การออกแบบและสร้างเครื่องแปลงข้อมูลสำหรับเทป ด้วยสัญญาณเข้าที่มีความถี่ตั้งแต่ ดี.ซี.ถึง 300 แฮร์ตซ์

นายณรงค์ชัย แดงจำรูญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2526

ISBN 974-562-323-7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

010507

I 15557428

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A DATA TRANSLATOR FOR A TAPE RECORDER WITH INPUT SIGNALS FREQUENCY RANGE FROM D.C TO 300 HERTZ

Mister Narongchai Dangchumroon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical

Graduate School

Chulalongkorn University

1983

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title Design and construction of a data translator for a tape recorder with input signals frequency range from D.C to 300 Hertz.

By Mister Narongchai Dangchumroon

Department Electrical Engineering

Thesis Advisor Associate Professor Tienchai Pradisthayon, Ph. D.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree.

S. Bunnag .....Dean of Graduate School

(Associate Professor Supradit Bunnag, Ph. D.)

Thesis Committee

.....Chairman

(Associate Professor Prasit Prapinmongkolkarn, D. Eng.)

S. Phoomvuthisarn .....Member

(Associate Professor Sukumvit Phoomvuthisarn, Ph. D.)

Somchai Jitapunkul .....Member

(Associate Professor Somchai Jitapunkul, Dr.-Ing.)

T. Pradisthayon .....Member

(Associate Professor Tienchai Pradisthayon, Ph. D.)

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบและสร้างเครื่องแปลข้อมูลสำหรับเทปด้วยสัญญาณเข้าที่มีความถี่ตั้งแต่ ดี.ซี ถึง 300 แฮร์ตซ์
ชื่อ	นายณรงค์ชัย แดงจำรูญ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. เทียนชัย ประดิสถายน
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา	2525

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

โดยทั่วไปวิธีการจัดเก็บข้อมูลในทางวิทยาศาสตร์หรืออุตสาหกรรม ส่วนมากนิยมใช้เครื่องมือจำพวกเครื่องบันทึกแผ่นพิมพ์ หรือ เครื่องบันทึกเทป ซึ่งได้ออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับการเก็บข้อมูลนั้นๆ และมีราคาค่อนข้างสูง

สำหรับเครื่องบันทึกเทปที่ออกแบบมาเป็นพิเศษมีวิธีการบันทึกข้อมูลได้ 2 แบบ คือ

1) บันทึกข้อมูลโดยตรง วิธีนี้เป็นการบันทึกการเปลี่ยนแปลงขนาดสัญญาณของข้อมูลเป็นสัดส่วนกับการเปลี่ยนแปลงของแถบคลื่นแม่เหล็ก ใช้กับข้อมูลที่มีความถี่ระหว่าง 250 แฮร์ตซ์ ถึง 12,500 แฮร์ตซ์ ที่ความเร็วเทป $3\frac{3}{4}$ นิ้ว/วินาที มีข้อดีคือ การอ่านข้อมูลกลับคืนมาจะได้ความถูกต้องสูงมาก

2) บันทึกข้อมูลโดยเปลี่ยนความถี่ วิธีการนี้สัญญาณของข้อมูลจะถูกเปลี่ยนแปลงโดยความถี่มาตรฐานเป็นสัญญาณที่มีความถี่เหมาะสมเสียก่อน ซึ่งจะบันทึกลงแถบคลื่นแม่เหล็ก ใช้กับข้อมูลที่มีความถี่ตั้งแต่ ดี.ซี ถึง 250 แฮร์ตซ์ ที่ความเร็วเทป $3\frac{3}{4}$ นิ้ว/วินาที การอ่านข้อมูลกลับคืนมาของวิธีนี้จะต้องมีตัวกรองความถี่พาหะออกไปเสียก่อน

วิทยานิพนธ์นี้ดำเนินการศึกษาและค้นคว้าเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องแปลงข้อมูลโดยวิธีเปลี่ยนความถี่เพื่อให้ได้สัญญาณใหม่ที่มีความเหมาะสมสำหรับจะบันทึกได้ด้วยเครื่องเล่นเทปคาสเซสทั่วไป ซึ่งมีความเร็วเทป $1\frac{7}{8}$ นิ้ว/วินาที และสามารถอ่านข้อมูลกลับคืนมาได้โดยไม่เสียความถูกต้องมากนัก การออกแบบวงจรและวัสดุที่ใช้ก็สามารถหาได้ทั่วไปตามท้องตลาด

Thesis Title Design and construction of a data translator for a tape recorder with input signals frequency range from D.C to 300 Hertz.

Name Mister Narongchai Dangchumroon

Thesis Advisor Associate Professor Dr. Tienchai Pradisthayon

Department Electrical Engineering

Academic Year 1982

ABSTRACT

In general, data recording in scientific or industrial application is done by using chart recorders or tape recorders which are rather expensive because it was designed specifically to suit particular purpose.

There are two methods of data recording for special purpose tape recorder i.e.,

i) Direct Recording

This is a conventional method of recording changes in signal amplitude as it varies in the size of magnetic pulses of moving tape. This gives optimum reproduction fidelity when frequency is between 250 Hertz and 12,500 Hertz at the speed of $3\frac{3}{4}$ inches/sec.

ii) Frequency Modulation Recording

This technique is to record the proportional change of frequency of a carrier wave's oscillator which is varied by the signal amplitude. Optimum fidelity is thus achieved and when playing-back carrier is filtered out and the original signal appears. This method

is suitable for signal ranging from D.C to 250 Hertz at the speed of $3\frac{3}{4}$ inches/sec.

The objective of this thesis is to study, design and construct data translator by using frequency modulation technique to record input signal ranging from D.C to 300 Hertz. This equipment will convert the said input signal to a suitable frequency that can be recorded by almost any commercial tape recorder.

The design is also based on a low-cost electronics components which can easily be found in the local market.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to express his deep gratitude to Associate Professor Dr. Tienchai Pradisthayon, his thesis supervisor, for his valuable advice and suggestions, especially his encouragement for a research valuable to our country. The author also gratefully acknowledge the support given by Mr. Porntep Kowatanamongkol, the system engineer of the Design and Production Department, Philips Electrical Company of Thailand Ltd., for his assistance in testing the electronic circuit and preparing the metal work. A note of appreciation is due to Mrs. Charlasri Sophauswaporn, who typed and corrected this thesis.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE OF CONTENTS

		Page
Abstract in Thai		i
Abstract in English		ii
Acknowledgement		iv
Table of Contents		v
List of Figures		vi
List of Table		viii
List of Symbols		ix
Chapter		
I	INTRODUCTION	1
II	CIRCUIT DESIGN	7
III	RESULTS AND DISCUSSION	22
IV	APPLICATIONS AND CONCLUSIONS	40
Reference		44
Appendices		45
Vita		72

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURE

Figure		Page
1	The air-gap of tape head	4
2	Magnetic field at various frequencies	4
3	Frequency response of commercial tape recorder	8
4	Block diagram of data translator	9
5	Coder circuit	11
6	Limiter circuit for input signal	13
7	Complete diagram for limiter circuit and VCO	13
8	Decoder circuit	14
9	Active RC band-pass filter of the second order	14
10	Complete circuit diagram for the band-pass filter	17
11	Low-pass filter circuit	18
12	RC low-pass filter	18
13	Complete circuit diagram for de-emphasis filter	20
14	Circuit diagram of the data translator	21
15	Equipment set-up in "WRITE" mode	22
16	Equipment set-up in "READ" mode	23
17	RC low-pass network	23
18	Equipment set-up for performance test	24
19	Frequency response of the data translator	26
20	Test result of analog signal at 100 Hz	27
21	Test result of analog signal at 200 Hz	27
22	Test result of analog signal at 300 Hz	28
23	Test result of analog signal at 400 Hz	28
24	Test result of analog signal at 500 Hz	29
25	Test result of digital signal at 400 bits/$_{sec}$	30

Figure		Page
26	Test result of digital signal at 800 bits/sec	31
27	Test result of digital signal at 1,200 bits/sec	31
28	Test result of digital signal at 1,600 bits/sec	32
29	Test result of digital signal at 2,000 bits/sec	32
30	Test result of digital signal at 2,400 bits/sec	33
31	Test result of digital signal at 2,800 bits/sec	33
32	Test result of network at a period of 20 msec	34
33	Test result of network at a period of 10 msec	35
34	Test result of network at a period of 6.6 msec	35
35	Test result of network at a period of 5 msec	36
36	Test result of network at a period of 4 msec	36
37	Test result of network at a period of 3.3 msec	37
38	Test result of network at a period of 2.8 msec	37
39	Test result of network at a period of 2.5 msec	38
40	Test result of network at a period of 2.2 msec	38
41	Test result of network at a period of 2 msec	39
42	Top view of data translator	41
43	Front view of data translator	41
44	Rear view of data translator	42

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF TABLE

Table		Page
1	Gain vs. frequency of analog signal	24

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF SYMBOLS

V_{pp} = voltage peak to peak

VCO = voltage controlled oscillator

f_o = carrier frequency

LED = light emitting diode

PLL = phase-looked loop

Q = quality factor

A_o = midband voltage gain

ω_o = centre angular frequency

f_c = corner frequency

f_{ol} = low-pass cutoff frequency

f_{oh} = high-pass cutoff frequency

A_v = open-loop voltage gain

L = inductance

R = resistance

C = capacitance

H_o = passband gain

$\propto$ = inverse proportion of quality factor Q

ϕ_{LP} = phase of low-pass filter

VCVS = voltage-controlled voltage source

K = voltage gain

$S_{R_a}^{K}$ = sensitivity of K with respect to parameter R_a

$S_{R_b}^{K}$ = sensitivity of K with respect to parameter R_b

$S_{R_1}^{\omega_o}$ = sensitivity of ω_o with respect to R_1

$S_K^{H_o}$ = sensitivity of H_o with respect to K

$S_{C_1}^{\propto}$ = sensitivity of $\propto$ with respect to C_1

$S_{C_2}^{\propto}$ = sensitivity of $\propto$ with respect to C_2

$S_K^{\alpha'}$ = sensitivity of α' with respect to K

$S_K^{H_o}$ = sensitivity of H_o with respect to K

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย