Ain Shams University
Faculty of Science

Optimization and Experimental Verification of Detected Electromagnetic Fields

Presented by
Belal Mohamed Abd El-Samiea Abd El-Hady Helal

B.Sc. (Physics)

Benha University

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in physics

Supervisors

Prof. Dr.Nashwa M. Shaalan

Professor of Electronics
Physics Department
Faculty of Science
Ain Shams University

Prof. Dr. Hatem M. Elborai

Professor EM of Electronics
Physics Department
Faculty of Science
Ain Shams University

Ain Shams University
Faculty of Science
2011

التحديد الأمثل والتحقق المعملى للمجالات الكهرومغناطيسية المستكشفة

رسالة مقدمة من الطالب

بلال محمد عبد السميع عبد الهادى هلال

بكالوريويس الفيزياء ٢٠٠٥

إلى كلية العلوم - جامعة عين شمس
للحصول على درجة الماجستير
فى العلوم (الفيزياء)

تحت إشراف

APPROVAL SHEET

Title of the M.Sc. Thesis

Optimization and Experimental Verification of Detected Electromagnetic Fields

Name of the Candidate

Belal Mohamed Abd El-Samiea Abd El-Hady Helal

Supervisors **(Signature)**

Prof. Dr. Nashwa M. Shaalan **(……..)**
Physics Department
Faculty of science
Ain Shams University

Prof.Dr. Hatem M. El-Boraa **(……..)**
Physics Department
Faculty of science
Ain Shams University

Name: Belal Mohamed Abd El-Samiea Abd El-Hady

Degree: Master

Department: Physics – Electronics Group

Faculty: Science

University: Benha University

Graduation Date: 2005

Registration Date: 2009

Contents

		Page
Acknowledgements		**I**
Abstract		**II**
List of Figures		**IV**
List of Tables		**VI**
List of Abbreviations		**VII**
Chapter 1: Introduction and literature review		**1**
1.1	**Motivation**	**2**
1.2	**History of Electromagnetism**	**3**
1.3	**The Electromagnetic Field**	**6**
1.4	**The sources of Electromagnetic Fields**	**10**
1.5	**Biological Effects of Electromagnetic Fields**	**11**
1.6	**Structure of thesis**	**12**
Chapter 2: The Electromagnetic Field Theory		**14**
2.1	**The Electric Field**	**15**
2.1.1	**Electric Field Lines**	**18**
2.2	**The Magnetic Field**	**20**
2.2.1	**Differences between Electric and Magnetic Forces**	**25**
2.3	**Electromagnetic Radiation**	**26**
2.3.1	**Ionizing Radiation**	**27**
2.3.2	**Non-Ionizing Radiation**	**28**
2.3.2.1	**Radiofrequency (RF) and Microwave Radiation**	**28**
2.3.2.2	**Extremely Low Frequency (ELF) Radiation**	**30**
2.3.3	**Transmission / Propagation**	**31**
2.3.3.1	**Reactive Field**	**34**
2.3.3.2	**Radiating Near-Field**	**34**

2.3.3.3	Radiating Far-Field	34
2.4	Measurement Techniques and Errors	35
2.4.1	Technique for measuring magnetic fields	35
2.4.2	Technique for measuring electrical fields	40
2.5	Structure of the electromagnetic field	43
2.5.1	Continuous structure	43
2.5.2	Discrete structure	44
2.6	Dynamics of the electromagnetic field	44
2.7	The electromagnetic field as a feedback loop	45
2.8	EMF meter (detector)	46
2.8.1	Types	47
2.8.2	Sensitivity	47
2.9	Static and time varying fields	48
2.10	The main sources of low, intermediate and high frequency fields	48
2.11	Receiving Antennas	49
2.12	Concerns about electromagnetic fields	50
Chapter 3:	**Detection Circuit Design and Simulation**	52
3.1	Introduction	53
3.2	Circuit design	53
3.2.1	Specification	55
3.2.2	Design	56
3.2.3	Costs	57
3.2.4	Verification and testing	58
3.2.5	Prototyping	58
3.2.6	Results	59
3.3	Electromagnetic Field Detector for ELF & VLF	59
3.3.1	Macroscopic view for the detector circuit	61
3.3.2	Probe construction	63

3.3.3	**Microscopic view for the detector circuit**	**64**
3.3.4	**The display circuit**	**66**
3.3.5	**Test and uses**	**67**
3.4	**Electromagnetic Detection and Measurement Circuits**	**67**
3.4.1	**3 - 300 Hz Detection Circuit**	**67**
3.4.1.1	**Description**	**67**
3.4.1.2	**The sensor (probe)**	**68**
3.4.1.3	**Parts List**	**69**
3.4.2	**300 Hz - 100 KHz Detection Circuit**	**69**
3.4.2.1	**Description**	**69**
3.4.2.2	**The sensor (probe)**	**70**
3.4.2.3	**Parts List**	**71**
3.4.3	**100 - 300 KHz Detection Circuit**	**71**
3.4.3.1	**Description**	**71**
3.4.3.2	**Parts List**	**72**
3.4.4	**300 - 30 MHz Detection Circuit**	**72**
3.4.4.1	**Description**	**72**
3.4.4.2	**Parts List**	**73**
3.4.5	**30 - 100 MHz Detection Circuit**	**73**
3.4.5.1	**Description**	**73**
3.4.5.2	**Parts List**	**77**
3.4.6	**100 - 300 MHz Detection Circuit**	**77**
3.4.6.1	**Description**	**77**
3.4.6.2	**Parts List**	**79**
3.5	**A Wide Range Electromagnetic Detection System**	**79**
3.5.1	**The First Circuit**	**80**
3.5.2	**The Second Circuit**	**81**
3.5.3	**The Third Circuit**	**81**

3.5.4 The Forth Circuit 81
3.5.5 The Fifth Circuit 82
3.5.6 The Sixth Circuit 82
3.6 Simulation and Experimental Results 82
Chapter 4: Microcontroller and Integrated System 89
4.1 Introduction 90
4.2 Microcontroller Overview 90
4.3 The Control Program 92
4.3.1 The on-chip microcontroller program 92
4.3.2 On-chip Program storage 95
4.3.3 Simulator program 96
4.4 The Microcontroller and the Display Circuit 98
4.5 The OrCAD and final design 99
Chapter 5: Conclusion 102
٥.1 Conclusion 103
References 104

شـكـر

أتقدم بالشكر لقسم الفيزياء بكليه العلوم جامعة عين شمس نظرا لما قدمه القسم لى من دعم دائم.

كما اتقدم بالشكر العميق للأستاذ الدكتور أشرف شمس الدين يحيي رئيس شعبه الإلكترونيات بالقسم وذلك لإقتراحه نقطة البحث المتميزة والحديثة بالإضافة إلي الإقتراحات المفيدة والتشجيع الدائم والمناقشات المثمرة والتعليقات المستفيضة والقيمة وخاصة فيما يخص تحقيق نتائج المحاكاة والنتائج المعملية اثناء إنجاز هذه الرسالة وكذلك جزيل الشكر علي القراءة الدقيقة لهذه الرسالة.

كما أتقدم إيضا بوافر الشكر والتقدير للأستاذة الدكتورة / نشوي محمد شعلان أستاذ الإلكترونيات بالقسم والمشرف الرئيسى على الرسالة علي ما قدمته لي من دعم عملي ومعنوي أثناء إنجاز هذه الرسالة.

كما أتقدم إيضا بالشكر الكبير للأستاذ الدكتور / حاتم محمد البرعي الأستاذ الغير متفرغ بالقسم لمساعدته الدائمة أثناء تحقيق الدوائر الإلكترونية المستخدمة بالرسالة.

كما أتقدم بالشكر الخاص للدكتور / مصطفي الأعصر مدرس الإلكترونيات بالقسم لمساعدة في تحليل النتائج ونشر البحث.

كما أتقدم ايضا بالشكر العميق للأستاذ الدكتور / توفيق الدسوقى الأستاذ غير متفرغ بالقسم لتوجيهاته المستمره والقيمة.

كما أتقدم ايضا بالشكر العميق لقسم الفيزياء بكلية العلوم جامعة بنها الذى منحنى فرصة التسجيل فى جامعة عين شمس للإستفادة من خبراتها فى مجال فيزياء الإلكترونيات.

كما أتقدم بجزيل الشكر والعرفان لعائلتي أبى وأمى وإخوتى وزوجتى وإبنتى لما أتاحوا لي من إمكانات ومساعدات ولدعمهم الدائم لي حتي الإنتهاء من هذه الرسالة.

الملخص العربى

تشكل الموجات الكهرومغناطيسية عنصرا من عناصر التلوث البيئى فى العصر الحديث, فقد أمكن رصد آثار عديدة لتلك الموجات. فهناك الأثر الحرارى الذى تسبب فى إصابة بالغة فى الدماغ والعين فى عدد من الحالات. وهناك الأثر غير الحرارى الذى أشار عدد من الدراسات الإحصائية الى وجود نوع من الإرتباط بينه وبين الإصابة ببعض أنواع السرطان. ويتفاوت أثر تلك الموجات على الإنسان بتفاوت شدة وتردد وطبيعة التعرض لتلك الموجات.

وحيث أن خطر هذه الموجات ليس مقصورا على مصنعى ومشغلى الأجهزة التى تولدها بل تتعداهم الى من يقومون بصيانة تلك الأجهزة أو من يعملون بجوارها فقد تم فى هذه الرسالة؛

أولا تصميم وتنفيذ جهاز كاشف سهل الإستخدام يقوم برصد الإشعاعات الكهرومغناطيسية والذى يحدد ما إذا كانت مستوى تلك الإشعاعات فى الحدود المسموحة أم لا فى نطاق الترددات المنخفضة للغاية (Extremely Low Frequency) والترددات المنخفضة جدا (Very Low Frequency) بحسب مقاييس السلامة والحماية من المجالات الكهرومغناطيسية.

ثانيا تصميم وتنفيذ نظام جديد ومتكامل واسع المدى للكشف عن المجالات الكهرومغناطيسية بإستخدام متحكم إلكترونى دقيق من تردد ٣ هرتز إلى ٣٠٠ ميجا هرتز, وحيث أنه لا يوجد جهاز واحد يمكن أن يشمل كل هذه الترددات فتم تقسيمها إلى عدة دوائر:

١- من ٣ هرتز إلى ٣٠٠ هرتز.

٢- من ٣٠٠ هرتز إلى ١٠٠ كيلوهرتز.

٣- من ١٠٠ كيلوهرتز إلى ٣٠٠ كيلوهرتز.

٤- من ٣٠٠ كيلوهرتز إلى ٣٠ ميجاهرتز.

٥- من ٣٠ ميجاهرتز إلى ١٠٠ ميجاهرتز.

٦- من ١٠٠ ميجاهرتز إلى ٣٠٠ ميجاهرتز.

وفي هذه الرسالة تم محاكاة كل دائرة من هذه الدوائر بأستخدام برامج المحاكاه مثل برنامج ملتى سم وبروتس للحصول على أفضل النتائج خلال كل مدى من الترددات السابقة وتم بعد ذلك مقارنة نتائج المحاكاه مع النتائج العملية وكانت النتائج متفقة ومتطابقة معها تماما.

تم تكوين النظام المتكامل والمتألف من الدوائر الست السابقة والتحكم فيهم أوتوماتيكيا عن طريق المتحكم الإلكترونى الدقيق programmable microchip PIC) (16F877 40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontroller المتصل بشاشة العرض [16 Character ×2 Line Liquid Crystal Display (LCD)] لكى يتم قراءة وعرض تردد وقيمة المجال الكهرومغناطيسى رقميا.

تم إستخدام برنامج محاكاه لمحاكاة البرنامج الذى سيتم حرقه على المتحكم الإلكترونى الدقيق والذى يوضح كيفية تعامل المتحكم الإلكترونى مع الدوائر الستة وشاشة العرض وتم عمل ومحاكاة البرنامج بنجاح.

تم رسم الدائرة الكلية لهذا النظام باستخدام برنامج أوركاد (OrCAD) وتم طباعتها على اللوحة الإلكترونية المطبوعة (PCB) وتم تركيب مكونات النظام عليها وأيضا حرق البرنامج على المتحكم الإلكترونى.

تم أستخدام هذا الكاشف للكشف عن المجالات الكهرومغناطيسية خاصة للأجهزة المنزلية وتبين من الدراسة أن المصابيح الموفرة تنتج كما هائلا من المجالات الكهرومغناطيسية وتقل قيمة هذه المجالات ببطئ شديد مع المسافة على الرغم من أن جميع الأجهزة الإلكترونية الأخرى تقل فيها قيمة المجالات بسرعة مع المسافة أو تتلاشى على بعد حوالى ٢٠سم.

وبناءا عاليه فإن المنتج النهائي لهذه الدراسة هو نموذج تجريبي لنظام الكشف عن المجالات الكهرومغناطيسية حيث تم تجربته والتأكد من كفاءة أدائه.

إن ماتحتويه الرسالة من تصميم ونتائج ماهي إلا دعوة مبدئيه لإمكانية تطوير و تصنيع نظم للكشف منخفضة التكاليف للتطبيق في مجالات عدة.

رسالة ماجستير

اسم الطالب : بلال محمد عبد السميع عبد الهادى هلال

عنوان الرسالة :

" التحديد الأمثل والتحقق المعملى للمجالات الكهرومغناطيسية المستكشفة"

الدرجة العلمية : ماجستير

لجنة الإشراف:-

١- **أ.د نشـــوى محمـــد شعـــلان** أستاذ الإلكترونيات
قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة عين شمس

٢- **أ.د حـــــاتم محمـــد البرعـى** أستاذ الإلكترونيات الغـير متفـــــــرغ
قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة عين شمس

لجنة التحكيم:-

١- **أ.د / نشوى محمد شعلان** أستاذ الإلكترونيات
قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة عين شمس

٢- **أ.د / ثروت محمود الشربيني** أستاذ متفرغ
قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة القـــــاهرة

٣- **أ.د / محمود مصطفى كامل** أستاذ متفرغ
قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة طنطـــــــا

تاريخ البحث / /
الدراسات العليا
ختم الاجازة
/ /
موافقة مجلس الكلية
/ /

أجيزت الرسالة بتاريخ
/ /
موافقة مجلس الجامعة
/ /

صفحة العنوان

اسم الطالب: بلال محمد عبد السميع عبد الهادى

الدرجة العلمية: الماجستير

القسم التابع له: الفيزياء

الكلية: العلوم

الجامعة: بنها

سنة التخرج: ٢٠٠٥

سنة المنح: ٢٠١١

CHAPTER 1

INTRODUCTION & LITERATURE REVIEW

Introduction

1.1 Motivation

The motivation of this thesis relates generally to the measurement of electromagnetic radiation, and in particular, to an easy-to-use detector which determines whether harmful flux density levels exist or no.

The public has increasingly been concerned about possible health hazards due to low frequency radiation emanating from electrical and electronic devices, as well as the associated electrical power lines and distribution equipment.

One concern has been focused on the effects of long-term exposure to magnetic fields generated by high powered, alternating current (AC) transmission lines, and whether or not they can cause cancer. This concern has resulted in certain studies of the problem, such as the case-controlled study undertaken by the Karolinska Institute, in Stockholm, Sweden, between 1960 and 1985.

That study found some correlation between childhood leukemia and adult myeloid leukemia and magnetic flux densities exceeding the 200-300 nano Tesla (nT) range, especially in individuals living within 300 meters of high voltage power lines.

Another concern relates to the emissions of the electrical and electronic devices themselves, and particularly devices, which generate electromagnetic energy at frequencies higher than the AC power lines, such as the cathode ray tubes (CRTs) used in television sets and the visual display units (VDUs)