جامعة الفيوم
كلية الهندسة

النمذجة كسرية الدرجة لأنظمة الطاقة

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة جامعة الفيوم ضمن متطلبات الحصول على درجة

دكتوراة الفلسفة في العلوم الهندسية

قسم الرياضيات والفيزيقا الهندسية

تخصص الرياضيات الهندسية

مقدمة من

م. عمرو مبروك عبد العاطي حميده

تحت
إشراف

أ.د. أحمد جمعة رضوان
أستاذ الرياضيات الهندسية
قسم الرياضيات والفيزيقا الهندسية
كلية الهندسة – جامعة القاهرة

أ.د. حازم علي عطية
أستاذ الرياضيات الهندسية
قسم الرياضيات والفيزيقا الهندسية
كلية الهندسة – جامعة الفيوم

د. منة الله محمود البراوي
مدرس بقسم الرياضيات والفيزيقا الهندسية
كلية الهندسة – جامعة الفيوم

2021

ملخص الرسالة

توجد انظمة ومكونات حفظ الطاقة في حياتنا اليومية من أجهزة الاستشعار الطبية المزروعة إلى الهواتف المحمولة إلى السيارات الكهربية إلى أنظمة إدارة الطاقة واسعة النطاق المستخدمة بالقرب من محطات الطاقة. يتم استخدامها لتوفير الطاقة للأجهزة المحمولة من أنواع مختلفة وتوفير الطاقة عندما يكون الطلب على الطاقة أكثر الإنتاج في نظم الطاقة المتجددة. ومن أمثلة عناصر تخزين الطاقة: البطاريات، والمكثفات الفائقة، والهواء المضغوط ، والمضخات المائية. النماذج الرياضية للمكثفات الفائقة والبطاريات إما تعتمد على معادلات تفاضلية جزئية وهي معقدة للغاية وحسابية للغاية أو تجريبية وقائمة على معادلات رياضية بسيطة وتستند إلى ملاحظات أو ذكية مثل الشبكات العصبية وآلات متجهات الحالة أو نماذج الدوائر المكافئة التي هي أبسطها وأكثرها استخدامًا في التطبيقات التي تتطلب قرارات هي أجهزة تستخدم لتحويل الجهد / التيار من مستوى إلى آخر سواء له نفس القطبية أم لا. توجد محولات DC-DC محولات ونتائج لحظية. ثنائية الاتجاه DC-DC في الأجهزة المحمولة والكمبيوتر حيث تختلف متطلبات الجهد لكل نظام فرعي. أحد استخدامات محولات DC-DC هو توفير مستويات الجهد المطلوبة لشحن وتفريغ المكثفات الفائقة والبطاريات عند توصيلها معا وهي حالة متكررة في أنظمة الطاقة المتجددة والمركبات التي تعمل بالكهرباء.

علم التفاضل والتكامل ذو الدرجة الكسرية هو من علوم الرياضيات القديمة المعاد اكتشافها حديثاً وهو يهتم بدراسة النظم ذات الدرجة غير الصحيحة. تتمكن النظم ذات الدرجة الكسرية من تقديم توقع أفضل لاستجابات الأنظمة وذلك بسبب وجود درجات إضافية من الحرية. النماذج التقليدية صحيحة الدرجة تمثل مجموعة جزئية من فضاء النماذج ذات الدرجة الكسرية. كان استخدام المبادئ كسرية الدرجة السبب في فتح مسارات أبحاث جديدة في قطاعات هندسية مختلفة. تقريبا يمكن إعادة تحليل كل النظم الديناميكية الموجودة باستخدام مبادئ علم التفاضل والتكامل ذو الدرجة الكسرية حيث يتم اكتشاف اساسيات جديدة وتحسينات أفضل.

في هذه الاطروحة يهدف الباحث الى دراسة أنظمة وأجهزة طاقة مختلفة من منظور علم التفاضل والتكامل ذو الدرجة الكسرية. يستطلع الباحث تعريفات علم التفاضل والتكامل ذو الدرجة الكسرية ويراجع طرق حل نظم المعادلات التفاضلية ذات في الفصل الثاني، الدرجة الكسرية ويستعرض بعض التطبيقات الهندسية الحديثة. في الفصل الثالث، يستكشف الباحث طرق نمذجة المكثفات الفائقة ويقترح طريقة لاستنباط معاملات نماذج الدوائر الكهربية المماثلة الخاصة بالمكثفات الفائقة. في الفصل الرابع، يستطلع الباحث مبادئ حساب التغاير ذو الدرجة الكسرية وطرقه التحليلية والعددية ثم يطبق الباحث هذه الطرق لدراسة مسألة الشحن الأمثل للمكثف الفائق عند تمثيله بنموذج ذو درجة كسرية. يستخدم الباحث دالتي هدف لتحقيق الشحن الأمثل: الأولى هدفها تقليل الفقد في المقاومة الكهربية والثانية هدفها تعظيم كفاءة الشحن. في الفصل الخامس، يستكشف الباحث طرق نمذجة بطاريات الليثيوم ويقترح طريقة لاستنباط معاملات نموذجين من نماذج الممانعة ذات الدرجة الكسرية DC-DCالكهربية الخاصة ببطارية باناسونيك التجارية. في الفصل السادس، يستكشف الباحث طرق نمذجة محولات ويقترح طريقة نمذجة لثلاثة محولات أساسية. كذلك يقترح الباحث نموذج ديناميكي ذو درجة كسرية لنمذجة الخلايا الطاقة الشمسية وقد تم استخراج معاملات هذا النموذج من بيانات تجريبية عند التحميل الفجائي لخلايا الطاقة الشمسية.