

**University of Mosul**  
**College of Engineering**



**Radio Frequency Energy Harvesting Using  
Cognitive Antenna**

**Nada Nasih Tawfeeq**

**M.Sc. Thesis**

**Electrical Engineering  
Electronic & Communications  
(Communications)**

**Supervised by  
Dr. Kaydar M. Quboa**

---

**2014 A.D.**

**1435 A.H.**

## المستخلص

يزداد يوماً بعد يوم الاهتمام بحصاد الطاقة من البيئة لغرض تشغيل أجهزة القدرة الصغيرة. يمكن استخدام هذه الأنواع من الأجهزة في التطبيقات المضمنة أو في شبكات الاستشعار حيث إن استبدال البطارية امر غير عملي. تهدف هذه الرسالة إلى اقتراح تصميم دوائر جديد لحصاد الطاقة اللاسلكية والذي يجمع الطاقة من الاشعاع الكهرومغناطيسي للترددات الراديوية. بالمقارنة مع مصادر بديلة اخرى مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح ، فإن حصاد الترددات الراديوية يوفر مصدر طاقة مستمر ، ولا يتأثر كثيراً بسوء الاحوال الجوية والاستخدام في المناطق المغلقة.

إن تصميم ومحاكاة لنظام حصاد الطاقة سيتم عرضه ، من هوائي الاستقبال الى الحمل. هذا النظام يوظف مفهوم الراديو الادراكي cognitive والذي بدوره يتكون من هوائيين: هوائي الاستشعار: و هو هوائي واسع المدى مصمم على اساس رقعة دائرية مع تقنيات متعددة اخرى مثل (التعرجات والفتحات). أما الهوائي الثاني (هوائي التواصل) : فهو هوائي إعادة التشكيل reconfigurable الذي يمكن أن يغير تردد العمل اعتماداً على تقنيات مختلفة. تم اختيار حزم ترددات متعددة لحصاد الطاقة. وتشمل الحزم المستهدفة للحصاد في هذه الرسالة : خدمة الخليوي الرقمي (DCS) التي تعمل في 1.8 غيغاهرتز، واي فاي وغيرها من المصادر العاملة على 2.4 غيغاهرتز و اجهزة الارسال الصناعية والعلمية والطبية (ISM) في 5.2 غيغاهرتز.

تم تصميم ثلاثة دوائر تعديل الجهد ، حيث ان كل دائرة منها مسؤولة عن تقويم ومضاعفة الفولتية ، كما انها تتكون من عدد من المراحل وكل منها تعمل على تردد معين. هذه الدوائر سيتم جمعها بطريقتين : الطريقة الاولى هي الربط المتسلسل حيث سيتم ترتيب الدوائر بترتيب تسلسلي ومن ثم ربطها بالهوائي واسع المدى لحصاد طاقة الترددات المتعددة في نفس الوقت. اما الطريقة الثانية فهي الربط المتوازي حيث سيتم ترتيب الدوائر بترتيب متوازي ومن ثم ربطها بهوائي إعادة التشكيل. في هذه الطريقة سوف يستخدم الهوائي واسع النطاق للاستشعار و الكشف عن

إشارات في البيئة المحيطة. و المعلومات التي تم الحصول عليها من هوائي الاستشعار سوف تحدد وتيرة العمل للهوائي إعادة التشكيل.

تُظهر نتائج تصميم الهوائيات أن جميع النماذج ذات نمط بكل الاتجاهات omnidirectional تقريبا وذات كسب مقبول ولذلك فإن هذه الهوائيات مناسبة لحصاد طاقة الترددات الراديوية.

اما النتائج التي تم الحصول عليها من طرق الربط الثلاث: المفردة، ربط التوالي ، وربط التوازي وبعد اجراء مقارنة بينهم، فهي ان نظام حصاد الطاقة واسع المدى باستخدام ربط التوالي يكون مناسباً عندما تكون مصادر الترددات كلها متوفرة في البيئة المحيطة، ونقص احد هذه المصادر يؤثر سلبياً بشكل كبير على اداء الدائرة. اما في نظام حصاد الطاقة باستخدام النظام الإدراكي فإنه أيضاً مناسب عند وجود مصادر الترددات الراديوية متعددة ولكن النظام سوف يحصد اعلى اشارة فقط. بمعنى آخر ، هذا النظام لن يتأثر بنقص اي من المصادر الاخرى.

## المستخلص بلغة الرسالة

يزداد يوماً بعد يوم الاهتمام بحصاد الطاقة من البيئة لغرض تشغيل أجهزة القدرة الصغيرة. يمكن استخدام هذه الأنواع من الأجهزة في التطبيقات المضمنة أو في شبكات الاستشعار حيث إن استبدال البطارية أمر غير عملي. تهدف هذه الرسالة إلى اقتراح تصميم دوائر جديد لحصاد الطاقة اللاسلكية والذي يجمع الطاقة من الإشعاع الكهرومغناطيسي للترددات الراديوية. بالمقارنة مع مصادر بديلة أخرى مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح ، فإن حصاد الترددات الراديوية يوفر مصدر طاقة مستمر ، ولا يتأثر كثيراً بسوء الأحوال الجوية والاستخدام في المناطق المغلقة.

إن تصميم ومحاكاة نظام حصاد الطاقة سيتم عرضه ، من هوائي الاستقبال الى الحمل. هذا النظام يوظف مفهوم الراديو الإدراكي cognitive والذي بدوره يتكون من هوائيين: هوائي الاستشعار: و هو هوائي واسع المدى مصمم على اساس رقعة دائرية مع تقنيات متعددة أخرى مثل (التعرجات والفتحات). أما الهوائي الثاني (هوائي التواصل) : فهو هوائي إعادة التشكيل reconfigurable الذي يمكن أن يغير تردد العمل اعتماداً على تقنيات مختلفة. تم اختيار حزم ترددات متعددة لحصاد الطاقة. وتشمل الحزم المستهدفة للحصاد في هذه الرسالة : خدمة الخليوي الرقمي (DCS) التي تعمل في 1.8 غيغاهرتز، واي فاي وغيرها من المصادر العاملة على 2.4 غيغاهرتز و أجهزة الإرسال الصناعية والعلمية والطبية (ISM) في 5.2 غيغاهرتز.

تم تصميم ثلاثة نواتر تعديل الجهد ، حيث ان كل دائرة منها مسؤولة عن تقويم ومضاعفة الفولتية ، كما انها تتكون من عدد من المراحل وكل منها تعمل على تردد معين. هذه النواتر سيتم جمعها بطريقة الربط الاولى : الطريقة المتسلسل حيث سيتم ترتيب الدوائر بتركيب تسلسلي ومن ثم ربطها بالهوائي واسع المدى لحصاد طاقة الترددات المتعددة في نفس الوقت. اما الطريقة الثانية فهي الربط المتوازي حيث سيتم ترتيب الدوائر بتركيب متوازي ومن ثم ربطها بهوائي اعادة التشكيل.

توقيع مسؤول الدراسات العليا

د. عمر موفق محمود اليوسف

**University of Mosul**  
**College of Engineering**



**Radio Frequency Energy Harvesting Using  
Cognitive Antenna**

**A Thesis Submitted  
By**

**Nada Nasih Tawfeeq**

**To**

**The Council of the College of Engineering  
University of Mosul**

**As a Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science**

**In**

**Electrical Engineering  
(Electronic & Communications/Communications)**

**Supervised by  
Dr. Kaydar M. Quboa**

---

**2014 A.D.**

**1435 A.H.**