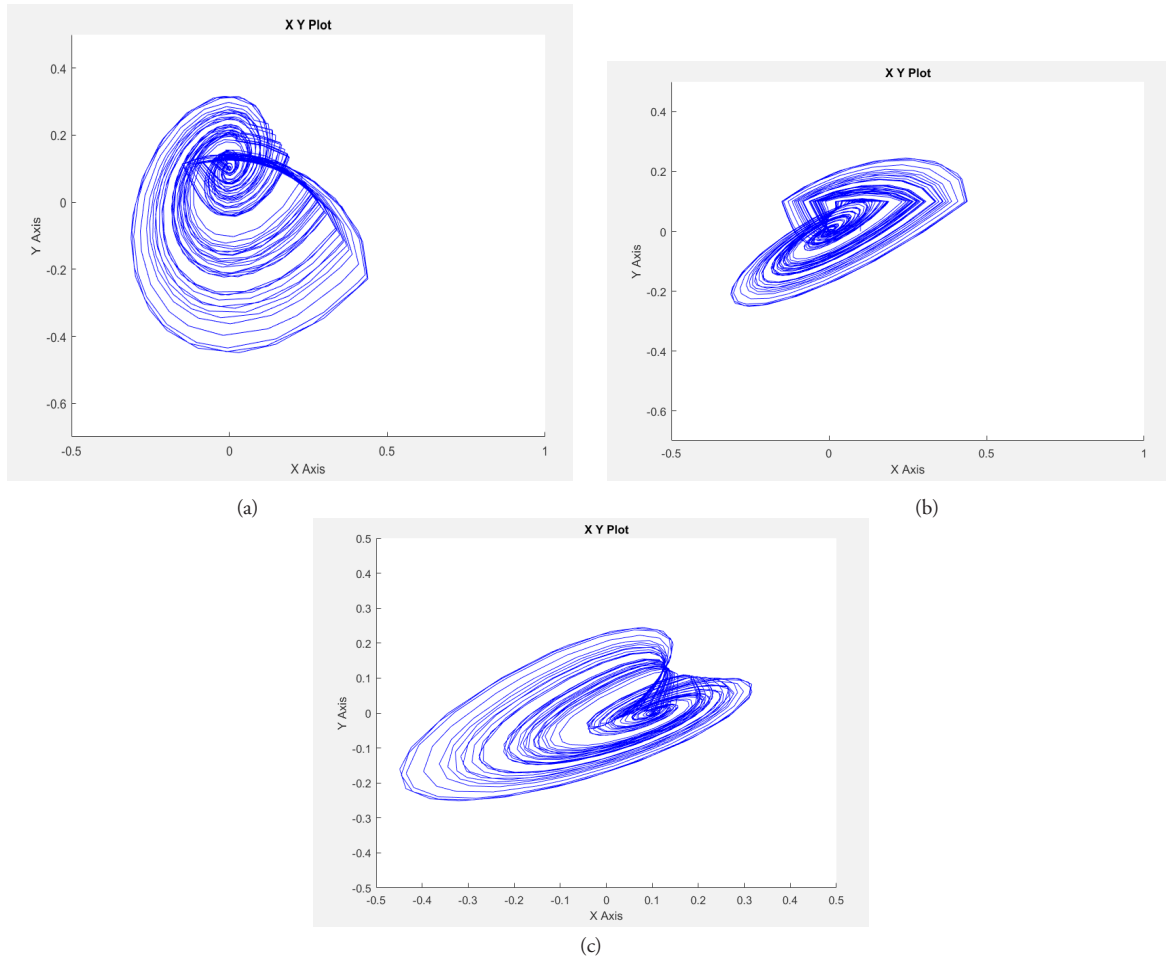
(*) Corresponding author

II. SPROTT H KAOS ÜRETECİNİN SİMULINK UYGULAMASI

Kaotik sinyal üretici kullanılarak gerçekleştirilen ve bir çok uygulamala alanı bulunmakla beraber özellikle haberleşme sistemlerinde kaos sinyali en temel yapıdır. Bu bakımdan üretilen kaotik sinyallerin gerçekleştirilmesi önem kazanmaktadır. Sprott_94_h kaos üretici ise gerek basit yapısı gerekse de zengin kaotik davranışı nedeniyle dikkat çekmektedir. Sprott_94_h kaotik üretee ait üç boyutlu dinamik sistem denklemleri denklem(1) ile gösterilmektedir [17].

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -y + z^2 \\ \frac{dy}{dt} &= x + 0,5y \\ \frac{dz}{dt} &= x - z\end{aligned}\quad (1)$$

(1) nolu denklemlerde x,y,z durum değişkenlerini (*state controls*), ifade etmektedir. Sistemin hassas başlangıç şartları ile bilgisayar benzetimleri denklem (1)'de ortaya konulan sistemin kaotik çekerleri Şekil.1 ile verilmektedir.



Şekil 1. *Sprott H sisteminin Matlab/Simulink ortamında gerçekleştirilmesi sonucu elde edilmiş* kaotik sinyal :(a) x - y düzleminde gözlemlenen kaotik çeker

Denklem (1) ile ortaya konulan *Sprott H* sistemi ile kaotik sinyaller elde edilmiş ve güvenli haberleşme sistemleri için uygulama çalışmaları yapılmıştır. [12].

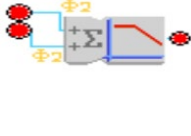
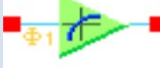
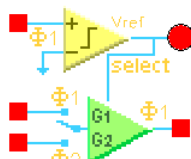
III. SPROTT H KAOS ÜRETECİNİN FPAA TASARIMI

FPAA yeni bir tasarımın veya var olan tasarım üzerinde yapılması planlanan bir modifikasyonun kolaylıkla gerçekleştirilmesine imkân sağlayan programlanabilir bir tüm devredir. Analog fonksiyonların çözümünde etkili ekonomik çözümler sunar [1,2].

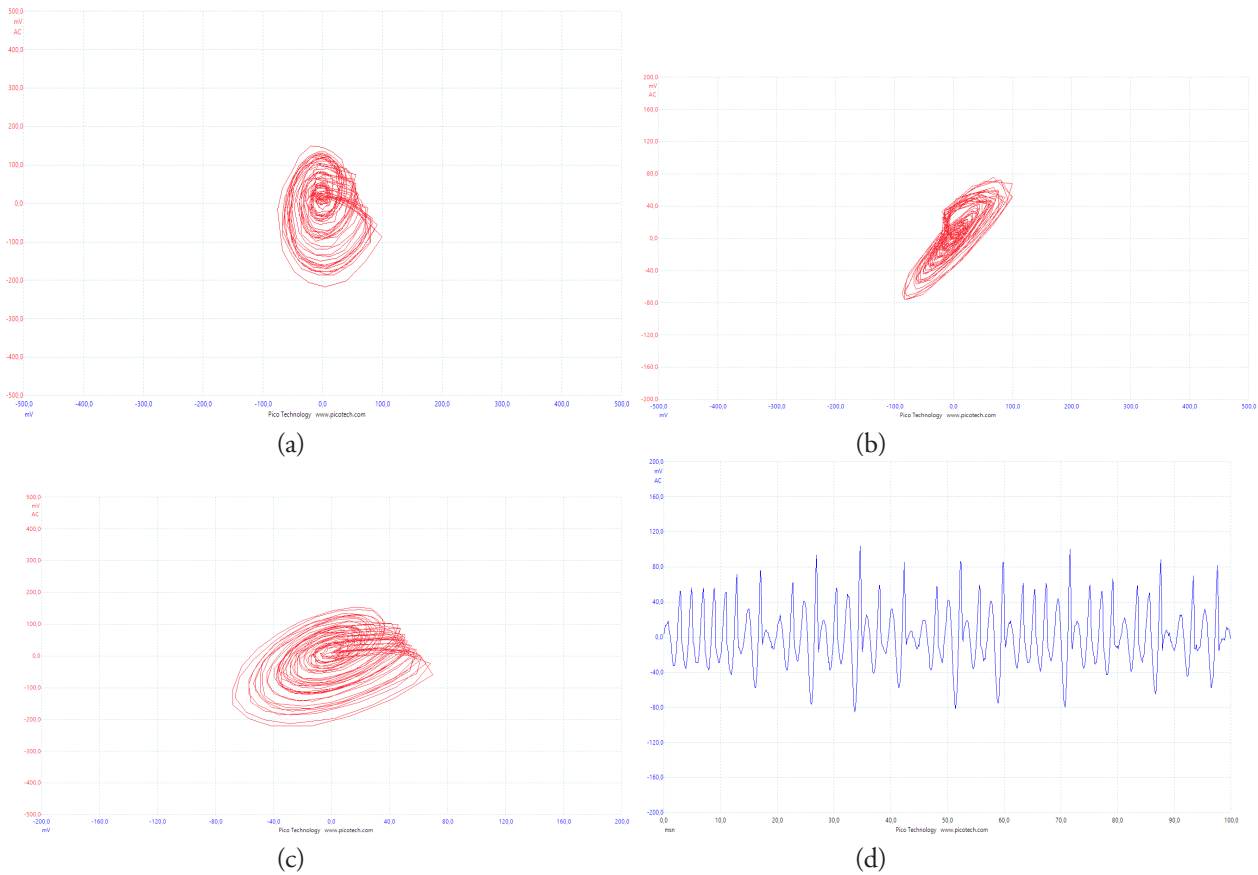
Bir sistemin *FPAA* kullanılarak tasarlanabilmesi için önce nümerik analiz yapılmalı yani test edilmelidir. *FPAA*'nın dinamik sahasının $\pm 2V$ saturasyon seviyesine sahip olmasından dolayı nümerik analiz sonucuna göre sistem yeniden ölçeklendirme işlemine tabii tutulması gerekebilmektedir. Ölçeklendirme sonrası sistem *FPAA* arayüzü kullanılarak modellenir ve USB port aracılığıyla *FPAA* geliştirme kartına yüklenir. Geliştirme kartına yüklenen sistem osiloskop ile analiz edilerek deneysel sonuçlar ile nümerik analiz sonuçları karşılaştırılır ve sonuçlar uyuşana kadar parametre ayarlaması yapılır [2].

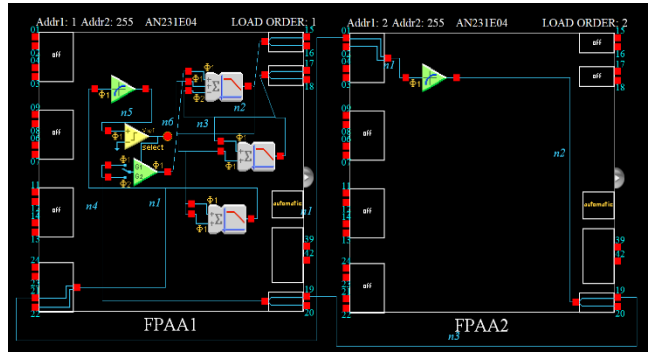
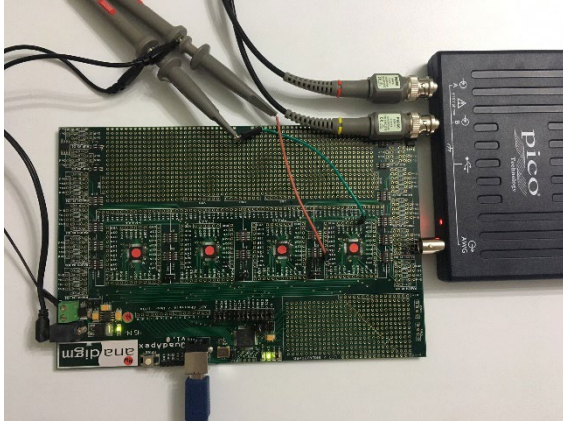
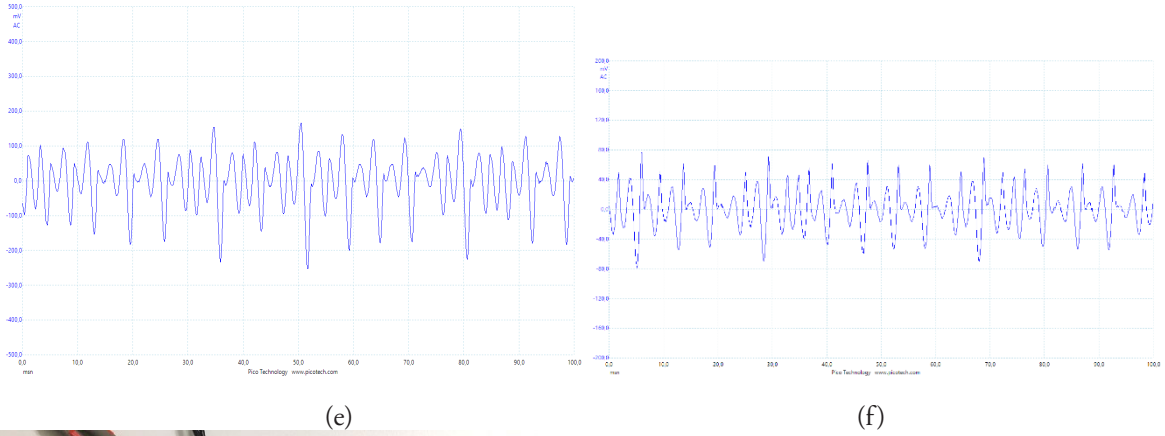
Sprot H kaotik sisteminin *FPAA* gerçekleştiriminde elde edilen x-y düzlemindeki kaotik çeker görüntüsü, *FPAA* gerçekleştirim şeması ve deneysel kurulum resmi Şekil 3'te sırasıyla görülmektedir. Tablo 1'de *FPAA* gerçekleştirim şemasında kullanılan bloklar tanımlanmakta ve kullanım amaçları gösterilmektedir.

Tablo 1. *FPAA* Gerçekleştirim Blok Şeması.

FPAA GERÇEKLEŞTİRİM BLOKLARI		
SUMFILTER BLOCK		SUMFILTER bloklarından x_1 , x_2 ve x_3 durum değişkenleri elde edilmektedir. Bu blok Laplace dönüşümü ile integral alıcı olarak çalışmaktadır.
TRANSFER BLOCK		Transfer Bloğu
GAINSWITCH BLOCK		Giriş sinyalini referans değerine göre anahtarlama olarak çalıştırır

Yazılım ara yüzünde modellendikten sonra *Sprot H Kaotik Sistemi* Şekil 3' te gösterildiği gibi *FPAA* geliştirme kartına gönderilmiştir. *FPAA* geliştirme kartının giriş/çıkış terminaleri kullanılarak X-Y modunda kaotik dinamikleri dijital osiloskop kullanılarak deneysel olarak ölçülmüştür. Kullanılan dijital osiloskop ile elektronik devreden alınan elektriksel işaretlerin bilgisayar ekranında görüntülenmesine ve nümerik değerler dizisi şeklinde kaydedilmesine imkân sağlamaktadır.





Şekil 3. FPAA kullanılarak gerçekleştirilen *Sprott H* kaos üreticinin a) x - y düzlemindeki kaotik dinamiği, b) y - z düzlemindeki kaotik dinamiği, c) x - z düzlemindeki kaotik dinamiği, d) x dinamiğinin zaman dömenindeki gösterimi, e) y dinamiğinin zaman dömenindeki gösterimi, f) z dinamiğinin zaman dömenindeki gösterimi, g) deney düzeneği AN231K04-QUAD4 tipi FPAA QuadApex geliştirme kartı PicoScope osiloskop, h) FPAA gerçekleştirim şeması.

SONUÇ

Bu çalışmada literatürde daha önce tanıtılmış olan *Sprott H* kaotik sisteminin FPAA platformunda deneysel olarak doğrulanması yapılmıştır. Şekil 3'te sırasıyla verilen kaotik çeker ve zaman domenindeki kaotik dinamikler deneysel çalışmanın nümerik sonuçlar ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

BİLGİLENDİRME

Bu konferansta sunulan çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince FDK-2016-6757 nolu projesi ile desteklenmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] George, S., Kim, S., Shah, S., Hasler, J., Collins, M., Adil, F., Wunderlich, R., Nease, S., Ramakrishnan S., "A Programmable and Configurable Mixed-Mode FPAA SoC", IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, Volume 24 Issue 6, January 07, 2016.
- [2] Kılıç, R., A Practical Guide for Studying Chua's Circuits, World Scientific Series on Nonlinear Science, Series A- Vol. 71, World Scientific Publishing, 2010.
- [3] L. O.'Chua and R. L. P.Ying, "Finding all solutions of piecewise linear circuits," J. Circuit They Appl., vol. 10, pp. 201-229, 1982.
- [4] M. P. Kennedy and L. O. Chua, "Neural networks for nonlinear programming," ZEEE Trans. Circuits Syst., vol. 35, pp. 554-562, May 1988.
- [5] P. Arena, L. Fortuna, A. Rizzo and M. G. Xibilia, "Extending the CNN paradigm to approximate chaotic systems with multivariable nonlinearities," 2000 IEEE International Symposium on Circuits and Systems. Emerging Technologies for the 21st Century. Proceedings, Geneva, 2000, pp. 141-144 vol.5.
- [6] P. Arena, A. Basile, M. Bucolo and L. Fortuna, "Teaching CNN and learning by using CNN," Proceedings of the 2002 7th IEEE International Workshop on Cellular Neural Networks and Their Applications, 2002, pp. 595-600.

- [7] D. Cafagna and G. Grassi, "Two-cell cellular neural networks: generation of new hyperchaotic multiscroll attractors," *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks, 2003.*, 2003, pp. 924-929 vol.2.
- [8] Arena, P., Baglio, S., Fortuna, L. & Manganaro, G., "Generation of n-double scrolls via cellular neural networks," *Int. J. Circuit Th. Appl.*24, 123–125, 1996.
- [9] E. Günay, M. Alçı, R. Kılıç, "A Chaos Synchronization Study: Continuous & Impulsive Synchronization Between SC-CNN-Based Circuit and Chua's Circuit", *Proceedings of the 2003 Workshop on Nonlinear Dynamics of Electronic Systems*, pp.97-100, 2003.
- [10] Günay, E. , "MLC circuit in the frame of CNN", *Int. J. Bifurcation and Chaos*, 20, 3267–3274, 2010.
- [11] Chua, L., Komuro, M. & Matsumoto, T. "The double scroll family," *IEEE Trans. Circuits Syst.*33,1072–1118, 1986.