

**DESIGN OF HIGH FREQUENCY EQUIPMENT**



**INSTITUT PENYELIDIKAN, PEMBANGUNAN DAN PENGKOMERSILAN  
UNIVERSITI TEKNOLOGI MARA  
40450 SHAH ALAM, SELANGOR  
MALAYSIA**

**BY :**

**AHMAD ASARI SULAIMAN  
MEOR MOHD AZREEN MEOR HAMZAH**

**JANUARI 2006**



Biro Penyelidikan dan Perundangan  
Universiti Teknologi MARA  
40450 Shah Alam, Malaysia  
Tel : 03-55442094 / 5 / 3 / 2  
Website : www.uitm.edu.my/brc

Fax : 03-55442096



UNIVERSITI  
TEKNOLOGI  
MARA

BENGURUSAN PENYELIDIKAN MENGGABUNGAN KREATIVITI DENGAN  
PRODUKTIVITI, KECEKAPAN DAN AKUNTABILITI

Penolong Naib Canselor  
(Penyelidikan)  
03-5544 2094/5  
aznizl32@salam.itm.edu.my

Koordinator Penyelidikan  
(Sains dan Teknologi)  
03-5544 2091  
izainonm@salam.itm.edu.my

Koordinator Penyelidikan  
(Sains Kemasyarakatan &  
Kemanusiaan)  
03-5544 2097  
rosmimah@salam.itm.edu.my

Koordinator Perundangan  
(Kewangan)  
03-5544 2090  
shidah@salam.itm.edu.my

Koordinator Perundangan  
03-5543 5120  
aro@salam.itm.edu.my

Penolong Pendaftar  
03-5544 2092  
dapeah794@salam.itm.edu.my

Pegawai Eksekutif  
03-5544 2098  
rohani734@salam.itm.edu.my

Pentadbiran  
03-5544 2093

Surat Kami : 600 – BRC/ST. 5/3/446  
Tarikh : 13 Ogos 2002

Encik Mohd Halil Marsuki  
Penolong Akauntan  
Unit Kewangan Zon 17  
Universiti Teknologi MARA, Shah Alam

Tuan

#### GERAN PENYELIDIKAN –

Merujuk kepada perkara di atas, bersama-sama ini dimajukan salinan surat kelulusan menjalankan penyelidikan untuk pensyarah dari Fakulti Kejuruteraan Elektrik.

- Design of High Frequency Equipment**  
Ketua Projek : Meor Mohd Azreen Meor Hamzah  
Kos Projek : RM 10,000.00
- Developing a New Technique to Determine the Optimal Location of Harmonic Filter in Electrical Distribution System**  
Ketua Projek : Norihan bt. Abdul Hamid  
Kos Projek : RM 10,000.00

Sekian untuk tindakan pihak tuan selanjutnya.  
Terima kasih.

Yang benar

**DAPEAH AHMAD**  
Penolong Pendaftar  
b/p Penolong Naib Canselor (Penyelidikan)

- s.k:
1. Encik Meor Mohd Azreen Meor Hamzah  
Pensyarah/ Ketua Projek  
Fakulti Kejuruteraan Elektrik  
UITM Shah Alam
  2. Puan Norihan bt. Abdul Hamid  
Pensyarah/ Ketua Projek  
Fakulti Kejuruteraan Elektrik  
UITM Shah Alam

Tarikh : 10 Januari 2006  
No. Fail Projek : 600-BRC/ST. 5/3/446

Penolong Naib Canselor (Penyelidikan)  
Institut Penyelidikan, Pembangunan dan Pengkomersilan  
Universiti Teknologi MARA  
40450 Shah Alam

Ybhg. Prof.,

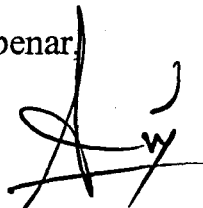
**LAPORAN AKHIR PENYELIDIKAN “DESIGN OF HIGH FREQUENCY EQUIPMENT”**

Merujuk kepada perkara di atas, bersama-sama ini disertakan 3 (tiga) naskah Laporan Akhir Penyelidikan bertajuk “DESIGN OF HIGH FREQUENCY EQUIPMENT”.

Semoga dengan kejayaan ini akan menjadi perintis kepada penyelidikan seterusnya. Diharapkan agar pihak Prof. dapat menganjurkan kursus bagi memudahkan pensyarah mendapat pendedahan terhadap penyelidikan yang akan membangunkan Negara pada masa akan datang. Kami mengucapkan ribuan terima kasih di atas sokongan yang diberikan sepanjang projek ini.

Sekian, terima kasih.

Yang benar,



**AHMAD ASARI SULAIMAN**  
Ahli Projek Penyelidikan

# TABLE OF CONTENTS

<b>TITLE</b>	
<b>SURAT TAWARAN PENYELIDIKAN</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PENYERAHAN LAPORAN</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR AHLI PENYELIDIK</b>	<b>iv</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>v</b>
<b>TABLE OF CONTENTS</b>	<b>vi</b>
<b>LIST OF TABLES</b>	<b>ix</b>
<b>LIST OF FIGURES</b>	<b>x</b>
<b>ABBREVIATIONS AND SYMBOLS</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xviii</b>
<b>1.0 INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
1.1 Historical Development Of Microwave Devices	1
1.2 Applications Of Microwave Technology	2
1.3 Historical Development Of Microwave Filters	5
1.4 Literature Review	7
1.5 Problem Statement	11
1.6 Objectives	13
1.7 Contribution Of This Research	14
1.8 Scope Of This Report	15
<b>2.0 MICROWAVE INTEGRATED CIRCUITS</b>	<b>18</b>
2.1 Introduction To Microwave Circuits	18
2.2 A Basic Review Of TEM-Mode Transmission Line Theory	19
2.3 Distributed Circuit Elements	21
2.4 S-Parameters	24
2.5 Monolithic Microwave Integrated Circuits (MMICs)	26
2.5.1 Why GaAs MMICs?	30
2.5.2 GaAs MMIC Reliability	31
2.5.3 Yield Of MMICs	32

