

**University of Mosul
College of Computer Science
and Mathematics**



**The Self-Excited and Hidden Attractors in The
Nonlinear Dynamical Systems**

Maryam Amer Aswad Farhan Al-hayali

M.Sc. Thesis

Mathematics/Computational Mathematics

Supervised by

Assistant Professor

Dr. Saad Fawzi Jasim Al-Azzawi

Abstract

The concept of Self-Excited and Hidden Attractors is considered as one of the most interesting topics at the present time. This is due to its importance in the classification of the non-linear systems and stability, and its useful in many engineering applications and electronic circuits.

In this thesis, two Dissipative non-linear dynamical systems are constructed. One of the system is four-dimensional and the other is five-dimensional, using a strategy State Feedback Control relying on the three-dimensional Sprott systems. The two proposed systems fulfilled two conditions from the conditions introduced by Sprott in 2011 to generate new systems. Where the two systems are characterized by having the minimum number of terms compared to the available systems, and it possessed a Self-Excited and Hidden attractors. Also, Multistability of these systems with different initial conditions under the same set of parameters is consider. Chose was handled in two ways: Anti-Synchronization and Hybrid Projective Synchronization.

The results have been proven through theoretical studies and numerical simulations of the dynamical properties of these systems which include: Equilibrium Points, Stability, Dissipative, Lyapunov Exponent, Lyapunov Dimension (Kaplan-Yorke Dimension) and Phase Portraits. It means that each proposed systems may have different attractors (Self-Excited and Hidden Attractors) depending on the value of the Parameters. Then they achieve the characteristic of unfamiliar behavior, where both Equilibrium Points and Lyapunov Exponent play an important and main role in the classification of attractors and dynamical behavior respectively. Also results were further validated by the relationship between Dissipative systems and Lyapunov Exponent.



جامعة الموصل
كلية علوم الحاسوب والرياضيات

الجوانب المتحفزة ذاتياً والمخفية في الانظمة الديناميكية اللاخطية

مريم عامر أسود فرحان الحيالي

رسالة ماجستير

الرياضيات / الرياضيات الحاسوبية

بإشراف

الأستاذ المساعد

د. سعد فوزي العزاوي

المستخلص

يعد مفهوم الجواذب المتحفزة ذاتيا و المخفية (Self-Excited and Hidden Attractors) من أكثر المفاهيم إثارة للاهتمام في الوقت الحاضر وذلك لأهميته في تصنيف الأنظمة غير الخطية واستقرارها، وكذلك فائدتها في العديد من التطبيقات الهندسية والدوائر الإلكترونية.

في هذه الرسالة، تم تكوين نظامين مشتتين (Dissipative) غير خطيين أحدهما رباعي الأبعاد والآخر خماسي الأبعاد باستخدام إستراتيجية (State Feedback Control) بالاعتماد على انظمة سبروت (Spratt) ثلاثية الأبعاد. ويحقق النظامان المقترجان شرطين من الشروط التي قدمها العالم سبروت (Spratt) في عام ٢٠١١ لتوليد أنظمة جديدة، حيث يتميز النظامان بوجود أقل عدد من الحدود مقارنة بالأنظمة المتاحة، كما أنهما يمتلكان جواذب متحفزة ذاتيا ومخفية أيضا، يتم التطرق الى التعددية (Multistability) لهذه الأنظمة مع اختلاف القيم الابتدائية ضمن نفس المجموعة من المعلمات (Parameters). تم معالجة الفوضى بطريقتين: عدم التزامن (Anti-Synchronization) و التزامن الإسقاطي الهجين (Hybrid Projective Synchronization).

وقد تم إثبات النتائج من خلال الدراسات النظرية والمحاكاة العددية للخصائص الديناميكية لهذه الأنظمة والتي تشمل: نقاط التوازن (Equilibrium Points) و الاستقرار (Stability) و التبدد (Dissipative) و أسية لياپونوف (Lyapunov Exponent) و بعد لياپونوف ((Lyapunov Dimension (Kaplan-Yorke Dimension) و فضاء الطور (Phase Portraits). بمعنى أن كل النظامين المقترحين قد يكون لهما جاذبات مختلفة (جواذب متحفزة ذاتيا ومخفية) اعتمادًا على قيمة المعلمات (Parameters) وبالتالي ، فإنهم يحققون خاصية السلوك غير المألوف، حيث تلعب كل من نقاط الاتزان وأسية لياپونوف دورًا مهمًا ورئيسيًا في تصنيف المسارات والسلوك الديناميكي على التوالي. قد تم التحقق من صحة النتائج بشكل أكبر من خلال العلاقة بين التشتت (Dissipative Systems) وأسية لياپونوف (Lyapunov Exponent).