ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ ของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา

Electronic Education Toys

ชื่อนักศึกษา 1. นายธวัชชัย ริวรรณา รหัสประจำตัว 46035317

2. นายสมคิด เจริญราช รหัสประจำตัว 46035357

3. นายตวงวิทย์ เสียงสนั่น รหัสประจำตัว 46035703

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุทธยา

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.ประเสริฐ เดนพันค้อ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อ.พรพิมล ฉายรัศมี	
2. ผศ.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุทธยา	
3. ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี	
4. อ.สมชาย หมื่นสายญาติ	
5. อ.สุชิน อาจหาญ	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันอังคารที่ 26 เมษายน พ.ศ. 2548 เวลา 16.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

<BT4720162>

ของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

ของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา

ELECTRONIC EDUCATION TOYS

T059503

นายธวัชชัย ริวรรณา
นายสมคิด เจริญราช
นายดวงวิทย์ เสียงสนั่น

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

ว5ว
ส 995 ข
2547

เลขหมู่
เลขทะเบียน 59503
วัน,เดือน,ปี - 6 ส.ค. 2549

b 41512924
i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา

Electronic Education Toys

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ที่เป็นของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษาสำหรับเด็ก
2. เพื่อออกแบบโครงสร้างของเล่นอิเล็กทรอนิกส์ และแบบฝึกหัดสำหรับฝึกทักษะเด็ก
3. เพื่อสร้างของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา และแบบฝึกหัดสำหรับฝึกทักษะเด็ก
4. เพื่อทดสอบการทำงานของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษาสำหรับเด็ก
5. เพื่อให้นำของเล่นอิเล็กทรอนิกส์สำหรับเด็กไปใช้งาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เรื่องการทำงานของอุปกรณ์ที่เป็นของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษาสำหรับเด็ก
2. ได้ออกแบบโครงสร้างของเล่นอิเล็กทรอนิกส์ และแบบฝึกหัดสำหรับฝึกทักษะเด็ก
3. ได้สร้างของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา และแบบฝึกหัดสำหรับฝึกทักษะเด็ก
4. ได้ผลทดสอบการทำงานของของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษาสำหรับเด็ก
5. ได้ของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษาสำหรับเด็กไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา	
นักศึกษา	นายธวัชชัย	ริวรรณา
	นายสมคิด	เจริญราช
	นายตวงวิทย์	เสียงสนั่น
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ธีระพล	เทพหัสดิน ณ อยุธยา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ประเสริฐ	เคนพันค้อ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2547	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา ซึ่งเป็นของเล่นอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการฝึกทักษะการเรียนรู้ของเด็กโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือทักษะทางด้านภาษาอังกฤษ (เรียนรู้ตัวอักษร A-Z) ทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ (เรียนรู้ตัวเลข 0-9 และการบวก ลบเลขแบบง่าย) และทักษะทางด้านเสียงดนตรี (เรียนรู้เสียงดนตรีแบบต่างๆ) รวมทั้งมีคู่มือแบบฝึกหัดประกอบ หลักการทำงานของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา คือ เริ่มจากการป้อนข้อมูลอินพุต ซึ่งในส่วนอินพุตแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นการเอาตัวอักษร A-Z และตัวเลข 0-9 ใส่ตามบล็อกตัวอักษรที่ได้ออกแบบไว้ เมื่อใส่ถูกก็จะมีเสียงแสดงบอกว่าเป็นตัวอักษรหรือตัวเลขอะไร ส่วนที่สองเป็นส่วนของเสียงดนตรีต่างๆ ซึ่งจะเป็นสวิตช์กดตามโน้ตเสียง เมื่อรับข้อมูลอินพุตแล้วจะนำข้อมูลมาประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ควบคู่กับไอซีบันทึกเสียงเบอร์ISD 2590 ส่งข้อมูลออกทางพอร์ตต่างๆ แล้วส่งสัญญาณที่ได้ผ่านวงจรขยายเสียงออกลำโพงต่อไป และของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษานี้สามารถเป็นสื่อในการเรียนรู้ด้วยตนเองสำหรับเด็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Electronic Education Toys	
Students	Mr. Tawatchai	Riwanna
	Mr. Somkid	Charenrat
	Mr. Tuangwit	Saingsanun
Advisor	Assit.prof.Dr.Teerapol	Thaphusadin Na Ayuthya
Co-Advisor	Mr. Prasert	Kenpankho
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2004	

ABSTRACT

This thesis presents the Electronic Education Toys. Which are used for learning childrens'skills. Their content to be compested with three parts, which are learning skills in English (learning alphabet A to Z) skills in mathematic (figure 0 to 9 and activity plus and minus) and learning skill in music sound (variaus tone). They also include handbook of working mechanism of Electronics Education Toys. Start for to put input, then in two parts. The first part are putting alphabet A to Z and figure number 0 to 9 in the design block. If put correct will have sound of the right. The second parts are various sounds of music. Which are switch to be the present according to sounds. When receipt input it will use data for compile using the controller uses the microcontroller MCS-51 together with Integrate Circuit sound record number ISD 2590. Sending information to many ports, then sanding signal through amplifier to speaker. This Electronics Education Toys are also to be used for self learning of children.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ดีนั้น เนื่องมาจากความร่วมมือร่วมใจของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่าน ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา อาจารย์ประเสริฐ เคนพันก้อ และอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างมากที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนถึงข้อมูลและอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองโครงงาน และในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณสำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์ ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ และสำนักหอสมุดกลางที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณสำหรับพวกเราที่ได้ให้การสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างทางด้านการศึกษาตลอดมาจนถึงปัจจุบัน ขอบคุณรุ่นพี่คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคมรุ่นที่ 24 ที่ให้คำปรึกษาในการจัดทำโครงงานส่วนหนึ่งให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และสุดท้ายต้องขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ ที่คอยช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	IX
สารบัญรูป	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับเด็ก	3
2.2 ภาพรวมของเด็กวัยตอนต้น (Early Childhood)	3
2.3 หลักการพัฒนาการเด็ก	4
2.3.1 พัฒนาการทางกาย	5
2.3.2 พัฒนาการทางอารมณ์	6
2.3.3 พัฒนาการทางสังคม	6
2.3.4 พัฒนาการทางศีลธรรมจรรยา และค่านิยม	8
2.3.5 พัฒนาการทางความคิด	8
2.3.6 พัฒนาการทางภาษา	9
2.3.7 พัฒนาการด้านศิลปะ	11
2.4 วัยเด็กตอนต้นในโลกสมัยใหม่	11
2.5 ความเป็นมาของการจัดการศึกษาสำหรับเด็ก	11
2.5.1รูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับเด็ก	13
2.5.2 แนวความคิดพื้นฐานของการจัดการศึกษาสำหรับเด็ก	13
2.6 แนวการจัดการศึกษาสำหรับเด็ก	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.7 การส่งเสริมพัฒนาการเด็ก	18
2.7.1 การส่งเสริมพัฒนาการทางด้านร่างกาย	18
2.7.2 การส่งเสริมพัฒนาการทางอารมณ์ และจิตใจ	19
2.7.3 การส่งเสริมพัฒนาการด้านสังคม	19
2.7.4 การส่งเสริมพัฒนาการด้านสติปัญญา	20
2.8 การเรียนรู้ของวัยเด็ก	21
2.8.1 ธรรมชาติและกระบวนการเรียนรู้ของเด็กบางประการโดยสรุปดังนี้	21
2.8.2 วิธีการเรียนรู้ของเด็กมีวิธีการเรียนรู้ได้หลายวิธี ได้แก่	22
2.8.3 การเรียนรู้กับวุฒิภาวะต่อการพัฒนาการเด็ก	22
2.8.4 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้	23
2.9 สื่อการสอน	25
2.9.1 ความหมาย	25
2.9.2 ชนิดของสื่อการสอน	25
2.9.3 การเลือกสื่อเพื่อส่งเสริมพัฒนาการด้านต่าง ๆ	26
2.9.4 ความสำคัญของสื่อการสอน	27
2.9.5 ลักษณะของสื่อที่ดี	28
2.10 การเล่น	29
2.10.1 ความหมายของการเล่น	29
2.10.2 ความสำคัญของการเล่นของเด็ก	30
2.11 ลักษณะการเล่นกับการพัฒนาทางด้านต่างๆ	31
2.11.1 การเล่นกับการพัฒนาทางร่างกายของเด็ก	31
2.11.2 การเล่นกับการพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก	31
2.11.3 การเล่นกับการพัฒนาทางจิตใจและอารมณ์ของเด็ก	31
2.11.4 การเล่นกับการพัฒนาทางสังคมเด็ก	31
2.11.5 การเล่นของเด็กในแง่จิตวิทยา	32
2.12 ชนิดของการเล่น	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.12.1 เกณฑ์การเลือกของเล่น	32
2.12.2 การแบ่งกลุ่มการเล่นของเด็กตามพฤติกรรมการเล่นของเด็ก	33
2.13 ของเล่นเพื่อการศึกษา (Educational Toy)	34
2.14 ไอซีบันทึกเสียง ISD 2590	35
2.15 ไมโครคอนโทรลเลอร์	37
2.15.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	37
2.15.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	38
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	40
3.1 กล่าวนำ	40
3.2 วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์	41
3.2.1 การออกแบบและการสร้าง	41
3.2.2 การทำงาน	41
3.3 วงจรบันทึกสัญญาณเสียง	42
3.3.1 การออกแบบและการสร้าง	42
3.3.2 การทำงาน	42
3.4 วงจรควบคุมการบวกและลบเลข	43
3.4.1 การออกแบบและการสร้าง	43
3.4.2 การทำงาน	43
3.5 วงจรสวิตซ์อินพุต 1	44
3.5.1 การออกแบบและการสร้าง	44
3.5.2 การทำงาน	45
3.6 วงจรสวิตซ์อินพุต 2	45
3.6.1 การออกแบบและการสร้าง	45
3.6.2 การทำงาน	46
3.7 วงจรการกระทำทางคณิตศาสตร์	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.7.1 การออกแบบและการสร้าง	46
3.7.2 การทำงาน	47
3.8 วงจรแสดงผลแอลอีดี	47
3.8.1 การออกแบบและการสร้าง	47
3.8.2 การทำงาน	48
3.9 วงจรขยายสัญญาณเสียง	48
3.9.1 การออกแบบและการสร้าง	48
3.9.2 การทำงาน	48
3.10 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันตรงไฟ 24 โวลต์	49
3.10.1 การออกแบบและการสร้าง	49
3.10.2 การทำงาน	49
3.11 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันตรงไฟ 5 โวลต์	49
3.11.1 การออกแบบและการสร้าง	49
3.11.2 การทำงาน	50
3.12 โครงสร้างและการออกแบบกล่องของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา	50
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	52
4.1 กล่าวนำ	52
4.2 การทดลองการทำงานของวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์	52
4.2.1 การทดลอง	52
4.2.2 ผลการทดลอง	54
4.3 การทดลองการทำงานของวงจรสวิตซ์เมทริกซ์	54
4.3.1 การทดลอง	54
4.3.2 ผลการทดลอง	56
4.4 การทดลองการทำงานของวงจรควบคุมการเล่นเสียง	57
4.4.1 การทดลอง	57
4.4.2 ผลการทดลอง	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.5 การทดลองการทำงานของวงจรการบวกและลบเลข	59
4.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	59
4.5.2 ลำดับขั้นการทดลอง	60
4.5.3 ผลการทดลอง	60
4.6 การทดลองการทำงานของวงจรเสียงดนตรี	61
4.6.1 การทดลอง	61
4.6.2 ผลการทดลอง	62
บทที่ 5 บทสรุป	63
5.1 สรุป	63
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	63
5.3 แนวทางการพัฒนา	64
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	66
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	73
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	91
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	98
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	124
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	130
ประวัติผู้แต่ง	170

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการทดลองการทำงานของวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์	53
4.1 (ต่อ) ผลการทดลองการทำงานของวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์	54
4.2 ผลการทดลองการทำงานของสวิตซ์เมทริกซ์	55
4.2 (ต่อ) ผลการทดลองการทำงานของสวิตซ์เมทริกซ์	56
4.3 ทดลองการทำงานของวงจรควบคุมการเล่นเสียง	58
4.3 (ต่อ) ทดลองการทำงานของวงจรควบคุมการเล่นเสียง	59
4.5 ผลการทดลองการบวกเลข	60
4.6 ผลการทดลองการลบเลข	61
4.7 ผลการทดลองการทำงานของวงจรเสียงดนตรี	62
ค.1 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานของไอซีบันทึกเสียง	91
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรสวิตซ์เมทริกซ์	93
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรบันทึกสัญญาณเสียง	93
ค.3 (ต่อ) รายการ อุปกรณ์ของวงจรบันทึกสัญญาณเสียง	94
ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรเครื่องคิดเลข	94
ค.4 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรเครื่องคิดเลข	95
ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรเสียงดนตรี	95
ค.5 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรเสียงดนตรี	96
ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรขยายเสียง	96
ค.6 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรขยายเสียง	97
ค.7 รายการอุปกรณ์ของวงจรจ่ายแรงดันไฟตรง 24 โวลต์ และ 5 โวลต์	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 พัฒนาการทางกายในระยะเด็กวัยตอนต้น	5
2.2 สถานที่เลี้ยงเด็กวัยเด็กตอนต้นในบ้านหรือนอกบ้าน	12
2.3 ลักษณะการจัดขาทั้ง 2 แบบของ ISD 2590	36
2.4 แผนผังการทำงานของไอซีบันทึกเสียง ISD 2590	36
2.5 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	38
3.1 แผนผังการทำงานของของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา	40
3.2 วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์	41
3.3 วงจรบันทึกสัญญาณเสียง	42
3.4 วงจรควบคุมการบวกและลบเลข	43
3.5 วงจรสวิตซ์อินพุต 1	44
3.6 วงจรสวิตซ์อินพุต 2	45
3.7 วงจรการกระทำทางคณิตศาสตร์	46
3.8 วงจรแสดงผลแอลอีดี	47
3.9 วงจรขยายสัญญาณเสียง	48
3.10 วงจรจ่ายแรงดันไฟตรง 24 โวลต์	49
3.11 จงจรจ่ายแรงดันไฟตรง 5 โวลต์	50
3.12 โครงสร้างกล่องอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา	51
4.1 วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์	53
4.2 วงจรสวิตซ์เมทริกซ์	55
4.3 วงจรควบคุมการเล่นเสียง	57
4.4 วงจรเสียงดนตรี	62
ก.1 ของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา	67
ก.2 ตัวอักษรและตัวเลขของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา	67
ก.3 การติดตั้งวงจรภายในกล่องของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา	68
ก.4 วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์ขนาด	68
ก.5 วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์	69
ก.6 วงจรเล่นเสียง	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.7 วงจรประมวลผลการบวกและลบเลข	70
ก.8 วงจรสวิตซ์การบวกและลบเลข	70
ก.9 วงจรกำเนิดเสียงดนตรี	71
ก.10 วงจรขยายสัญญาณเสียง	71
ก.11 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า	72
ข.1 วงจรบันทึกสัญญาณเสียง	74
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรบันทึกสัญญาณเสียง	74
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ แผ่นวงจรพิมพ์วงจรบันทึกสัญญาณเสียง	75
ข.4 วงจรควบคุมการเล่นเสียง	75
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการเล่นเสียง	76
ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการเล่นเสียง	76
ข.7 วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์	77
ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์	77
ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์	78
ข.10 วงจรสวิตซ์เมทริกซ์	78
ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรสวิตซ์เมทริกซ์	79
ข.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรสวิตซ์เมทริกซ์	79
ข.13 วงจรควบคุมการบวกและลบเลข	80
ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการบวกและลบเลข	80
ข.15 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ควบคุมการบวกและลบเลข	81
ข.16 วงจรสวิตซ์อินพุต 1	81
ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรสวิตซ์อินพุต 1	82
ข.18 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรสวิตซ์อินพุต 1	82
ข.19 วงจรสวิตซ์อินพุต 2	83
ข.20 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรสวิตซ์อินพุต 2	83
ข.21 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรสวิตซ์อินพุต 2	84
ข.22 วงจรการกระทำทางคณิตศาสตร์	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.23 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรการกระทำทางคณิตศาสตร์	85
ข.24 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรการกระทำทางคณิตศาสตร์	85
ข.25 วงจรแสดงแอลอีดี	86
ข.26 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแสดงผลแอลอีดี	86
ข.27 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแอลอีดี	87
ข.28 วงจรเสียงดนตรี	87
ข.29 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเสียงดนตรี	88
ข.30 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเสียงดนตรี	88
ข.31 วงจรขยายสัญญาณเสียง	88
ข.32 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเครื่องขยายเสียง	89
ข.33 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเครื่องขยายเสียง	89
ข.34 วงจรภาคจ่ายไฟหลัก	89
ข.35 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคจ่ายไฟหลัก	89
ข.36 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์	90
ง.1 ผังงานควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์	99
ง.1(ต่อ) ผังงานควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์	100
ง.2 ผังงานควบคุมการเล่นเสียง	101
ง.2 (ต่อ) ผังงานควบคุมการเล่นเสียง	102
ง.2 (ต่อ) ผังงานควบคุมการเล่นเสียง	103
ง.2 (ต่อ) ผังงานควบคุมการเล่นเสียง	104
ง.3 ผังงานควบคุมการบวกลบเลข	105
จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของของเล่นอิเล็กทรอนิกส์สำหรับเด็กเพื่อการศึกษา	126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการศึกษาไทยถือเป็นสิ่งสำคัญควบคู่ไปกับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทุกคน ซึ่งเป็นพื้นฐานในการนำความรู้ที่ได้ศึกษาเล่าเรียนมานั้นไปเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพ การศึกษาสำหรับเด็กก็นับเป็นจุดเริ่มต้นของการปลูกฝังให้เด็กมีการเรียนรู้ และของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษาก็นับได้ว่าเป็นสื่อของเล่นที่สามารถใช้ในการเรียนรู้สำหรับเด็กได้เป็นอย่างดี ดังนั้นคณะผู้จัดทำโครงงานจึงได้จัดทำของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษาขึ้นมา เพื่อเป็นสื่อของเล่นในการเรียนรู้สำหรับเด็กทางด้านทักษะภาษาอังกฤษ (เรียนรู้ตัวอักษร A-Z) ทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ (เรียนรู้ตัวเลข 0-9 และการบวก การลบเลขแบบง่าย) และทักษะทางด้านเสียงดนตรี (เรียนรู้เสียงดนตรีแบบต่างๆ) รวมทั้งมีแบบฝึกหัดในการฝึกทักษะสำหรับเด็กทางด้านต่างๆ อีกด้วย

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถเป็นอุปกรณ์ในการพัฒนาการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์
2. สามารถใช้ในการฝึกทักษะการอ่าน การเขียน การฟัง และการบวก ลบตัวเลขแบบง่าย
3. สามารถแสดงอักษรภาษาอังกฤษ A-Z
4. สามารถส่งเสียงออกผ่านลำโพงเป็นโน้ตเสียงดนตรีในระดับและแบบต่างๆ
5. สามารถเป็นแบบฝึกหัดในการฝึกทักษะสำหรับเด็ก

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการต่างๆ เกี่ยวกับโครงงานของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา พฤติกรรมและพัฒนาการการเรียนรู้ของเด็กในวัยต่างๆ ชนิดและรูปแบบของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา หลักการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51 ไอซีบันทึกเสียง ไอซีกำเนิดเสียง และอุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงงาน ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบ และการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น วงจรกำเนิดเสียงดนตรี วงจรบันทึกเสียง วงจรขยายภาคกำลัง วงจรจ่ายไฟ วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง พร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ โดยละเอียด

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลองและทดสอบ ผลที่ได้จากการทดลองและทดสอบการทำงานในส่วนต่างๆ ของของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา

บทที่ 5 กล่าวถึงการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานและการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น รวมไปถึงแนวทางในการแก้ไขปัญหาและแนวทางในการพัฒนาโครงงาน

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโปรแกรม

ภาคผนวก จ เป็นคู่มือการใช้งานของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับเด็ก

คำว่า "เด็ก" ในความหมายทางจิตวิทยามักหมายถึงผู้ที่มีอายุระหว่าง 2-12 ขวบ และแนวความคิดของผู้ใหญ่ที่มีต่อเด็กมักมีอิทธิพลต่อการปฏิบัติตนระหว่างผู้ใหญ่กับเด็ก กับมีผลต่อการจัดการศึกษา หรือการอบรมเลี้ยงดูที่ผู้ใหญ่ให้กับเด็กด้วย

เมื่อกล่าวถึงเด็กเล็กตามที่ใช้ในวงการศึกษา จะหมายถึงเด็กที่มีความเจริญเติบโตต่อจากเด็กทารก ซึ่งมีอายุระหว่าง 3- 6 ปี ถ้าเทียบกับระดับการพัฒนาจะอยู่ระหว่างวัยเตรียมอนุบาล เนื่องจากการศึกษาภาคบังคับของประเทศไทยอยู่ในระดับประถมศึกษา เราจึงเรียกวัยเด็กเล็กนี้ว่าวัยก่อนเข้าเรียน

การเริ่มต้นเป็นจุดสำคัญของงานทุกชนิด การเริ่มต้นของชีวิตก็เช่นกัน โดยเฉพาะการเริ่มต้นของเด็กเล็ก ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันในหมู่นักจิตวิทยาและนักการศึกษาทั่วไปว่า เด็กตั้งแต่แรกเกิดถึง 6 ปี เป็นระยะที่เด็กเกิดการเรียนรู้มากที่สุดในชีวิต การเรียนรู้เหล่านี้จะมีอิทธิพลต่อชีวิตในอนาคตของเด็กเป็นอย่างยิ่ง ประชาชนส่วนมากมักคิดว่า เด็กนี้คือเด็ก ยังไม่รู้จักคิด การเลี้ยงเด็กก็เลี้ยงไปวันหนึ่งๆ เพียงให้ได้กิน ได้นอนก็พอแล้วแต่ความหมายที่แท้จริง การเลี้ยงดูเด็กมิใช่หมายถึงการให้ดื่มนม กินอาหาร นอน มีเสื้อผ้าใส่ไปโรงเรียนเท่านั้น แต่หมายถึงการช่วยพัฒนากิริยามารยาท ความคิด จิตใจของเด็กด้วย ทำให้เด็กมีความอบอุ่นใจ มีความรู้สึกมั่นคงปลอดภัยเสมอ

2.2 ภาพรวมของเด็กวัยตอนต้น (Early Childhood)

ระยะวัยเด็กตอนต้น หรือระยะวัยเด็กก่อนเข้าโรงเรียน เริ่มต้นตั้งแต่อายุประมาณ 2 ขวบครึ่ง จนถึงประมาณ 6 ขวบ ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้คือ อยากเป็นอิสระ อยากเป็นตัวของตัวเอง อยากช่วยตัวเอง ชอบปฏิเสธ และหัวดื้อ ไม่สู้จะตามใจใครง่ายๆ วัยนี้จึงได้รับสมญาว่า "วัยช่างปฏิเสธ" (Negativistic Period) ที่เป็นเช่นนี้เพราะสาเหตุหลายประการ เช่น

1) เพิ่งพ้นจากความเป็นทารก เพิ่งมีความสามารถในการใช้ภาษา และเข้าใจสิ่งแวดล้อม เพิ่งรู้จักใช้ความสามารถที่เกี่ยวกับทางกาย เช่น นิ้ว มือ แขนขา ฯลฯ ดังนั้นจึงต้องการแสดงความสามารถเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) มีความสัมพันธ์กับบุคคลต่างๆ ในครอบครัวมากขึ้น และยังขยายวงไปยังเพื่อนเล่นใกล้บ้าน การติดต่อสังสรรค์กับผู้อื่น เพิ่มและเร้าใจมีความปรารถนาจะเป็นตัวของตัวเองมากขึ้น มีความประสงค์ทั้งอยากตามใจตัวเอง และตามใจผู้อื่นในเวลาเดียวกัน

เด็กวัยตอนต้นมีทั้งความน่ารักและน่าชัง ช่างประจบผู้ใหญ่ ช่างอาสาช่วยเหลือ แต่บางครั้งก็ช่างหัวดื้อจนน่าเกลียด บิดามารดาบางคนอาจมีความรู้สึกไม่อยากให้เด็กโต เพราะเป็นวัยที่เด็กน่าเอ็นดู ระยะวัยเด็กตอนต้นเป็นระยะที่เด็กต้องได้รับการเรียนรู้กฎระเบียบต่างๆ ของสังคม เริ่มเรียนพฤติกรรมการอยู่รวมกลุ่มกับผู้อื่นทั้งร่วมวัยและต่างวัย เรียนพฤติกรรมตามบทบาททางเพศของตนอย่างหญิงหรือชายอย่างจริงจัง รู้จักว่าย่อมได้รางวัลเมื่อทำตามกฎเกณฑ์ และรู้จักว่าต้องถูกลงโทษเมื่อต่อต้านระเบียบวินัย รู้จักแพ้ชนะ รู้จักให้และรู้จักรับและอื่นๆ พัฒนาการทางกายในช่วงนี้มีอัตราค่อนข้างช้า พฤติกรรมต่างๆ มีลักษณะแตกต่างๆ ไปจากวัยทารกค่อนข้างมาก

2.3 หลักการพัฒนาการเด็ก

1) พัฒนาการจะเป็นไปตามแบบเฉพาะ คือ จะมีการพัฒนาการเป็นระยะๆ เช่น นั่งจะสามารถนั่งได้ก่อนยืน ยืนได้ก่อนยืน และเดินได้ก่อนวิ่ง เป็นต้น พัฒนาการทางด้านร่างกายจะมีทิศทางของการพัฒนาการที่ถูกกำหนดแน่นอนเป็น 2 ทิศทางด้วยนั้น คือ ทิศทางที่ 1 พัฒนาการจะเริ่มจากส่วนบนลงมาส่วนล่าง ซึ่งเราจะสังเกตได้ว่าเด็กทารกจะมีศีรษะใหญ่เมื่อแรกเกิด และต่อมาอวัยวะส่วนอื่นๆ จะค่อยๆ เจริญเติบโตจนได้สัดส่วนกับศีรษะและอวัยวะส่วนบนตามลำดับ และทิศทางที่ 2 พัฒนาการจะเริ่มจากแกนกลางของลำตัวไปสู่อวัยวะส่วนข้างที่ออกไป เช่น เด็กจะสามารถเคลื่อนไหวลำตัวได้ก่อนใช้แขน และนิ้วตามลำดับ

2) โดยปกติพัฒนาการจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการหยุดหรือขาดตอน จะเห็นได้จากการพัฒนาการอวัยวะส่วนต่างๆ ของเด็กทารกในครรภ์มารดา จะมีการสร้างอวัยวะต่างๆ ขึ้นอย่างต่อเนื่อง และไม่มีการหยุดยั้ง นอกจากร่างกายเกิดภาวะผิดปรกติขึ้นเท่านั้น

3) อัตราพัฒนาการของเด็กแต่ละคนจะแตกต่างกันทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบใหญ่ๆ 2 ชนิด คือ พันธุกรรมและสภาพแวดล้อม เช่น เด็กบางคนเจริญเติบโตเร็ว เด็กบางคนเจริญเติบโตช้า พฤติกรรมบางอย่างอาจปรากฏเร็วในเด็กคนหนึ่ง และปรากฏช้าในเด็กอีกคนหนึ่ง เช่น พฤติกรรมการพูด ส่วนที่เกี่ยวกับพันธุกรรมพบว่า ลูกที่มาจากพ่อแม่ที่สูง มักมีแนวโน้มสูงตามไปด้วย ส่วนในด้านสภาพแวดล้อมก็พบว่า เด็กที่เติบโตโดยได้รับสารอาหารที่ครบถ้วนมักจะโตเร็วกว่าเด็กที่ขาดแคลน

4) อัตราการพัฒนาส่วนต่างๆ ของร่างกายแตกต่างกัน คือ อวัยวะต่างๆ ของร่างกายจะมีอัตราพัฒนาการที่แตกต่างกัน ไม่เติบโตพร้อมกันหมดในเวลาเดียวกัน เช่น วัยเด็กตอนต้นพัฒนาการด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคิด การสร้างมโนภาพจะเจริญรวดเร็ว พอในระยะวัยรุ่น พัฒนาการมือ เท้า และระบบย่อยอาหาร จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

5) พัฒนาการทุกด้านจะสัมพันธ์กันหมด และเราสามารถทำนายพัฒนาการของเด็กได้ พัฒนาการในทุกๆ ด้าน ทั้งทางร่างกาย อารมณ์ สังคม สติปัญญา และจริยธรรม จะมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันหมด ถ้าพัฒนาการด้านหนึ่งด้านใดบกพร่องก็จะนำไปสู่ความบกพร่องในด้านอื่นๆ ต่อไปด้วย

6) พัฒนาการในแต่ละวัย จะมีลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่แตกต่างกับพฤติกรรมบางอย่างในวัยหนึ่ง เราอาจคิดว่าไม่เป็นปัญหา แต่ถ้าพฤติกรรมนั้นเกิดขึ้นกับวัยอื่น เราก็คิดว่าพฤติกรรมนั้นเป็นปัญหา เช่น พฤติกรรมการชอบถามซ้ำแล้วซ้ำอีก พฤติกรรมนี้ถ้าเกิดในระยะก่อนวัยเรียน เราจะถือว่าเป็นพฤติกรรมปกติ แต่ถ้าพฤติกรรมนี้เกิดขึ้นในระยะวัยรุ่น เราก็ถือว่าพฤติกรรมนั้นเป็นปัญหา

2.3.1 พัฒนาการทางกาย



รูปที่ 2.1 พัฒนาการทางกายในระยะเด็กวัยตอนต้น

พัฒนาการทางกายในระยะเด็กวัยตอนต้น ยังเป็นไปในแบบเจริญเติบโตเพื่อให้ทำงานเต็มที่ตามหน้าที่แต่อัตราการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างช้าเมื่อเทียบกับระยะวัยทารก น้ำหนักและส่วนสูงยังคงเพิ่มขึ้นแต่ไม่สู้มาก ส่วนสัดของร่างกายค่อยๆ เปลี่ยนไป ช่วงแขนยาวขึ้น ศีรษะดูยาวเล็กลง และเริ่มจะได้สัดส่วนกับลำตัว ลักษณะหน้าตาแบบทารกเริ่มจะหายไป หน้ายังเล็ก จมูกเล็กและค่อนข้างแบน ฟันน้ำนมยังไม่เจริญเต็มที่ แม้ว่าฟันจะเริ่มขึ้นมาแล้วตั้งแต่ระยะวัยทารกตอนปลาย ผมซึ่งนุ่มในวัยทารกจะหยาบและสีเข้มขึ้น หวีไม่ค่อยเรียบ ไหล่กว้าง แขนขายาวขึ้น ลำตัวยาวและกว้างขึ้นเป็นสองเท่าของทารกเกิดใหม่ มือและเท้าก็ใหญ่ขึ้นด้วยเช่นกัน กระดูกเพิ่มความแข็งแรงกว่าเดิม กล้ามเนื้อและประสาทสัมผัสทำหน้าที่ได้ดีขึ้น ฉะนั้นจึงเป็นระยะที่เหมาะที่สุด ที่จะฝึกให้เด็กได้เล่นกีฬาประเภทเคลื่อนไหวต่างๆ ที่เหมาะกับกำลังของเด็ก ซึ่งจะช่วยการเรียนรู้และพัฒนาพฤติกรรมด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อารมณ์ สังคม และสติปัญญา เมื่อผ่านพ้นวัยเด็กตอนต้น เด็กต้องสามารถควบคุมอวัยวะเคลื่อนไหวทั้งอย่างหยาบและประณีตได้แล้ว (Gross and Fine Motor Control)

การพัฒนาสมรรถภายทางกายด้านต่างๆ ในวัยนี้ เป็นการเตรียมเด็กเพื่อช่วยตัวเอง และเพื่อการเรียนรู้ด้านต่างๆ ในวัยเด็กตอนปลาย เมื่อเด็กต้องใช้เวลาและชีวิตกับผู้ใหญ่และเพื่อนร่วมวัยนอกบ้านมากขึ้น ถ้าบิดามารดาผู้เลี้ยงดูเด็กไม่สนับสนุนส่งเสริมการช่วยตัวเองทางร่างกายด้านต่างๆ ของเด็ก เช่น รับประทานอาหารเอง ใส่เสื้อผ้า ฯลฯ เด็กจะปรับตัวให้เข้ากับโลกภายนอกและบุคคลอื่นๆ นอกสังคมครอบครัวได้ค่อนข้างลำบาก เพราะโลกของเด็กเริ่มออกจากสังคมครอบครัวมากขึ้น

2.3.2 พัฒนาการทางอารมณ์

ระยะวัยเด็กตอนต้น เด็กมีอารมณ์หงุดหงิดง่ายกว่าเด็กในวัยทารก ดื้อร้น เอาแต่ใจตัวเอง เจ้าอารมณ์ ทั้งนี้เพราะอยู่ในช่วงวัยปฏิเสธ (Negativistic Phase) ชีวิตประจำวันมีเรื่องยั่วอารมณ์ให้เด็กหงุดหงิดวุ่นวายไม่รู้จักจบสิ้น ระหว่างความต้องการของเด็ก กับท่าทีการปฏิบัติของผู้ใหญ่และเพื่อนเล่นตลอดจนมีสิ่งต่างๆ มากมายที่อยู่แวดล้อมตัวเด็ก ซึ่งเด็กอยากรู้อยากทดลองให้เข้าใจ บางครั้งก็เข้าใจง่าย บางครั้งก็เข้าใจยาก บางคราวก็เจ็บตัว หรือโดนทำโทษ เด็กเริ่มมีลักษณะอารมณ์ประเภทต่างๆ อย่างที่ผู้ใหญ่มี เช่น อารมณ์โกรธ อารมณ์อิจฉา อารมณ์อาทรเห็นใจ อารมณ์อยากรู้อยากเห็น อารมณ์หรรษา อารมณ์ก้าวร้าว อารมณ์อวดดื้อถือดี

2.3.3 พัฒนาการทางสังคม

พัฒนาการทางสังคมได้เริ่มตั้งแต่วัยทารก แต่ในระยะวัยเด็กตอนต้นนี้ มีลักษณะผิดแผกจากวัยทารก มีข้อน่าสังเกตเกี่ยวกับลักษณะพัฒนาการทางสังคมของเด็กในวัยนี้หลายประการ เช่น

1) ระยะวัยทารก บุคคลอื่นเป็นฝ่ายเข้าหาเด็ก เด็กเป็นฝ่ายคอยรับ และคอยตอบสนองเสียเป็นส่วนมาก พอถึงวัยตอนต้นนี้ เพราะความอยากเป็นตัวของตัวเอง เพราะสมรรถภาพทางภาษา ความสามารถทางกล้ามเนื้อและประสาทสัมผัส และความสามารถในการใช้เหตุผล ทำให้เด็กเริ่มรู้จักเข้าผู้อื่นบ้าง ไม่คอยแต่เป็นฝ่ายรับการเข้าจากผู้อื่น

2) เด็กเริ่มเบื่อหน่ายที่จะคบผู้ใหญ่เป็นเพื่อน เริ่มแสวงหาเพื่อนร่วมวัย เด็กส่วนใหญ่เข้าโรงเรียนก่อนวัยเรียนหรือโรงเรียนอนุบาลแล้ว ปรัชญาของสถาบันการศึกษาระดับนี้ประการหนึ่งคือหัดให้เด็กเรียนรู้การอยู่กับเพื่อนร่วมวัย และผู้ใหญ่อื่นที่ไม่ใช่คนในครอบครัว รู้ระเบียบวินัยและกฎเกณฑ์ในสังคม

3) เด็กคบกับเพื่อนร่วมวัยยังไม่ราบรื่นดีนัก เพราะยังต้องการให้ผู้อื่นสนใจตนมากว่าตนสนใจผู้อื่น (Self-center) ยังไม่มีประสบการณ์ทางสังคม ยังไม่รู้จักออมชอม ยังไม่รู้จักการให้และการรับ ฉะนั้น เด็กจึงรวมกลุ่มไม่ติด ทะเลาะเบาะแว้งกันบ่อย แต่เด็กไม่สู้จริงจังกับการทะเลาะกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเดี๋ยวก็ลืมแล้วดีกันง่ายๆ การทะเลาะของเด็กแสดงออกหลายอาการ เช่น เตะ ต่อย หยิก ข่วน ฟ้อง ร้องไห้ ร้องกรี๊ด ฯลฯ

4) แม้ว่าระยะนี้จะรวมกลุ่มกันไม่สู้จะได้ และการคบเพื่อนของเด็กมีลักษณะแบบก่อนรวมกลุ่มแท้จริง (Pre-Gang Age) แต่เด็กก็มีกลุ่มเล็กๆ ที่ไม่สู้จะยั่งยืน เมื่อมีกลุ่มก็มักจะมีผู้นำ ซึ่งอาจอายุมากกว่าเพื่อน ๆ และฉลาด ตำแหน่งผู้นำเปลี่ยนบ่อยตามความรู้สึกของสมาชิกในกลุ่มส่วนมาก เด็กบางคนเพื่อนไม่ชอบให้เข้ากลุ่มเลย เพราะสาเหตุเช่น ช่างฟ้อง งอแง ชอบรังแก ติดพ่อแม่ ฯลฯ

5) เพื่อนของเด็กยังจำกัดทั้งจำนวนและประเภท นอกจากเพื่อนที่เป็นบุคคลจริงๆ แล้ว เด็กยังมีเพื่อนอีกประเภทหนึ่ง คือ เพื่อนสมมุติ (Imaginative Friends) ทั้งนี้เพราะเป็นระยะที่เด็กอยากมีเพื่อน แต่ยังไม่สามารถสร้างสัมพันธ์ภายที่ดีกับเพื่อนได้ จึงสร้างเพื่อนสมมุติขึ้น ซึ่งเด็กจะบันดาลให้เป็นไปตามใจตัวเองอย่างไรก็ได้ การสร้างเพื่อนสมมุติอาจมาจากสาเหตุอื่นๆ อีกเช่น เลียนแบบชีวิตจริงที่เด็กได้พบเห็นและอยากเลียนแบบ เป็นต้น

6) พร้อม ๆ กับเพื่อนสมมุติ เด็กก็จะสร้างโลกสมมุติหรือเรื่องสมมุติขึ้น (Imaginative world or Imaginative play) การสร้างโลกสมมุติเป็นการเล่นชนิดหนึ่งของเด็กในวัยนี้ การเล่นสมมุติเป็นการเล่นเลียนชีวิตจริง เช่น เล่นขายของ เล่นเป็นแม่ เลียนแบบละครที่ดูจากโทรทัศน์ ภาพยนตร์ เด็กมักจะมีของเล่น อุปกรณ์การเล่นประเภทต่างๆ ประกอบการเล่นสมมุติ เช่น ดินน้ำมัน ไม้ท่อนแท่ง ลูกปัด ตุ๊กตา ดินสอสี กรรไกร สีน้ำ ใบไม้ ฯลฯ การเล่นสมมุติบางอย่างอาจเลียนชีวิตจริงบางส่วนเท่านั้น ได้แก่ เรื่องเกี่ยวกับเทวดา นางฟ้า ยักษ์ ฯลฯ บุคคลเหล่านี้เป็นเพื่อนสมมุติของเด็ก ซึ่งเด็กบางคนรู้สึกใกล้ชิดสนิทสนมมากกว่าเพื่อนในชีวิตจริงๆ ของเขาเสียอีก

7) การเล่นเป็นพฤติกรรมสำคัญสำหรับพัฒนาการด้านต่างๆ ของเด็ก เพราะช่วยให้เด็กได้พัฒนาอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย ช่วยส่งเสริมความเข้าใจสิ่งแวดล้อม ช่วยให้รู้จักเล่นและผูกมิตรกับเพื่อน เป็นทางออกของอารมณ์ตรึงเครียด ลักษณะการเล่นและเรื่องราวที่เด็กเล่น เป็นเครื่องชี้ให้ทราบถึงสติปัญญา บุคลิกภาพ ลักษณะทางอารมณ์ และความสนใจของเด็ก พื้นฐานของครอบครัวและเพศ การเล่นเกมส์จะเริ่มเมื่อเด็กพอจะเข้ากลุ่มกันได้ยั่งยืนบ้างแล้ว คือ เมื่อเด็กอายุประมาณ 4-5 ขวบ

8) เด็กต้องการสร้างสัมพันธ์ภาพกับเพื่อนร่วมวัยมากกว่าผู้ใหญ่ แต่เพราะเด็กยังไม่มีความสามารถสร้างสัมพันธ์ภาพกับเพื่อนร่วมวัยได้อย่างราบรื่น เด็กจึงยังคงต้องการความรัก ความสนใจจากผู้ใหญ่ ซึ่งเด็กมีวิธีการหลายอย่างเพื่อให้บรรลุถึงความต้องการดังกล่าวนี้ เช่น เคล้าเคลีย ออดอ้อน ซักถาม เรียกร้องให้ดู เมื่อใดเด็กเริ่มรู้สึกว่าตนได้รับการยอมรับจากเพื่อนร่วมรุ่นเดียวกันเป็นที่น่าพอใจแล้ว เด็กจะเริ่มขัดขืนและดื้อดึงกับผู้ใหญ่

9) พัฒนาการทางสังคมตามแนวคิดของแอริคสัน ในระยะวัยเด็กตอนต้นคือความคิดริเริ่มแย้งกับความรู้สึกผิด (Initiative vs. guilt) ซึ่งขยายความได้ว่า ในระยะนี้เด็กเริ่มพัฒนาความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉพาะตัวในด้านต่างๆ มีความเป็นตัวของตัวเอง แต่ในเวลาเดียวกันก็ยังทำอะไรไม่ได้เต็มที่สมตามที่ตนปรารถนา ยังคงมีความต้องการที่จะได้รับการอุ้มชูดูแล อยากได้ความสุขสบาย ซึ่งได้มาจากพ่อแม่ผู้ใหญ่อยู่ด้วย

10) เด็กเรียนพฤติกรรมทางสังคมด้วยการเลียนแบบ การเลียนแบบพฤติกรรมทางสังคมที่เด่นประการหนึ่งของเด็กสมัยปัจจุบันในระยะนี้คือ เด็กเรียนและเลียนแบบการร่วมมือและการแข่งขันเชิงสังคม (Cooperative vs. competition) มีผู้ทำการวิจัยพบว่า เด็กในชนบทและในสังคมที่ไม่ซับซ้อนมักเรียนรู้จักที่จะร่วมมือกันมากกว่าที่จะแข่งขันชิงดีชิงเด่น ในขณะที่เด็กในสังคมเมืองและสังคมไฮเทคไม่ค่อยเรียนรู้ที่จะร่วมมือเชิงสังคมมากนัก แต่มุ่งที่จะแข่งขันชิงดีชิงเด่นมากกว่า

2.3.4 พัฒนาการทางศีลธรรมจรรยา และค่านิยม

ความนึกคิดเกี่ยวกับอะไรถูก ผิด ดี ชั่ว นั้น เด็กยังคิดเป็นเหตุผลด้วยตนเองไม่ได้ยังต้องอาศัยผู้อบรมเลี้ยงดูให้คำชี้แจงแนะนำ แต่ที่สำคัญยิ่งกว่าคำชี้แจงแนะนำก็คือการทำเป็นแบบอย่างเพื่อให้เด็กเลียนแบบ จะได้ผลประทับใจเด็กโดยเด็กไม่รู้สึกตัว ผู้ปกครองเด็กจะต้องระมัดระวังด้วยว่าจะต้องไม่เน้นความถูก ผิด ดี ชั่ว มากเสียเหลือเกิน เพราะถ้าเป็นเช่นนี้ เด็กจะเกิดความรู้สึกเห็นไปว่าความผิด ซึ่งโดยธรรมดาไม่ใช่เรื่องร้ายแรง กลายเป็นเรื่องใหญ่โตร้ายแรง โดยไม่สมควรแก่เหตุผลไปได้ง่ายๆ ทำให้อภัยตนเองและผู้อื่นยากในเรื่องดีชั่ว ซึ่งจะแสดงผลเมื่อโตเป็นผู้ใหญ่เป็นลักษณะ Over super-ego (เชิดชูตัวหรือหลักการที่ตัวนับถือเกินความพอดี)

การปลูกฝังมโนธรรมให้แก่เด็กอาจทำได้อีก คือ แสดงออกมาในรูปนิทานและการเล่นสำหรับเด็ก เพราะเด็กวัยนี้นิยมเรื่องสมมุติและการเล่น ทั้ง 2 วิธีจะสร้างแบบเพื่อให้เด็กได้เลียนแบบและรู้โดยซึมซับโดยไม่มีการบังคับฝืนใจด้วย

2.3.5 พัฒนาการทางความคิด

ความคิดของเด็กในวัยตอนต้นมีความเจริญก้าวหน้าเป็นลำดับขั้นตอนอย่างโดดเด่นต่างจากวัยทารก ตัวอย่างเช่น เด็กวัยทารกจะไม่เข้าใจความหมายของ “เมื่อวานนี้” “เดือนที่แล้ว” “วันพรุ่งนี้” “เดือนหน้า” หรือ “ใกล้” “ไกล” “เล็ก” “ใหญ่” ฯลฯ แต่เด็กวัยตอนต้นจะมีความเข้าใจเรื่องเวลาระยะห่างและขนาดได้แล้ว อย่างไรก็ตามเด็กวัยเด็กตอนต้น ยังไม่สามารถแยกแยะความจริงกับความนึกฝันออกจากกันได้โดยเด็ดขาด เด็กที่ดูโทรทัศน์เรื่องซุปเปอร์แมน แล้วทำตัวเหมือนซุปเปอร์แมนเช่นนี้เพราะไม่สามารถเข้าใจว่าซุปเปอร์แมนไม่มีจริง การเล่นสมมุติของเด็กและงานศิลปะเด็กในแบบต่างๆ ล้วนแล้วแต่สะท้อนความคิดกึ่งฝันกึ่งจริงของเด็ก เพียเจท์เรียกลักษณะความคิดของเด็กในระยะต้นนี้ว่าความคิดขั้น “Pre-operation”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 พัฒนาการทางภาษา

ภาษาเป็นพัฒนาการที่สำคัญมาก เพราะภาษาเป็นสื่อของความคิด ความรู้สึก และความสัมพันธ์เชิงสังคม มีการศึกษามากมายที่ชี้ว่า พัฒนาการทางภาษาทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณมีความสัมพันธ์กับพัฒนาการทางสติปัญญาในเชิงบวก

เมื่อสิ้นวัยทารก เด็กใช้ภาษาพูดได้แล้ว แต่ยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์ดีเท่าผู้ใหญ่ เด็กจะขัดเกลาสำนวน เรียนและเลียนแบบภาษาให้ถูกต้องจนใช้งานได้ดีในช่วงระยะวัยเด็กตอนต้น เมื่อสิ้นสุดระยะนี้ไม่ว่าเด็กชาติไหนสามารถพูดภาษาแม่ของตนได้เท่าผู้ใหญ่ วัย 6 ขวบเป็นระยะสุดท้ายของพัฒนาการภาษาพูด (Speech) นอกจากภาษาพูดแล้ว เด็กบางคนเริ่มพัฒนาภาษาเขียนและเริ่มอ่านหนังสือ เพราะกล้ามเนื้อเล็กของเด็กและสายตาเริ่มพัฒนาพอใช้งานได้แล้ว การพัฒนาทางภาษาจนมีประสิทธิภาพนี้ เป็นเหตุการณ์ที่สำคัญสำหรับชีวิตของเด็ก เพราะเป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้วิชาต่าง ๆ ในโรงเรียน เป็นเครื่องมือในการติดต่อสมาคมเกี่ยวข้องกับผู้อื่น เป็นเครื่องมือสื่อความรู้ความคิดระหว่างตนเองและกับบุคคลอื่นๆ ช่วยทำให้เข้าใจโลก สังคม ชีวิต และบุคคลดีขึ้นกว่าวัยทารก

การพัฒนาภาษาของเด็กจะเร็วช้าเพียงไร ขึ้นอยู่กับเหตุหลายประการ อาทิ จำนวนพี่น้อง เพศ ลักษณะเศรษฐกิจและสังคมครอบครัว ขนาดของครอบครัว สติปัญญาของเด็กเอง ความเอาใจใส่ต่อเด็กจากบุคคลในครอบครัว เด็กในวัยนี้ชอบพูดถึงตัวเองและพูดกับตัวเอง (ในบางครั้ง) ชอบพูดถึงกิจวัตรประจำวันของเขา กิจกรรมของผู้เกี่ยวข้องกับเขา หรือผู้ที่รู้จัก ต่อไปนี้จะได้กล่าวถึงพัฒนาการทางภาษาของเด็กวัยนี้ตามสมควร โดยขั้นตอนการพัฒนาการทางภาษาของเด็กวัยทารก-วัยเด็กตอนต้นมีพัฒนาการทางภาษาพูดมี 5 ลำดับขั้น ตั้งแต่วัยทารกจนสิ้นสุดระยะวัยเด็กตอนต้นดังนี้ คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นปฏิกิริยาสะท้อน (Reflexive vocalization)

การใช้ภาษาของเด็กในระยะนี้ คือ ตั้งแต่คลอดถึงอายุหนึ่งเดือนครึ่ง เป็นแบบปฏิกิริยาสะท้อนเทียบเท่ากับภาษาหรือการสื่อความหมายของสัตว์ประเภทอื่นๆ เสียงนี้เป็นไปโดยอัตโนมัติและไม่มีความหมายในขั้นแรก แต่เมื่ออายุราวหนึ่งเดือนล่วงแล้ว ทารกอาจเปล่งเสียงต่างกันได้ตามความรู้สึก เช่น ชอบ ไม่ชอบ ง่วง หิว ฯลฯ

ขั้นที่ 2 ขั้นเล่นเสียง (Babbling stage)

อายุเฉลี่ยของทารกในขั้นนี้ ต่อจากขั้นที่ 1 จนถึงอายุราว 8 เดือน

อวัยวะในการเปล่งและฟังเสียง เช่น ปาก ลิ้น หู เริ่มพัฒนามากขึ้น เป็นระยะที่ทารกได้ยินเสียงผู้อื่นและเสียงตนเอง สนุกและสนใจลองเล่นเสียง (Vocal play) ที่ตนได้ยิน โดยเฉพาะเสียงของตนเอง แต่เสียงที่เด็กเปล่งก็ไม่มีความหมายในเชิงภาษา ระยะนี้ทารกทุกชาติทำเสียงเหมือนกันหมด แม้แต่เสียงที่เด็กเปล่งยังคงไม่เป็นภาษา แต่ก็มีความสำคัญในกระบวนการพัฒนาการพูด เพราะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะที่เด็กได้ลองทำเสียงต่างๆ ทุกชนิด เปรียบเสมือนซ้อมเสียงซอของนักสีซอก่อนการเล่นซอที่แท้จริง

ขั้นที่ 3 ขั้นเลียนเสียง (Lalling stage)

เป็นระยะที่ทารกอายุประมาณ 9 เดือน เขาเริ่มสนุกที่จะเลียนเสียงผู้อื่น นอกจากเล่นเสียงของตนเอง ระยะนี้ประสาทรับฟังพัฒนามากยิ่งขึ้น จนสามารถจับเสียงผู้อื่นพูดได้ถี่ถ้วนยิ่งขึ้น ประสาทตาจับภาพการเคลื่อนไหวของริมฝีปากได้แล้ว จึงรู้จักและสนุกที่จะเลียนเสียงผู้อื่น ระยะนี้เขาเลียนเสียงตัวเองน้อยลง การเลียนเสียงผู้อื่นยังผิดๆ ถูกๆ และยังไม่สู้จะเข้าใจความหมายของเสียงที่เปล่งเลียนแบบผู้ใหญ่ เด็กหูหนวกไม่สามารถพัฒนาทางด้านภาษามาถึงขั้นนี้ ขั้นนี้เป็นระยะที่ทารกเริ่มพูดภาษาแม่ของตน

ขั้นที่ 4 ขั้นเลียนเสียงได้ถูกต้องยิ่งขึ้น (Echolalia)

ระยะนี้ทารกอายุประมาณ 1 ขวบ ยังคงเลียนเสียงผู้ที่แวดล้อมเขา ทำได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น เลียนเสียงตัวเองน้อยลง แต่ความหมายของสียงไม่แจ่มแจ้งนัก

ขั้นที่ 5 ขั้นเห็นความหมายของเสียงที่เด็กเลียน (True speech)

ระยะนี้ทารกอายุตั้งแต่ 1 ขวบขึ้นไป ความจำ การใช้เหตุผล การเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่ทารกได้รู้เห็นพัฒนาขึ้นแล้ว เช่น เมื่อเปล่งเสียง “แม่” ก็รู้ถือผู้หญิงคนหนึ่งที่อุ้มชูดูแลตน การพัฒนาตนมาถึงขั้นนี้เป็นไปอย่างบังเอิญ (ไม่ได้จงใจ) แต่ต่อมาจากการได้ผลที่พอใจและได้ผลที่ไม่พอใจ ทำให้การเรียนความสัมพันธ์ของเสียงกับความหมายก้าวหน้าสืบไป

ในระยะตอนแรกๆ เด็กพูดคำเดียวก่อน ต่อมาจึงอยู่ในรูปของวลีและรูปของประโยคตั้งแต่ยังไม่ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ไปจนถึงถูกหลักไวยากรณ์ของภาษานั้นๆ นักภาษาศาสตร์ได้ทำการค้นคว้าวิจัยจากเด็กที่พูดภาษาต่างๆ ทั่วโลก เห็นพ้องต้องกันว่า การพัฒนาการทางภาษาตั้งแต่ขั้นที่หนึ่งถึงที่ห้าดังกล่าวข้างตนอยู่ในระยะวัยทารก ส่วนระยะที่เด็กเข้าใจภาษาและใช้ภาษาได้โดยอัตโนมัติเหมือนผู้ใหญ่นั้น อยู่ในระยะวัยเด็กตอนต้น

การพัฒนาการทางภาษาจนสามารถใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้ดี เป็นเหตุการณ์ที่สำคัญสำหรับชีวิตเด็ก เพราะภาษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาการด้านสังคม สติปัญญา และอารมณ์ เด็กที่ใช้ภาษาได้อย่างมีประสิทธิภาพย่อมได้เปรียบเมื่อเข้าโรงเรียน และไปใช้ชีวิตนอกบ้าน

การเรียนภาษาที่ 2

เนื่องจากช่วงวัยเด็กตอนต้น เป็นช่วงพัฒนาการทางภาษาอย่างสำคัญยิ่งช่วงหนึ่ง จึงมีผู้ทำการศึกษาเรื่องการเรียนภาษาที่สองของเด็กในวัยนี้ มีการวิจัยที่ยืนยันว่า ถ้าเด็กได้อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั้งสองภาษาตั้งแต่วัยทารก การเรียนภาษาที่สองในระยะนี้ไม่เป็นสิ่งที่ยากสำหรับเด็ก แต่การเรียนภาษาที่สองในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างจากภาษาแม่ในระหว่างนี้ อาจทำให้เกิดการถ่ายทอดการเรียนรู้ในเชิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลบและเรียนได้ยาก แต่ก็ยังง่ายกว่าเรียนในวัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่ อนึ่ง เด็กที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมทั้งสองภาษาในวัยทารก มีโอกาสดีที่จะเป็นผู้ชำนาญทั้งสองภาษาได้

2.3.7 พัฒนาการด้านศิลปะ

พัฒนาการด้านศิลปะของเด็กวัยเด็กตอนต้นมีหลายประการ เช่น พับกระดาษ ปั้นดินน้ำมัน ทำการฝีมือ ร้องเพลง พับใบมะพร้าวเป็นรูปต่างๆ ศิลปะเด็กเป็นการแสดงออกที่ซื่อ บริสุทธิ์ เรียบง่าย ไร้จริตมายา มีแต่ความสวยงาม ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ทำให้ศิลปะเด็กมีเสน่ห์โดยเฉพาะศิลปะที่เกิดจากจินตนาการตรงของเด็กเอง

พัฒนาการด้านศิลปะ เป็นการพัฒนาการทั้งด้านความคิดและทักษะควบคู่กัน พัฒนาการเชิงศิลป์ของเด็กมีความเป็นพิเศษมากกว่าผู้ใหญ่ ในแง่เป็นการเสริมสมรรถนะทางกาย ด้านประสาทสัมผัส และการเคลื่อนไหว รวมทั้งความสามารถด้านสมองเชิงสร้างสรรค์และแสดงออกซึ่งจินตนาการ ซึ่งมีค่าต่อการพัฒนาการทางอารมณ์ จิตใจ และความคิดในเชิงบวก เหมือนดังที่ศิลปินไทยท่านหนึ่งได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่า

“ธรรมชาติของมนุษย์มีความโน้มเอียงไป ในทางรักความสวยความงาม ถ้าสิ่งนี้ได้รับการพัฒนาอย่างดีและถูกต้อง จะมีอิทธิพลและส่งผลต่อบุคลิกภาพ เมื่อเจริญเติบโตจะเป็นมนุษย์ที่มีความดีงาม ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เพราะองค์ประกอบด้านความงามจะไปถ่วงดุลกับองค์ประกอบด้านความรู้ความสามารถ ทำให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ตามปกติมนุษย์มีความสามารถและต้องการที่จะแสดงออก สร้างสรรค์ศิลปะมาตั้งแต่เด็ก”

พัฒนาการทางความคิดเด็กด้านศิลปะ มักจะไม่ได้นำมาศึกษาค้นความมากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาพัฒนาการทางความคิดด้านอื่น ทั้งๆ ที่เด็กตั้งแต่ช่วงวัยทารกจนถึงวัยเด็กตอนปลาย มีความเป็นศิลปินตามธรรมชาติที่ชอบแสดงออก ไม่จำเป็นว่าเขาผู้นั้นจะมีแววหรือมีพรสวรรค์ทางนี้มาอย่างมากมายหรือไม่ นักจิตวิทยาบางท่านเน้นว่า ความคิดเชิงนามธรรมของเด็กอาจศึกษาหรือประเมินได้จากสิ่งที่เด็กๆ แสดงออกในรูปศิลป์ เช่น การขีดเขียน การปั้น ฯลฯ

2.4 วัยเด็กตอนต้นในโลกสมัยใหม่

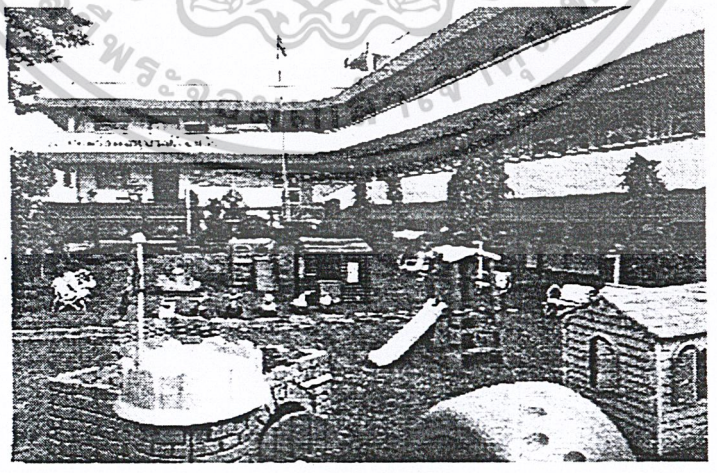
ปัจจุบันนี้แม่ส่วนใหญ่ ในแทบทุกมุมโลกทำงานนอกบ้าน ครอบครัวส่วนใหญ่หมดสภาพที่จะฝากลูกเล็กกับปู่ ย่า หรือญาติผู้ใหญ่ หรือผู้รับใช้ที่ซื่อสัตย์ ดังนั้นเมื่อเด็กพ้นวัยทารก และยังไม่สามารถเข้าโรงเรียนที่เป็นกิจจะลักษณะได้ จึงต้องไปฝากเลี้ยงกับสถานที่รับเลี้ยงเด็กก่อนวัยเรียน ซึ่งมีรูปแบบต่างๆ กัน บางแห่งมีลักษณะเป็นสถานที่รับเลี้ยงเด็กในเวลากลางวัน (Day care) บางแห่งก็มีลักษณะรับเลี้ยงเด็กในบ้าน บางแห่งก็เป็นไปในรูป “เตรียมเด็กเข้าโรงเรียนอนุบาล” “เตรียมความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร้อม" ฯลฯ แต่ไม่ว่าจะเรียกด้วยชื่ออะไรๆ ก็ตาม สถานที่นั้นเป็นสถานที่ดูแลเด็กในตอนกลางวัน เมื่อพ่อแม่ต้องไปทำงานนอกบ้าน

ได้มีการศึกษาถึงความแตกต่างของพัฒนาการ ระหว่างเด็กที่เลี้ยงดูในบ้านโดยมีพี่เลี้ยงในตอนกลางวัน กับเด็กที่เลี้ยงดูในสถานที่รับเลี้ยงเด็กจำนวนมาก ผลการศึกษามีรายงานต่างๆ กัน ยังนำไปใช้อธิบายภาพรวมๆ ของเด็กส่วนใหญ่ไม่ค่อยได้ ประชากรที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบก็มักเป็นประชาการกลุ่มพ่อแม่มีการศึกษาสูง มีฐานะเศรษฐกิจดีตั้งแต่ระดับกลางขึ้นไป แต่อาจสรุปได้กลางๆ ว่าสถานที่รับเลี้ยงเด็กที่ถูกวิธีนั้น มีคุณต่อเด็กที่พ่อแม่ไม่ค่อยมีฐานะทางเศรษฐกิจ นักวิจัยให้ความเห็นว่าสถานที่รับเลี้ยงเด็กที่มีคุณภาพ จะมีผลกระทบต่อพัฒนาการของเด็กไม่แตกต่างจากที่พ่อแม่ต้องเลี้ยงดูเองมากนัก ลักษณะของสถานที่รับเลี้ยงดูเด็กที่ด้อยคุณภาพ ให้โทษต่อพัฒนาการเด็กโดยประการต่างๆ ส่วนลักษณะ "คุณภาพ" ที่สำคัญสำหรับเด็กๆ คือความสะอาด การมีที่ให้เด็กได้วิ่งเล่น การมีผู้ดูแลที่มีความรู้เรื่องพัฒนาการของเด็ก จำนวนสัดส่วนผู้ดูแลเด็กกับเด็กไม่มากเกินไป มีการจัดกิจกรรมให้แก่เด็กตามวัยได้เหมาะสม

แท้จริงปัญหาผู้เลี้ยงดูบุตรแทนพ่อแม่เป็นปัญหาที่พ่อแม่ที่มีบุตรเล็กทุกคน ได้ตระหนักรับรู้ตั้งแต่ลูกยังอยู่ในวัยทารก แต่ทางออกของการเลี้ยงดูบุตรเล็กอย่างถูกวิธีที่สุดสำหรับพ่อแม่และเด็กนั้น คงไม่มีคำตอบใดที่ตายตัว เพราะพ่อแม่ของเด็กแต่ละคนมีความแตกต่างในลักษณะสังคมเศรษฐกิจ วัฒนธรรมและลักษณะรูปแบบครอบครัว อย่างไรก็ดีปัญหานี้ไม่ใช่ปัญหาเล็กน้อยของชีวิตครอบครัวในลักษณะสมัยใหม่ เมื่อเด็กอยู่ในวัยเข้าโรงเรียนอนุบาลได้แล้ว จึงเป็นระยะเวลาที่พ่อแม่เริ่มรู้สึกปลอดโปร่งโล่งใจขึ้น ในด้านการดูแลบุตรในตอนกลางวัน เมื่อตนต้องไปทำงานนอกบ้าน เพราะเด็กได้เข้าโรงเรียนที่มีแบบแผน (Formal Education) แล้ว



รูปที่ 2.2 สถานที่เลี้ยงเด็กวัยเด็กตอนต้น : ในบ้านหรือนอกบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ความเป็นมาของการจัดการศึกษาสำหรับเด็ก

การจัดการศึกษาสำหรับเด็กได้มีการจัดดำเนินการมาเป็นระยะ ๆ ดังนี้

การจัดการศึกษาสำหรับเด็ก เริ่มแรกก่อนมีระบบโรงเรียนสามารถแบ่งการจัดการศึกษาออกเป็น 3 ประเภท คือประเภทแรก ได้แก่การให้การศึกษาเด็กสำหรับเจ้านาย เชื้อพระวงศ์ จัดให้การศึกษาในพระบรมมหาราชวัง โดยจ้างอาลักษณ์มาสอนซึ่งเรียนรวมกันทั้งเด็กหญิงและเด็กชาย ประเภทที่สอง การให้การศึกษาเด็กสำหรับบุคคลที่มีฐานะดี พ่อแม่ก็จะจ้างครูมาสอนหนังสือที่บ้าน ประเภทที่สาม การให้การศึกษาเด็กแก่บุคคลธรรมดาที่พ่อมีฐานะยากจน มีความจำเป็นต้องประกอบวิชาชีพ ไม่มีผู้ดูแลเด็กก็จะนำเด็กไปฝากวัดเป็นลูกศิษย์วัด เพื่อให้เด็กเรียนหนังสือและศึกษาพระธรรมวินัย และถ้ายังเล็กมากพระสงฆ์ก็ทำหน้าที่ดูแลเลี้ยงดูเรื่องการกิน การนอน ตลอดจนการอบรมสั่งสอน และให้การศึกษาด้วย

การจัดการศึกษาสำหรับเด็กในสมัยมีระบบโรงเรียนจัดในรูปของชั้นมูลการศึกษา ซึ่งอาจฝากไว้ในโรงเรียนประถมการศึกษาก็ได้ มุ่งสอนให้เด็กมีความรู้สูงเพื่อเรียนต่อในชั้นประถมศึกษา เป็นการจัดกันเอง ไม่มีหลักสูตร และไม่มีระเบียบวิธีสอน การจัดการศึกษาสำหรับเด็กในระยะเริ่มมีระบบโรงเรียนจึงยังเน้นการสอนหนังสือเป็นสำคัญ ในสมัยก่อนการเปลี่ยนแปลงการปกครองก็ได้พัฒนาขึ้นมาในรูปของอนุบาล(Kindergarten) จากหลักฐานแสดงให้เห็นว่า ความคิดเรื่องอนุบาลศึกษาเริ่ม เข้ามาสู่ประเทศไทยตั้งแต่สมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว เนื่องจากพระองค์ได้เคยเสด็จประพาสทวีปยุโรปและโปรดเกล้าให้ผู้มีหน้าที่จัดการศึกษาไปศึกษาและดูงานต่างประเทศ และนอกจากนี้ในรัชสมัยของพระองค์ ได้มีสัมพันธ์ไมตรีกับต่างประเทศและพวกมิสชันนารีได้เข้ามามีบทบาทสำคัญยิ่งในการศึกษาของไทย

2.5.1 รูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับเด็ก

จากแนวนโยบายการจัดการศึกษาสำหรับเด็ก รัฐส่งเสริมและสนับสนุนให้เอกชนจัดการศึกษาระดับปฐมวัย และให้อิสระในการจัดการศึกษาระดับนี้ให้จัดได้หลายรูปแบบ รวมทั้งมีการยืดหยุ่นอายุของเด็กและช่วงเวลาที่เข้าเรียน ตลอดจนได้เสนอแนะแนวทางในการจัดการศึกษา โดยมุ่งอบรมเลี้ยงดู เพื่อเสริมสร้างภาวะโภชนาการและให้มีสุขภาพอนามัยสมบูรณ์และพร้อมที่จะเข้าเรียนในชั้นสูงต่อไปในทางปฏิบัติจริง เอกชนก็ได้แบ่งเบาภาระของรัฐในการจัดการศึกษาระดับเด็กส่วนหนึ่ง และรัฐรับผิดชอบจัดบริการศูนย์เด็กอีกส่วนหนึ่ง การจัดการศึกษาในระดับนี้สามารถจัดออกได้เป็นรูปแบบต่างๆ ได้ 3 รูปแบบดังนี้

1) สถานบริบาลทารก หน่วยงานที่จัดมีทั้งภาครัฐบาลและเอกชน รับเด็กที่มีอายุแรกเกิดถึง 2 ขวบ เข้ารับการอบรมเลี้ยงดูเพื่อแบ่งเบาภาระของผู้ปกครองที่ต้องออกไปประกอบอาชีพ บางแห่งเริ่มรับเด็กตั้งแต่แรกเกิดไปจนถึง 6 ขวบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความจำเป็นของสภาพสังคมในปัจจุบัน กิจกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สถานบริบาลจัด ก็ขึ้นอยู่กับกลุ่มอายุของเด็กและอาจจะมีความแตกต่างกันบ้างแต่ไม่มากนัก กิจกรรมที่จัดให้ถ้าเป็นกลุ่มเด็กเล็ก มักจะได้รับการดูแลเรื่องอาหารและสุขภาพอนามัยเป็นส่วนใหญ่ เช่นการดื่มนม อาหารเสริม อาหารว่าง การพักผ่อน การดูแลรักษาความสะอาด การฝึกสุขนิสัยในเรื่องดังกล่าว และการฝึกหัดการบริหารร่างกาย และส่งเสริมทางสติปัญญา การเล่น รวมทั้งการให้มีการฟังดนตรี นิทาน เพลง เป็นต้น

2) ศูนย์เลี้ยงเด็ก (Child Care Center) รับเด็กตั้งแต่อายุ 2-6 ขวบ ทั้งภาครัฐบาลและเอกชนช่วยกันจัด แต่ส่วนใหญ่ภาคเอกชนจะจัดมากกว่า โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยเหลือแบ่งเบาภาระของผู้ปกครอง และส่งเสริมพัฒนาการทั้งทางร่างกายและจิตใจเด็กศูนย์ดังกล่าวได้แก่

2.1) ศูนย์โภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข เป็นผู้รับผิดชอบจัดดำเนินการโดยเลือกทำในท้องถิ่นที่มีปัญหาโภชนาการมาก จัดทำก่อน โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้เด็กเล็กในท้องถิ่นได้รับการเลี้ยงดูอย่างถูกวิธี ให้ได้รับอาหารที่เพียงพอทั้งปริมาณและคุณภาพ และส่งเสริมให้เด็กมีสภาวะโภชนาการถูกต้องและสุขภาพแข็งแรง สมบูรณ์ รับเด็กที่มีอายุ 2- 6 ขวบ พร้อมทั้งเผยแพร่ความรู้ทางโภชนาการการเลี้ยงดูเด็กแก่พ่อแม่ ตลอดจนช่วยเหลือครอบครัวที่ยากจนเป็นการแบ่งเบาภาระของพ่อแม่

2.2) สถานรับเลี้ยงเด็กของสำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร สถานรับเลี้ยงเด็กแห่งนี้ รับเด็กอายุ 2 ขวบครึ่ง – 6 ขวบ และพิจารณารับเด็กจากครอบครัวที่ยากจนและที่มีปัญหาไม่มีคนเลี้ยงดู

2.3) ศูนย์พัฒนาขั้นมูลฐาน สมาคมสตรีอุดมศึกษาแห่งประเทศไทยเป็นผู้ดำเนินการ โดยจัดขึ้นในชุมชนที่แออัด ผู้อาศัยในชุมชนนั้นมีรายได้น้อย รับเด็กอายุ 2 ขวบครึ่งถึง 6 ขวบ เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเข้าเรียนชั้นประถมศึกษา

2.4) สถานเลี้ยงเด็กกลางวันของสมาคมสตรีไทย เป็นสถานที่เลี้ยงเด็กที่สมาคมสตรีร่วมกับกรุงเทพมหานคร โดยรับเด็กอายุ 2 ขวบครึ่ง – 4 ขวบ ซึ่งพ่อแม่ไม่มีเวลาในการอบรมเลี้ยงดู

2.5) สถานเลี้ยงเด็กกลางวัน สมาคมวาย ดับบลิว ซี เอ ตั้งขึ้นเพื่อกิจการเลี้ยงเด็ก สถานเลี้ยงเด็กแห่งนี้จัดขึ้นเพื่อช่วยเหลือเด็กยากจน ซึ่งอยู่ในความช่วยเหลือจากกรมประชาสงเคราะห์

กิจกรรมสำหรับศูนย์เลี้ยงเด็ก อาจจะมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง แต่ส่วนใหญ่กิจกรรมที่จัดจะมุ่งเรื่องโภชนาการ สุขภาพอนามัย การฝึกสุขนิสัยต่างๆ การส่งเสริมทางร่างกายและสติปัญญา มีการฟังนิทาน ร้องเพลง รำ เล่น เป็นต้น

3) โรงเรียนอนุบาล รับเด็กอายุ 3-6 ขวบ เพื่อเตรียมความพร้อมทางด้านต่างๆ เพื่อจะเข้าเรียนในชั้นประถมปีที่ 1 ต่อไป โรงเรียนเหล่านี้ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1) โรงเรียนอนุบาลสังกัดกรมสามัญศึกษา จัดดำเนินงานในโรงเรียนประถมศึกษา รับเด็กอายุ 4-6 ขวบ โดยจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาเด็กให้พร้อมก่อนเข้าเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อเป็นตัวอย่างแก่เอกชนที่จัดการศึกษาในระดับนี้

3.2) โรงเรียนเด็กก่อนวัยเรียน สังกัดกรมศาสนา ใช้วัดเป็นที่อบรมสั่งสอนเด็ก โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะทำให้ทำประโยชน์แก่สังคม และเพื่อเตรียมเด็กให้มีความรู้พื้นฐานก่อนที่จะเข้าเรียนในชั้นประถมศึกษา ตลอดจนปลูกฝังคุณธรรม วัฒนธรรมที่ดีงามให้แก่เด็กก่อนวัยเรียน รับเด็กอายุ 4- 8 ขวบ เข้าเรียนโดยไม่ต้องเสียเงินแต่อย่างใด มีพระภิกษุสามเณรเป็นผู้สอน

3.3) ชั้นเด็กเล็กสังกัดกรมการฝึกหัดครู เป็นโครงการที่จัดขึ้นเพื่อพัฒนาเด็กในชนบทที่มีอายุก่อนเกณฑ์บังคับเรียน โดยให้จัดชั้นเด็กเล็กขึ้นในโรงเรียนประถมศึกษาเพื่อรับเด็กที่มีอายุ 4-6 ขวบ เข้าเรียนโดยมีอาจารย์จากวิทยาลัยครูทำงานร่วมกับครูในชั้นประถมศึกษา

3.4) โรงเรียนสาธิต การจัดบริการการศึกษาของเด็กเล็กในรูปแบบโรงเรียนสาธิต มีโรงเรียนสาธิตในสังกัดทบวงมหาวิทยาลัยของรัฐ และโรงเรียนสาธิตสังกัดกรมการฝึกหัดครู

3.5) ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก สังกัดกรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย รับเด็กเล็กในชนบทอายุระหว่าง 3-6 ขวบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความรับผิดชอบร่วมกันของชุมชนในการพัฒนาเด็กและเพื่อแบ่งเบาภาระของผู้ปกครองที่ต้องออกไปประกอบอาชีพเพื่อเพิ่มพูรายได้ และเผยแพร่ความรู้เรื่องการอบรมเด็กแก่ผู้ปกครอง กิจกรรมที่จัดก็ได้แก่การส่งเสริมภาวะโภชนาการ สุขภาพอนามัย การพักผ่อน การฝึกสุขนิสัย และการเตรียมความพร้อมในทุกๆ ด้าน เพื่อให้พร้อมที่จะเข้าเรียนต่อในชั้นประถมศึกษา

2.5.2 แนวความคิดพื้นฐานของการจัดการศึกษาสำหรับเด็ก

1) การพัฒนาเพื่อให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์จะต้องพัฒนาทุกด้านควบคู่ไปทั้งด้านกาย และความสามารถและด้านคุณธรรม (ด้านกาย ด้านสติปัญญา ด้านลักษณะนิสัยและสังคมนิสัย)

2) ความรู้มีความสำคัญก่อให้เกิดการเรียนรู้ แต่ความสามารถในทางสติปัญญาและทักษะในการหาความรู้ และนำเอาความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาของตนและสังคมมีความสำคัญมากกว่าตัวความรู้เฉยๆ ความสามารถและทักษะดังกล่าวจึงควรจะเป็นความมุ่งหมายของการจัดการศึกษาสำหรับเด็ก

3) เด็กเรียนรู้ตลอดเวลาไม่ว่าจะอยู่ที่ใด กับใคร ในสถานการณ์ใด การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับประสบการณ์ ความสนใจ จะทำให้เกิดแรงจูงใจที่จะเรียนรู้

4) เด็กแต่ละคนมีความแตกต่างกันทุกด้านไม่ว่าจะเป็นด้านบุคลิกภาพ สติปัญญา และความสนใจวิธีเรียนรู้ และอัตราการเรียนรู้ และความคงอยู่ของความรู้ ดังนั้นการกำหนดวิธีการเรียนรู้และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาเรียนที่เหมือนกันจึงไม่เป็นผลดีต่อเด็กทุกคน ควรเปิดโอกาสการเรียนรู้ วิธีการและเวลาให้ยืดหยุ่นได้

5) การเรียนรู้ของเด็กวัยนี้เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนได้สัมผัสจับต้อง ทดลอง ทำตามแบบ ดังนั้นการเรียนรู้ที่เน้นครูบอกนักเรียนรับฟังอย่างเดียวจึงไม่ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์

6) การเล่น คือธรรมชาติของเด็กวัยนี้ทุกคน การเล่นมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตทุกด้าน เพราะการเล่นเป็นประสบการณ์ตรง ทำให้เด็กได้เรียนรู้ รับรู้ ปรับตัว และเปลี่ยนแปลงความคิดความเข้าใจ ดังนั้นการเล่นจึงควรเป็นแนวทางจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2.6 แนวการจัดการศึกษาสำหรับเด็ก

การจัดประสบการณ์ให้กับเด็กนั้นเป็นกิจกรรมที่มีความหมายแก่เด็กทั้งสิ้น ควรจัดกิจกรรมทุกอย่างไปสู่เป้าหมายของการเรียนรู้ เพื่อเป็นการปูพื้นฐานให้เด็กเป็นบุคคลที่มีคุณค่าในอนาคต ดังนั้นสถานบริการเด็กต่างๆ จึงควรมีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการพัฒนาทั้งทางร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญาของเด็ก โดยกิจกรรมนั้น ๆ ต้องสอดคล้องและเหมาะสมกับวัยและความต้องการของเด็กด้วย แต่เนื่องจากแต่ละหน่วยงานต่างมีนโยบายเกี่ยวกับเด็กเป็นของตนเอง จึงจัดประสบการณ์ให้กับเด็กไปตามนโยบายของตนไม่ได้เป็นไปแบบเดียวกัน จึงทำให้เด็กที่อยู่ในสถานบริการแต่ละหน่วยงานได้รับการส่งเสริมพัฒนาไปในแนวทางต่างกัน และนอกจากนี้ยังไม่มีการติดตามผลอย่างสม่ำเสมอ และในขณะเดียวกันก็ยังขาดการนิเทศอย่างทั่วถึงอีกด้วย จึงทำให้การจัดประสบการณ์เพื่อเสริมสร้างหรือพัฒนาเด็กยังเป็นไปอย่างขาดประสิทธิภาพ ซึ่งในการส่งเสริมความพร้อมแต่ละเรื่องมีจุดมีมุ่งหมายดังนี้

กลุ่มส่งเสริมลักษณะนิสัย มีความมุ่งหมายให้เด็กมีความเป็นอยู่ให้ถูกสุขลักษณะ ส่งเสริมให้เด็กมีสุขนิสัย มีจิตใจ และร่างกายสมบูรณ์ปราศจากโรค รู้จักส่วนต่างๆ ของร่างกายพอสมควรและรู้จักระวังรักษาตัวให้ปลอดภัย รู้จักรักษาความสะอาด รู้จักการเล่นพักผ่อน การรับประทานอาหารและการเลือกรับประทานอาหาร

กลุ่มส่งเสริมประสบการณ์ชีวิต มีจุดมุ่งหมายให้เด็กสนใจต่อธรรมชาติรอบตัว รู้เรื่องเกี่ยวกับดินฟ้าอากาศ พืช สัตว์ พอสมควร และส่งเสริมให้รู้จักรักสัตว์ ต้นไม้ การเลี้ยงดู และประโยชน์ของพืช นอกจากนั้นยังมุ่งให้รู้จักทำงานและอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้ รู้จักช่วยเหลือผู้อื่น มีกิริยาวาจาสุภาพ มีใจเมตตา กรุณา ซื่อสัตย์ เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ กตัญญูกตเวที ทั้งให้มีความรู้ในสิ่งต่างๆ สถานที่ และสิ่งของพอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กลุ่มทักษะภาษาไทย มีจุดมุ่งหมายให้เด็กฟังและพูดภาษาไทยได้ถูกต้อง ส่งเสริมให้เด็กระบายความรู้สึกนึกคิดออกมาโดยการพูด รู้จักสิ่งต่างๆ ที่เด็กพบเห็นอยู่เสมอ และเพื่อเตรียมตัวให้เด็กพร้อมที่จะเรียนอ่านและเขียนภาษาไทยในชั้นประถมต่อไป

กลุ่มทักษะเลขาคณิต มีจุดมุ่งหมายให้เด็กสนใจในการคำนวณที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวันของเด็ก รู้จักการฟัง ความเข้าใจ ความหมายและรู้ค่าของตัวเลข เข้าใจความหมายมากและน้อย และเตรียมเด็กให้พร้อมในการเรียนเลข

การฝึกประสาท มุ่งหมายให้เด็กมีความสังเกต พิจารณา รู้เหตุผล และรู้จักคุณลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ที่เด็กพบเห็นอยู่เสมอ รู้จักเปรียบเทียบ และมีความคล่องแคล่วว่องไวในการใช้ประสาททั้งห้า

การเล่น มีความมุ่งหมายให้เด็กได้ออกกำลังกายโดยกล้ามเนื้อต่างๆ เพื่อจะได้มีร่างกายที่แข็งแรงและว่องไว รู้จักรักษาตัวให้พ้นจากอุบัติเหตุ รู้จักการเล่นกลางแจ้ง การเล่นในร่ม และการใช้เครื่องเล่นต่างๆ

ศิลปะ มีความมุ่งหมายให้เด็กได้เกิดความชำนาญในการใช้มือ รู้จักสังเกตพิจารณา แสดงออกถึงความรู้สึกนึกคิด เป็นผู้มีระเบียบ รักสวยรักงามและมีความคิดสร้างสรรค์ ให้มีความอิสระในการวาด ระบายสี และการแสดงฝีมือต่างๆ ด้วยความพอใจของตนเอง โดยมีเป้าหมายการจัดการศึกษาสำหรับเด็กดังนี้

1) ศึกษาค้นคว้าและพัฒนารูปแบบวิธีการจัดการศึกษาระดับก่อนประถมศึกษาทั้งในรูปแบบอนุบาลศึกษา ขั้นเด็กเล็ก และศูนย์เด็กปฐมวัยให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมสอดคล้องกับสภาพสังคมของแต่ละท้องถิ่น

2) กำหนดแบบโครงการ และแนวทางปฏิบัติให้ชัดเจนเกี่ยวกับการเตรียมความพร้อมสำหรับเด็กทั้งในรูปแบบการจัดมาตรการสถานศึกษา และการจัดหน่วยงานที่รับผิดชอบ การประสานงานการจัดตั้ง ด้านพื้นที่ และกลุ่มเป้าหมายของเด็กโดยมุ่งเน้นขยายโครงการและการกระจายบริการการศึกษาและงบประมาณไปสู่ส่วนภูมิภาคชนบท

3) สนับสนุนให้เอกชนจัดชั้นอนุบาลสำหรับเด็กวัย 3-6 ขวบให้มากขึ้น โดยปรับปรุงระเบียบการจัดตั้งโรงเรียนอนุบาลเอกชน ให้มีความยืดหยุ่นและเหมาะกับสภาพ แวดล้อมของการลงทุน

4) ให้มีการจัดเด็กเล็กในโรงเรียนประถมศึกษาของรัฐบาลในท้องถิ่นห่างไกล และมีปัญหาทางภาษา

5) จัดบริการเตรียมความพร้อมให้เด็กที่มีปัญหาทางภาษา เด็กห่างไกลคมนาคมเด็กในชุมชนแออัดและเด็กในพื้นที่เป้าหมายการพัฒนาชนบทให้ทั่วถึง

6) การศึกษาและพัฒนารูปแบบการจัดบริการเตรียมความพร้อมของเด็กในรูปของการให้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมได้กว้างขวางยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
59503

2.7 การส่งเสริมพัฒนาการเด็ก

วัยเด็กนี้เป็นวัยเริ่มต้นของการฝึกฝนความสามารถพื้นฐานต่างๆ เพื่อเตรียมตัวในการศึกษาอย่างมีระบบต่อไป ความสามารถพื้นฐานที่ควรจะมีการส่งเสริมพัฒนาการ เช่น ความสามารถในการใช้ภาษา ความสามารถในการฝึกประสาทสัมผัสทั้งห้า การฝึกการรู้สึกแยกแยะสิ่งต่างๆ รอบตัวเด็ก ตลอดจนการฝึกความรับผิดชอบต่อสังคมหรือกลุ่มเพื่อน การรู้จักการเป็นผู้นำและผู้ตาม การรู้การให้และการรับ ตลอดจนรู้จักการปฏิบัติตนในการที่จะอยู่ร่วมกับคนอื่นในสังคม การส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในวัยนี้อาจทำได้ทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน เราอาจส่งเสริมพัฒนาการของเด็กวัยนี้ในด้านต่างๆ ดังนี้

2.7.1 การส่งเสริมพัฒนาการทางด้านร่างกาย

พื้นฐานของการส่งเสริมพัฒนาการทางด้านร่างกายนั้น คือ การได้รับปริมาณสารอาหารครบถ้วนตามความต้องการของร่างกาย เพื่อให้อวัยวะทุกส่วนโดยเฉพาะสมองได้เจริญเติบโตอย่างปกติ ปริมาณของสารอาหารจึงมีความสำคัญต่อสมองของเด็กซึ่งเจริญเติบโตเร็วที่สุด การให้เด็กได้อาหารครบ 5 หมู่อย่างเพียงพอ มีคุณภาพ และตรงต่อเวลา เป็นการส่งเสริมพัฒนาการทางด้านร่างกาย การจัดอาหารว่างระหว่างมื้อให้แก่เด็กจะช่วยให้เด็กเจริญเติบโตดีขึ้น เพราะเด็กในวัยนี้ใช้พลังในการเล่นและเคลื่อนไหวอยู่เสมอ นอกจากอาหารแล้วการออกำลังกายและการพักผ่อนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเด็กในวัยนี้เช่นกัน เมื่อเด็กเจ็บป่วยควรได้รับการดูแลและเอาใจใส่อย่างใกล้ชิดจากผู้ใหญ่และพาไปรับการรักษาจากแพทย์ เพราะการเจ็บป่วยบ่อยๆ เป็นเหตุให้การเจริญเติบโตของเด็กจะชะงักได้ เด็กวัยนี้มักซุกซนอยากรู้อยากเห็น แต่ยังไม่มีความระมัดระวังดูแลตนเองเพียงพอ ผู้ใหญ่จึงต้องดูแลเด็กให้ปลอดภัยจากอันตรายและอุบัติเหตุต่างๆ ควรจะได้มีการชั่งน้ำหนักเด็กเป็นระยะๆ เป็นประจำ เพื่อจะได้ทราบว่าเด็กเจริญเติบโตตามวัยหรือไม่ เพื่อให้เด็กได้บรรลุถึงพัฒนาการทางกายและการควบคุมกล้ามเนื้อที่มีประสิทธิภาพตามที่ต้องการ พ่อแม่และครูควรปล่อยให้เด็กได้วิ่งเล่น กระโดด ปีนป่าย อย่างเป็นอิสระทุกวันในที่กว้าง ร่มรื่น และปลอดภัยมากเท่าๆ กับการได้ฝึกใช้นิ้วมือวาดภาพระบายสีภาพ ปั้น ตัดกระดาษ เขียนหนังสือ หรือทำกิจกรรมอื่นๆ ในเรื่องของการช่วยตนเองด้วยตัวของเด็กเอง เช่น กลัดคุม รูดซิป ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 การส่งเสริมพัฒนาการทางอารมณ์ และจิตใจ

เด็กที่ขาดความรักและความเอาใจใส่มักจะเป็นเด็กที่มีอารมณ์ไม่มั่นคง มีปัญหาทางพฤติกรรมต่างๆ เด็กทุกคนต้องการความรัก ความเข้าใจจากผู้ใหญ่ การที่จะส่งเสริมเด็กให้มีพัฒนาการทางอารมณ์ตามปกตินั้น ผู้ใหญ่จึงต้องมีความเข้าใจที่ถูกต้องและปฏิบัติต่อเด็กอย่างเหมาะสมตามโอกาส เมื่อพบว่าเด็กมีปัญหาทางอารมณ์ หรือจิตใจ ผู้ใหญ่ควรศึกษาสาเหตุของปัญหาก่อน จากนั้นควรหาวิธีการที่นุ่มนวลเพื่อแก้ปัญหาต่อไป อารมณ์ที่มั่นคงของผู้ใหญ่เป็นสิ่งที่จำเป็นในการที่จะทำให้เด็กประพฤติปฏิบัติอย่างถูกต้อง ผู้ใหญ่จะต้องคงเส้นคงวา จะทำให้เด็กทำตัวไม่ถูกและมีข้อแย้งในจิตใจ ทำให้เด็กมีอารมณ์หงุดหงิด ผู้ใหญ่ไม่ควรวางระเบียบไว้มากเกินไป ควรจะดูให้เหมาะสมกับอายุของเด็ก เมื่อเด็กทำดีควรสนับสนุนด้วยการยกย่องชมเชย เมื่อต้องการให้เด็กทำอะไรควรใช้วิธีบอกอย่างดีๆ ด้วยถ้อยคำสุภาพ ไม่ควรออกคำสั่งด้วยอารมณ์ เพราะจะทำให้เด็กไม่พอใจและต่อต้านได้ การทำให้บรรยากาศในบ้านและห้องเรียนให้รื่นรมย์มีชีวิตชีวา จะช่วยให้เด็กคลายความเครียด และความกังวลลงได้มาก ถ้าเด็กมั่นใจได้ว่า ผลงานของเขาจะเป็นที่ยอมรับของพ่อแม่และครูเสมอ โดยปกติเด็กจะมีความเครียดที่เกิดจากความกังวลในขณะทำกิจกรรม ฉะนั้นพ่อแม่และครู ไม่ควรมีความคาดหวังในเด็กสูงเกินความสามารถของเด็ก เพราะจะเพิ่มความเครียดและความกังวลให้เด็กมากขึ้น อันจะเป็นอุปสรรคในการเรียนรู้และการพัฒนาต่อๆ ไป เด็กที่ได้รับการมองในแง่ดี ยอมรับความสามารถของเขาอย่างที่เขามี ได้รับคำชมเชย และให้กำลังใจเสมอ ฉะนั้นเด็กที่มั่นใจในตัวเอง เกิดแนวคิดที่ดีเกี่ยวกับตัวเอง การตำหนิเด็กบ่อยๆ หรือประณามเด็กวัยนี้จะก่อให้เกิดแนวคิดเกี่ยวกับตัวเองไปในทางด้านลบ และจะทำให้เด็กยอมรับว่าตัวเองไม่ดี ไม่เก่ง ไม่สวย ฯลฯ ไปจริงๆ

2.7.3 การส่งเสริมพัฒนาการด้านสังคม

การส่งเสริมพัฒนาการด้านสังคมที่ดี มีจุดเริ่มต้นที่การอบรมเลี้ยงดูเด็กตั้งแต่เด็กยังอยู่ในวัยทารก เปิดโอกาสให้เด็กช่วยเหลือตัวเองและแสดงความสามารถต่างๆ บ้าง ควรจะให้กำลังใจเมื่อเด็กทำดี ไม่ควรใช้วิธีการบังคับ หรือลงโทษเด็ก ควรใช้วิธีการชักชวนแนะนำด้วยความรักและความนุ่มนวล การที่ผู้ใหญ่ทำตัวเป็นแบบอย่างที่ดีจะช่วยให้เด็กเรียนรู้เรื่องบทบาทของตนเองและผู้อื่น การส่งเสริม การเข้าสังคมกับเด็กควรมีการจัดกิจกรรให้เด็กรู้จักเล่นด้วยกันอย่างถูกต้อง ฝึกให้เด็กรู้จักอดทน มีระเบียบวินัย มีเหตุผลไม่เอาแต่ใจตน โดยจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ และสภาพแวดล้อมให้น่าอยู่น่าอาศัย และเป็นกันเองกับเด็ก กิจกรรมน่าสนใจควรได้รับควรฝึกให้เด็กเกิดความไว้วางใจในผู้อื่น อยู่ร่วมทำงานและเล่นร่วมกับผู้อื่นได้ จัดกิจกรรมการเล่นเกมที่มีกฎเกณฑ์กติกาง่ายๆ สอนให้รู้จักการให้อภัย ให้รู้จักการให้และการรับ การเป็นผู้นำและผู้ตาม ตลอดจนสอนให้เด็กรู้จักเคารพในสิทธิของผู้อื่น ซึ่งเหล่านี้จะช่วยทำให้เด็กอยู่กับบุคคลอื่นในสังคมได้อย่างถูกต้องมากขึ้น เด็กจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียนรู้พฤติกรรมการเข้าใจสังคมจากการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลในสังคม จะเรียนรู้ว่าพฤติกรรมใดสังคมยอมรับ และพฤติกรรมใดสังคมไม่ยอมรับจากการสังเกต การชี้แนะ การสั่งสอนอบรมของผู้ใหญ่ที่ใกล้ชิดหรือครูอาจารย์ ฉะนั้นในการสร้างเสริมพัฒนาการควรเปิดโอกาสให้เขาได้เข้าสังคมบ่อยๆ เพื่อให้เกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์อย่างถาวร หรือให้เกิดเป็นนิสัย นิสัยที่ควรเสริมสร้างในเด็กวัยนี้ คือ สังคมนิสัย เช่น การมีสัมมาคารวะ การรอคอย ไม่พูดปด ไม่ลักขโมย ฯลฯ สุขนิสัย เช่น การรู้จักรักษาความสะอาดส่วนต่างๆ ของร่างกายและเครื่องใช้ กิจนิสัย เช่น รู้จักช่วยเหลือตนเอง ขยันอดทน และรับผิดชอบ เป็นต้น

2.7.4 การส่งเสริมพัฒนาการด้านสติปัญญา

พัฒนาการด้านสติปัญญา หมายถึงความสามารถในการจำ การรู้จักคิด การใช้เหตุผลและการแก้ปัญหา การที่เด็กจะมีความสามารถดังกล่าวได้จำเป็นต้องมีการพัฒนาไปตามขั้นตอน ซึ่งเริ่มด้วยการรับรู้สิ่งต่าง ๆ ด้วยการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ การจับต้อง การเห็น การได้ยิน การรู้รส และการได้กลิ่น เด็กทารกที่เกิดมามีร่างกายสมบูรณ์ แข็งแรง แต่ขาดการกระตุ้นเร้าจากบุคคลและสิ่งแวดล้อมต่างๆ รอบตัว อยู่ตลอดเวลาหากผู้ใหญ่ไม่ไปขัดขวางหรือทำให้เด็กเกิดความเบื่อหน่ายเสียก่อน เด็กจะมีการพัฒนาทางสติปัญญาอย่างรวดเร็ว ถ้าผู้ใหญ่ไม่เข้าใจเด็กและใช้ระเบียบวินัยในการฝึกอบรมเด็กอย่างเข้มงวด เด็กอาจจะไม่กล้าทำสิ่งต่างๆ และหมดความสนใจที่จะเรียนรู้หรือคิดสร้างสรรค์ ซึ่งทำให้เกิดการพัฒนาทางสติปัญญาช้ากว่าที่ควร

การกระตุ้นเร้าประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของเด็ก เพื่อให้เกิดการพัฒนาทางสติปัญญานั้นแตกต่างกันตามวัยของเด็ก เช่น เด็กแรกเกิดถึง 6 เดือนควรได้รับการกระตุ้นเร้าทางการสัมผัสจับต้อง การเห็นและการได้ยินมากๆ เด็กอายุ 6-12 เดือน เริ่มเรียนรู้จากการกระทำของตนเอง เด็กอายุ 12-18 เดือน เรียนรู้จากเครื่องเล่นและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ มากขึ้น เด็กอายุ 18 เดือน – 3 ขวบ ควรได้รับการส่งเสริมพัฒนาการทางภาษาด้วยการพูดคุยซักถามเล่านิทาน ฟังเพลง ฯลฯ เด็กอายุ 3-6 ขวบ ควรได้รับการส่งเสริมให้เด็กเป็นตัวของตัวเอง ผู้ใหญ่ควรจัดสิ่งแวดล้อมและอุปกรณ์ ซึ่งอาจเป็นของเล่นของใช้ภายในบ้าน และวัสดุเหลือใช้ให้เด็กเล่น

นอกจากนี้การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เป็นหัวใจสำคัญของการเรียนในวัยนี้ด้วย ซึ่งทำได้โดยการให้เด็กทำงานทางศิลปะต่าง ๆ เช่น การวาดภาพ ปั้น ประดิษฐ์ภาพ ประดิษฐ์เศษวัสดุ การแสดงออกทางดนตรี ละคร การเล่นน้ำ เล่นทราย การส่งเสริมจินตนาการโดยการเล่นนิทาน การเล่นสมมุติตามมุม โดยสมมุติเป็นมุมบ้าน มุมพยาบาล ฯลฯ โดยการส่งเสริมให้เด็กสามารถหยิบอุปกรณ์ต่าง ๆ มาใช้ได้อย่างสะดวกตามความพอใจและจัดอุปกรณ์เท่าที่จะทำได้ เตรียมไว้ ซึ่งวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ไม่จำเป็นต้องซื้อหามาด้วยราคาแพง อาจเป็นเศษวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว เช่น ฝากล่อง จุกน้ำหอม เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้น ทั้งนี้เพื่อให้เด็กได้ใช้วัสดุเหล่านั้นสร้างสรรค์สิ่งที่ตนต้องการ จุดประสงค์ที่สำคัญ คือให้โอกาสเด็กทำงานตามที่ตนพอใจ เปิดโอกาสให้เด็กคิด สร้างผลงานของตนเอง

2.8 การเรียนรู้ของวัยเด็ก

การเรียนรู้และการพัฒนาการของเด็กที่เกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด ประสบการณ์และการเรียนรู้จะช่วยเสริมพัฒนาการ และในเวลาเดียวกัน ระดับพัฒนาการก็เป็นตัวกำหนดความสามารถในการเรียนรู้ของเด็ก เพื่อให้ครูสามารถเลือกและจัดประสบการณ์ในโรงเรียนให้เหมาะสมกับเด็กและบังเกิดการเรียนรู้อย่างดีที่สุด สมควรอย่างยิ่งที่ครูจะเข้าใจในหลักบางประการเกี่ยวกับธรรมชาติและกระบวนการเรียนรู้ของเด็ก

2.8.1 ธรรมชาติและกระบวนการเรียนรู้ของเด็กบางประการ มีโดยสรุปดังนี้

1) การเรียนรู้ คือการเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมอันเป็นผลมาจากการคิด การกระทำ การที่ได้เห็น ได้ฟัง ได้รู้สึก ได้ชิม ได้ดม

2) เด็กที่อายุในวัยเดียวกัน มีพัฒนาการโดยทั่วๆ ไปคล้ายคลึงกัน

3) เด็กแต่ละคนอาจจะแตกต่างกันมากในความสามารถที่ติดตัวมา ความเร็วความช้าของการเจริญเติบโต พัฒนาการบุคลิกภาพ และประสบการณ์ที่เคยมีมาแล้วซึ่งอาจจะแตกต่างกันทั้งฐานะทางสังคม ทางเศรษฐกิจและการศึกษาของพ่อแม่

4) เด็กแต่ละคนอาจจะแตกต่างกันในการเล่าเรียน ฝึกฝน ให้มีความสามารถ และทักษะ ครูไม่อาจจะฝึกฝนให้เด็กแต่ละคนมีความรู้ ความสามารถ และทักษะได้พร้อมกัน ในเวลาเดียวกันได้รวดเร็วเสมอกัน และมีความสำเร็จได้ทัดเทียมกัน

5) เด็กมีความต้องการหลายอย่างที่ครูจะต้องเอาใจใส่ดูแลให้ได้รับความพอใจ เด็กต้องการความรักและความอบอุ่นจากพ่อแม่ ครู และผู้ใกล้ชิดอื่น ๆ เด็กต้องการเป็นผู้ที่ได้รับความนับหน้าถือตาคนหนึ่งในครอบครัว ในห้องเรียน ในโรงเรียน เด็กต้องการมีความสำเร็จในการงานที่จะทำ เด็กต้องการที่จะมีความรู้ และความเข้าใจในสิ่งต่างๆ ที่พบปะ

6) เด็กจะเรียนได้ดี

6.1) เมื่อรู้สึกมั่นคงและปลอดภัยทางจิตใจ ร่างกายแข็งแรง ใจคอเบิกบาน

6.2) เมื่อมีประสบการณ์ผ่านมาแล้วจะเป็นรากฐานสำหรับประสบการณ์อันใหม่

6.3) เมื่อมีโอกาสที่จะฝึกฝนทักษะมากๆ

6.4) เมื่อประสบการณ์ที่มีมาก่อนทำให้เกิดความสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 วิธีการเรียนรู้ของเด็กมีวิธีการเรียนรู้ได้หลายวิธี ได้แก่

1) การกระทำจนเป็นกิจวัตร เช่น เรื่องสุขนิสัยต่างๆ

2) การห้ามหรือกฎข้อบังคับของกลุ่ม เช่น ในเรื่องที่เป็นอันตรายต่างๆ

3) การจัดสภาวะที่เอื้อต่อการเกิดพฤติกรรมที่ต้องการ เช่น การจัดอาหารแต่ละชนิดที่มีประโยชน์โดยหมุนเวียนให้ เช่นนี้ เด็กก็จะกินแต่อาหารที่มีประโยชน์และกินครบทุกหมู่ที่ต้องการ

4) การสังเกตและการเลียนแบบ

5) การอบรมสั่งสอนของบิดามารดาและครู

6) จากการลองผิด ลองถูกด้วยตนเอง

7) จากการวิเคราะห์หาเหตุผล วิจารณ์ และตั้งสมมุติฐาน

ลักษณะที่เด่นที่สุดของการเรียนรู้ในวัยทารก คือการเรียนรู้ด้วยการกระทำ เพราะทารกยังไม่ได้เรียนรู้ภาษาที่สามารถสื่อสารกับผู้อื่นและยังมิได้พัฒนา วิธีการที่จะนึกคิดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ที่อยู่ล้อมรอบตนอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในวัยเด็กสามารถใช้ภาษาและสามารถนึกคิดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ได้แล้ว ลักษณะการนึกคิดของเด็กยังเป็นแบบมโนภาพทำให้วิธีการเรียนรู้ของเด็กมีขอบเขตที่จำกัด เด็กยังไม่สามารถเรียนรู้จากการฟังคำอธิบายตามหลักเหตุผล เพราะเด็กยังคิดเชิงเหตุผลไม่คล่อง วิธีการเรียนรู้ของเด็กจึงเป็นแบบสำรวจสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง และทดลองกระทำสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง

2.8.3 การเรียนรู้กับวุฒิภาวะต่อการพัฒนาการเด็ก

พัฒนาการของเด็กจะก้าวหน้าไปได้จะต้องมีผลมาจากวุฒิภาวะและการเรียนรู้ วุฒิภาวะนั้นจะเห็นได้ชัดเจนจากพัฒนาการของทารกในครรภ์ของมารดา กล่าวคือ ทารกในครรภ์แต่ละระยะจะมีพัฒนาการที่ใหม่บางอย่างเกิดขึ้น ซึ่งการเกิดขึ้นของพัฒนาการใหม่นี้จะนำมาซึ่งความสามารถใหม่ๆ ที่ไม่มีการเรียนรู้มาก่อน การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นตามวิถีทางของธรรมชาติ แต่วุฒิภาวะเพียงอย่างเดียวก็ไม่ก่อให้เกิดการพัฒนาการในมนุษย์ อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่ได้ วุฒิภาวะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนรู้จึงจะเกิดการพัฒนาการในมนุษย์ได้อย่างเต็มที่ การเรียนรู้จะเป็นตัวช่วยยกระดับความสามารถของมนุษย์ที่เกิดขึ้นตามวุฒิภาวะ การเรียนรู้จะช่วยทำให้ความสามารถต่างๆ ถูกนำออกมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่ เช่น เด็กอายุ 12-14 เดือน จะสามารถเดินได้ และเมื่อเดินได้แล้วก็จะฝึกฝนเรียนรู้ให้มีความสามารถในการเดินได้ดีขึ้น หรือคล่องขึ้นสามารถวิ่งได้ กระโดดขาเดียว หรือเดินบนกระดานแผ่นเดียวได้ วุฒิภาวะและการเรียนรู้จึงมีความเกี่ยวข้องกันอย่างใกล้ชิด

ปัจจุบันเราเชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้ามีความพร้อมทางด้านวุฒิภาวะและการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ยากมาก หรือเกิดขึ้นไม่ได้เลย ถ้าวุฒิภาวะในระดับนั้นยังไม่เกิดขึ้น เช่น การสอนให้เด็กอ่านเขียนหนังสือ ถ้าเด็กคนนั้นยังไม่มีวุฒิภาวะที่จะก่อให้เกิดความสามารถนั้นได้ เด็กจะเกิดการเรียนรู้ยากมาก แต่ถ้าเด็กนั้นมีวุฒิภาวะพอที่จะเรียนหรือเขียนได้ เด็กจะเกิดการเรียนรู้และสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่านเขียนได้อย่างรวดเร็ว การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่สลับซับซ้อนและจำเป็นต้องมีความพร้อมร่วมกันหลายๆ ด้าน จึงจะทำให้เกิดการเรียนรู้ เช่น การเรียนหนังสือจะต้องอาศัยความพร้อมทางด้านการสังเกต การจำแนกความต่าง ความเหมือน ความพร้อมทางด้านประสาทสั่งงานและรวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างสายตากับกล้ามเนื้อ ฯลฯ เด็กจึงสามารถเรียนหนังสือได้ดี ซึ่งความพร้อมเหล่านี้จะเกิดขึ้นตามวุฒิภาวะและประสบการณ์ที่สะสมมาตั้งแต่ในอดีตที่จะเสริมความพร้อมนี้ได้

2.8.4 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้

แม้ว่านักจิตวิทยาทั้งหลายจะมีความคิดเห็นขัดแย้งกันอยู่ในเรื่องของกระบวนการเรียนรู้ แต่อย่างไรก็ตาม นักจิตวิทยาเหล่านี้มีความเห็นคล้ายๆ กันว่า มีองค์ประกอบบางประการที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของเด็ก ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ ได้แก่

1) เป้าหมาย เป็นสิ่งสำคัญที่จะกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ เพราะว่าพฤติกรรมใดๆ จะไม่เกิดขึ้นอย่างไม่มีเป้าหมาย การเกิดของพฤติกรรมนั้นจะต้องมุ่งสู่ความต้องการหรือเป้าหมายของบุคคลเป็นหลัก การตั้งเป้าหมายของเด็กนั้น ในบางครั้งยังอาจจะสับสน และมีหลายๆ เป้าหมายอยู่รวมกัน ดังนั้นเพื่อจะให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีเป้าหมายที่เด็กตั้งขึ้นนั้นต้องแยกแยะให้เห็นอย่างเด่นชัด การตั้งเป้าหมายนั้นมีข้อที่ควรจะวิเคราะห์ คือ เป้าหมายนั้นอาจจะยากเกินไป จนทำให้เด็กมีความคิดว่าไม่มีความหวังที่จะประสบความสำเร็จได้หรือเป้าหมายนั้นง่ายเกินไป ไม่เป็นการท้าทายความสามารถเด็กที่ขาดความมั่นใจในตนเองมักจะเลือกเอาเป้าหมายที่สูงเกินไป เด็กบางคนอาจจะตั้งเป้าหมายต่ำไป เพื่อเป็นการป้องกันตนเองจากความล้มเหลว ผู้มีอิทธิพลต่อเด็ก เช่น พ่อ แม่ ครู อาจมีอิทธิพลต่อการตั้งเป้าหมายของเด็ก อย่างไรก็ตามในการตั้งเป้าหมายนั้นเด็กจะต้องเป็นผู้ตั้งขึ้นเอง โดยที่ครูหรือผู้ปกครองอาจจะช่วยได้ด้วยการให้คำปรึกษาและแนะนำ

2) วุฒิภาวะและความพร้อม เด็กจะสามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ นั้นได้ดีจะต้องมีความพร้อม ซึ่งการที่เด็กจะมีความพร้อมได้นั้นเด็กจะต้องมีวุฒิภาวะที่เจริญเต็มที่เสียก่อน เราจะพบได้ว่าพฤติกรรมหลายอย่างที่เด็กกระทำ เช่น คลาน เดิน นั่ง ควบคุมการขับถ่าย เป็นต้น พฤติกรรมเหล่านี้เกิดขึ้นจากการที่เด็กมีวุฒิภาวะที่เหมาะสมนั้นเอง ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ไม่จำเป็นที่จะต้องฝึกฝนเลย เมื่อถึงเวลาก็จะเกิดขึ้นเอง

3) การสำรวจความแตกต่างระหว่างความสามารถในการเรียนรู้อย่างหนึ่งของมนุษย์อย่างเห็นได้ชัด คือ กระบวนการในการแก้ปัญหา มนุษย์เราเมื่อมีปัญหา ก็จะก่อให้เกิดความเครียดในอารมณ์อันจะเป็นเหตุไปสู่ทางก่อให้เกิดความคิดที่จะสำรวจหาคำตอบของปัญหานั้น ซึ่งวิธีการค้นหาคำตอบโดยการสำรวจนั้น จะเป็นผลให้เด็กจำได้ดีขึ้น แต่ทว่าในผลจากการสำรวจนั้นอาจจะเป็นอันตรายหรือผลร้ายต่อเด็กได้ ครูจะต้องพยายามแนะแนวทางให้แก่เด็กด้วย อีกทั้งจัดสถานการณ์ตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆ ให้เด็กได้มีโอกาสสำรวจได้เต็มที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การเสริมแรงและการหยุดยั้ง พฤติกรรมใดที่มนุษย์แสดงออกแล้วได้รับการเสริมแรงก็จะมีแนวโน้มที่จะเกิดบ่อยขึ้นอีก ขณะเดียวกันพฤติกรรมใดที่มนุษย์เราแสดงออกแล้วได้รับผลกรรมที่ไม่พึงพอใจ พฤติกรรมนั้นจะมีแนวโน้มลดลงเช่นกัน ดังนั้นสิ่งที่จะให้เด็กเรียนรู้ได้ดีอีกอย่างคือการใช้การเสริมแรงนั้นเอง

5) ความจำ ความจำถือได้ว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากที่จะบอกให้ครูรู้ว่าเด็กนั้นเกิดการเรียนรู้หรือไม่ ถ้าสิ่งที่ครูสอนไปเป็นจำนวนมากแล้ว เด็กจำไม่ได้ก็เท่ากับว่าเด็กไม่ได้เรียนรู้ เนื้อหาวิชาใหม่ๆ เพิ่มขึ้นเลย สิ่งที่มีความสำคัญต่อความจำของเด็กคือ องค์ประกอบของเนื้อหา วิชาที่สอน ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชา สติปัญญาของเด็กเอง และแรงจูงใจ

6) การฝึกฝน องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้อีกอย่างหนึ่งคือ การฝึกฝนซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อเด็กอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียนรู้สิ่งที่ไม่มีความหมาย หรืองานที่มีความสับสนยุ่งยากมากๆ ข้อที่ครูควรจะพิจาณาในการกำหนดเวลาให้เด็กทำการฝึกฝน คือ ชนิดของงานที่ทำให้การฝึกฝน งานบางอย่างเช่น การท่องจำเป็นงานที่น่าเบื่อหน่าย ถ้าใช้เวลาฝึกนานเกินควรก็จะทำให้เด็กไม่อยากทำได้และจะไม่ได้ผล ความยากของเนื้อหาวิชา ถ้าเนื้อวิชานั้นยากมากควรที่ใช้เวลาฝึกฝนทีละน้อยๆ และบ่อยๆ เพราะจะไม่ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายและเมื่อยล้าได้ง่าย ความสับสนของเนื้อหาวิชา ถ้าสับสนมากควรจะใช้เวลาน้อยๆ ในการที่ครูจะจัดการฝึกฝนให้แก่เด็กนั้น ครูควรที่จะมีการจูงใจเด็ก อีกทั้งให้เด็กคำนึงถึงผลที่ออกมาด้วย

7) การลงโทษและการให้รางวัล ในการแสดงพฤติกรรมใด ๆ ของเด็กก็ตาม ถ้าหลังจากแสดงแล้วได้รับการลงโทษ และการแสดงพฤติกรรมนั้นจะยุติลง การที่ครูจะทำให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่เหมาะสม จึงควรที่จะใช้ทั้งการให้รางวัล และการลงโทษควบคู่ไปด้วยกัน

8) การเรียนโดยไม่ตั้งใจกับการเรียนโดยตั้งใจเด็กก่อนเข้าโรงเรียนนั้นมักที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ โดยไม่ตั้งใจอันเป็นผลเนื่องมาจากการปฏิสัมพันธ์ในสังคมที่เขาอยู่ ซึ่งสิ่งที่เด็กเรียนรู้นั้นอาจจะมีคุณค่าหรือไม่มีคุณค่าควรแก่การเรียนรู้ก็ได้ แต่ถ้าโรงเรียนคิดว่าบางสิ่งบางอย่างที่มีคุณค่าควรแก่การที่เด็กจะเรียนรู้ โรงเรียนควรที่จะจัดลำดับประสบการณ์ให้กับเด็ก เพื่อที่ว่าจะได้ช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ในทางที่เหมาะสมแทนที่จะปล่อยให้เด็กเกิดการเรียนรู้เองโดยไม่ตั้งใจ ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายมากกว่าที่จะเป็นผลดีก็ได้

ฉะนั้นการส่งเสริมประสบการณ์เรียนรู้ของเด็ก อาจกระทำได้โดยมีต้นแบบให้เด็กได้อาอย่าง ให้โอกาสเด็กได้ทดลองกระทำเอง สอบแนะนำ พาไปทัศนะศึกษา ฯลฯ การใช้โสตทัศนูปกรณ์ช่วยให้เรียนรู้และเข้าใจดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 สื่อการสอน

การเรียนรู้ของเด็กวัยนี้ จะเกิดขึ้นได้ดีที่สุด เด็กจะต้องได้รับประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม โดยเฉพาะ และเป็นประสบการณ์ที่เด็กได้รับจากการสัมผัสด้วยประสาททั้ง 5 ของตนเองในสภาพการณ์จริง เพราะเด็กต้องเรียนรู้สิ่งต่างๆ ที่แวดล้อม ต้องการที่จะสัมผัสแตะต้อง ได้เห็น ได้ยิน ได้ชิมด้วยตัวเอง

2.9.1 ความหมาย

สื่อ หมายถึง เครื่องช่วยให้เด็กได้พัฒนาการทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจ สังคม และสติปัญญา สื่อช่วยให้เด็กได้รับประสบการณ์ตรงโดยผ่านประสาทสัมผัส คือ การสัมผัส การชิม การดม การฟัง และการมอง นอกจากนี้สื่อยังช่วยให้เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลินและบางชนิดยังเปิดโอกาสให้เด็กได้ฝึกคิดสร้างสรรค์ตามจินตนาการอีกด้วย

2.9.2 ชนิดของสื่อการสอน

สื่อที่ใช้ช่วยในการสอนมีหลายชนิด ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า สิ่งใดก็ตามที่เป็นเครื่องช่วยให้เด็กวัยนี้มีพัฒนาการดังกล่าว นับว่าเป็นสื่อได้ทั้งสิ้น ได้แก่

1) ครู ครูเป็นสื่อที่นับได้ว่ามีความสำคัญยิ่งเพราะเป็นผู้ก่อให้เกิดความเคลื่อนไหวต่างๆ ในการเรียนรู้ และเป็นสื่อที่จะนำสื่ออื่นให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอน หากปราศจากครู การเรียนการสอนก็จะไม่มีผลแก่เด็กในวัยนี้อย่างแน่นอน

2) สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ สื่อชนิดนี้ครูหรือผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องจัดหาหรือทำขึ้นเพราะมีอยู่แล้วตามธรรมชาติ เพียงแต่ผู้ใช้จะต้องเลือกให้ถูกต้องตามความมุ่งหมาย เช่น การสอนเรื่องวงจรชีวิตกบ ก็ควรเลือกฤดูกาลที่เหมาะสม คือฤดูฝน เพื่อจะได้นำสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติมาศึกษาได้ แทนที่จะใช้วิธีวาดภาพ ไข่กบ หรือลูกกบ ประกอบคำอธิบาย เป็นต้น

3) สื่อที่ต้องจัดทำขึ้น สื่อชนิดนี้มีมากมายหลายชนิด สุดแต่ผู้ที่สนใจจะจัดซื้อ จัดหาหรือจัดทำขึ้น ได้แก่ ของจริง ของจำลอง ภาพถ่าย ภาพวาด บัตรคำ เกม กิจกรรม เครื่องฉายภาพนิ่ง เครื่องฉายภาพยนตร์ เป็นต้น

4) สื่อการสอนประเภทวัสดุ เช่น สี กระดาน ชอล์ก ภาพเปลือกหอย หนังสือพิมพ์ เป็นต้น

5) สื่อการสอนประเภทอุปกรณ์ คือสิ่งที่เป็นเครื่องมือ วิทยุ เครื่องฉายวีดีโอ กระดานดำ ป้ายนิเทศ เป็นต้น

6) สื่อการสอนประเภทวิธีการ กระบวนการจัดกิจกรรมได้แก่ การสาธิต การทดลอง เล่นเกม เล่นบทบาทสมมุติ จัดสถานการณ์จำลอง เช่น การจัดมุมต่างๆ ในห้องเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3 การเลือกสื่อเพื่อส่งเสริมพัฒนาการด้านต่างๆ

การเลือกสื่อเพื่อส่งเสริมพัฒนาการด้านต่างๆ เราอาจเลือกสื่อเพื่อการส่งเสริมพัฒนาการแต่ละด้านดังนี้

1) สื่อเพื่อพัฒนาสติปัญญาและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ อาจแบ่งได้ดังนี้

1.1) สื่อเพื่อฝึกการรับรู้

1.1.1) สื่อฝึกการรับรู้เกี่ยวกับขนาด ได้แก่ การจัดการวัสดุสิ่งของ กล่อง บล็อก วาง ให้เด็กจับต้อง วางซ้อนกัน นำของสองสิ่ง สามสิ่งมาเปรียบเทียบขนาดเล็กใหญ่ เล็กที่สุด ใหญ่ที่สุด

1.1.2) สื่อฝึกการรับรู้เกี่ยวกับรูปร่าง ครูให้เด็กเล่นภาพตัดต่อ ลองวางชิ้นส่วนให้พอดีกับช่อง เช่น ช่องวงกลม เด็กต้องหยิบรูปวงกลมวางลงในช่อง สี่เหลี่ยม เด็กต้องหยิบรูปสี่เหลี่ยมวางได้ถูกต้อง นอกจากนี้ให้เด็กแยกรูปร่าง สี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม วงรี ได้

1.1.3) สื่อฝึกการรับรู้เกี่ยวกับเรื่องสี แนะนำให้เด็กรู้จักสี เล่นสิ่งของเครื่องใช้ บล็อก แผ่นกระดาษรูปทรงเรขาคณิตที่มีสีต่างๆ โดยเฉพาะเด็กชอบสีสดใสให้เด็กแยกสิ่งของ วัตถุ รูปภาพ ที่มีสีเหมือนกัน

1.1.4) สื่อฝึกการรับรู้เกี่ยวกับเนื้อผิวของวัตถุ ให้เด็กได้สำรวจสิ่งของใกล้ตัว ได้รับได้สัมผัสของที่มีความอ่อน นุ่ม แข็ง หยาบ และบอกได้ว่าของแต่ละชิ้นมีลักษณะอย่างไร เช่น กระดาษทรายหยาบ สำลีนุ่ม ก้อนหินแข็ง ฯลฯ

1.2) สื่อเพื่อฝึกความคิดรวบยอด อาจใช้วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการจัดสิ่งแวดล้อม เช่น เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตของสัตว์ ครูควรจัดสวนสัตว์จำลอง เล่านิทาน เชิดหุ่นเกี่ยวกับสัตว์ สนทนาซักถามเกี่ยวกับสัตว์ที่เด็กรู้จัก เปรียบเทียบลักษณะของสัตว์แต่ละชนิด วาด ปั้น ฉีก แปะ รูปร่างสัตว์

การจัดกิจกรรมความคิดรวบยอดเกี่ยวกับอาชีพ เกี่ยวกับสิ่งของ เครื่องใช้และบุคคลในสังคม ครูควรใช้สื่อสถานการณ์จำลอง เสริมให้เด็กเข้าใจได้ถูกต้องรวดเร็วขึ้น

การรู้จักตัวเลขมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ด้วยการใช้วิธีการให้เด็กค้นพบด้วยตนเอง จัดวัสดุอุปกรณ์ เช่น กระดุมสีต่างๆ ฝาเบียร์ ดอกไม้ ใบไม้ ขวด บล็อก ให้เด็กจับต้อง นับ สอนให้เข้าใจเลขคี่เลขคู่

2) สื่อเพื่อพัฒนาทางด้านภาษา

การใช้สื่อเพื่อพัฒนาการทางภาษา จะต้องคำนึงถึงพัฒนาการที่สำคัญของเด็กและต้องศึกษาว่าการรับฟัง และการเข้าใจภาษาของเด็กว่าอยู่ระดับที่สามารถฟังและแยกเสียงต่างๆ ได้ เช่น เสียงสัตว์ เสียงดนตรีบางชนิด ฟังประโยคและข้อความสั้นและยาวพอสมควรเข้าใจคำจำกัดความ เข้าใจหน้าที่ของสิ่งต่างๆ แยกภาพตามหน้าที่ได้ เช่น สิ่งที่ใช้กินนอน หรือสิ่งที่อยู่ในบ้าน ในครัว เปรียบเทียบภาพเหมือนไม่เหมือนได้ อ่านรูปภาพ จำชื่อตัวเองและเพื่อนได้ เป็นต้น ดังนั้นครูเด็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องใช้สื่อประเภทวิธีการ สื่อประเภทวัสดุ มาจัดกิจกรรมเสริมสร้างความพร้อมทางด้านภาษาให้เด็กได้พัฒนาตามเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น สื่อที่ครูควรจัดเพื่อเสริมพัฒนาการทางภาษา ได้แก่ หนังสือภาพ แผ่นภาพ ภาพประกอบคำคล้องจอง หุ่นมือ หุ่นนิ้วมือ หุ่นเชิด หุ่นถุงกระดาษ เกมเลียนเสียงสัตว์ เกมสัมพันธ์ภาพกับคำ เกมเรียนรู้ด้านการฟัง เกมทายเรื่อง เกมจับคู่ภาพเหมือนและแยกภาพต่างๆ การเล่นนิ้วมือประกอบคำร้องหรือเรื่องราว วิธีการเล่นบทบาทสมมติ มุมบล็อกต่างๆ ให้เล่นเป็นกลุ่มในมุมบ้าน เทป วิทยุ เครื่องเสียง

3) สื่อเพื่อพัฒนาความพร้อมกล้ามเนื้อเล็กใหญ่ และประสาทสัมพันธ์ ครูจะต้องศึกษาพัฒนาเกี่ยวกับการทรงตัว ความมั่นคงของการใช้กล้ามเนื้อตามวัย เพื่อจะเลือกใช้สื่อได้เหมาะ สื่อประเภทวัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ครูสามารถเลือกใช้ได้มีดังนี้

ลูกบอล ดนตรี กลอง ฉิ่ง ฉาบ กรับ ตีขณะที่ให้เด็กยืนทรงตัว เพื่อให้เกิดความ ว่องไวในการบังคับกล้ามเนื้อ

ลูกบอล ตุ๊กตาผ้า ลูกตุ้มหุ้มด้วยฟางข้าว หรือผ้าสำหรับแข่งขว้างไกลๆ

รองเท้า เชือกผูกรองเท้า กระดุม ซิป สำหรับฝึกการบังคับกล้ามเนื้อมือและฝึกสายตา

แผ่นภาพ รูปภาพ สิ่งของ นำมาแขวนจัดเรียงกันให้เด็กมองกรอกสายตาตามภาพหรือของที่วางไว้

ขีดเส้นให้เติมตามเส้นคดเคี้ยว แผ่นภาพขีดเป็นช่องสำหรับใช้นิ้วลากตามเส้นทางที่ครูกำหนด ดินเหนียวให้เด็กปั้นเป็นรูปต่างๆ อุปกรณ์วาดภาพ สีไม้ สีเทียน สีดินสอ สีจากพืช

สื่อดังกล่าวนี้มักถูกเลือกมาใช้ตามความเหมาะสม ซึ่งอาจมีการใช้ครั้งละชนิดหรือใช้พร้อมกันเกินกว่าหนึ่งชนิด หรือใช้ตามลำดับก่อนหลังก็ได้

2.9.4 ความสำคัญของสื่อการสอน

สื่อการสอนสำหรับเด็กในรูปของเล่น และอุปกรณ์ต่างๆ จะช่วยให้เกิดคุณประโยชน์ต่อการเรียนดังต่อไปนี้

1) ช่วยให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์จริง เพื่อเป็นพื้นฐานของความคิดและความเข้าใจ

2) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนถึงสิ่งและเหตุการณ์ที่มีปัญหา เกี่ยวกับขนาด กาลเวลา และระยะทาง

3) ช่วงสร้างความสนใจ ทัศนคติที่ดีของผู้เรียน ช่วยให้เรียนได้ง่าย รวดเร็ว และเพลิดเพลิน

4) ช่วยแสดงกรรมวิธีต่างๆ ซึ่งไม่สามารถอธิบายให้เห็นหรือเข้าใจได้ด้วยการบรรยายธรรมดา

5) ให้นักเรียนทั้งหมดมีประสบการณ์ร่วมกัน

6) ช่วยเร้าความสนใจของผู้เรียนต่อบทเรียนอยู่เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) ช่วยให้เรียนมากขึ้น ใช้เวลาน้อยลง

8) ช่วยให้มีความทรงจำต่อสิ่งที่เรียนได้นาน และนำไปใช้ได้ดีกว่า

9) ช่วยลดจำนวนนักเรียนที่สอบตก

10) ช่วยเร่งการเรียนทางทักษะ โดยเสียเวลาน้อยลงและมีคุณภาพสูงขึ้น

2.9.5 ลักษณะของสื่อที่ดี

การที่จะให้เด็กเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมาย ครูต้องตั้งจุดมุ่งหมาย เตรียมเนื้อหา ตลอดจนเตรียมการจัดเลือกสื่อ เพื่อเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ ทักษะ ทัศนคติ และค่านิยมที่ครูต้องการให้เกิดตามจุดประสงค์ของสิ่งที่จะสอน โดยคำนึงถึงสภาพของร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม และสติปัญญาของเด็กด้วย ลักษณะของสื่อที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1) ส่งเสริมพัฒนาการด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจ สังคม และสติปัญญา

2) มีขนาดเหมาะกับวัย และพัฒนาการของเด็ก

3) เป็นของจริง แต่ในกรณีที่หาไม่ได้หรือต้องทำขึ้นก็ควรทำจากวัสดุที่ไม่เป็นอันตรายต่อเด็ก เช่นอาจทำด้วยไม้ พลาสติก กระดาษ

4) มีความมั่นคง แข็งแรง และทนทาน

5) เร้าความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น และส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

6) มีการทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข

7) ควรเป็นสื่อที่จัดทำแล้วเกิดความประหยัด

นอกจากนี้ ในการเลือกหรือจัดหาสื่อการสอน ก่อนที่ครูจะจัดสื่อการสอนนั้นควรคิดถึงสื่อที่มีอยู่ใกล้ตัวก่อน ซึ่งอาจจะเป็นสื่อสำเร็จรูป ได้แก่ ตุ๊กตา หุ่นจำลอง สิ่งของที่เป็นของจริงชนิดต่างๆ ต่อไปจึงคิดว่าสื่อชนิดใดที่จะจัดทำขึ้นได้อย่างง่ายๆ ประหยัดวัตถุดิบ ประหยัดเวลา และแรงงาน ให้ผลคุ้มค่า และใช้ประโยชน์ได้ตรงตามจุดประสงค์ที่วางไว้ ถึงแม้ว่าสื่อนั้นจะไม่สวยงามเท่ากับสื่อที่จัดทำขึ้นด้วยเครื่องจักรอันทำให้มีความประณีตงดงามก็ตาม และที่สำคัญที่สุดก็คือ ถ้าครูสามารถทำสื่อได้เองด้วยจะดี ไม่ต้องรองบประมาณในการจัดซื้อ

กล่าวโดยสรุป เมื่อสิ้นสุดวัยทารก เด็กมีความพร้อมที่จะใช้สมรรถภาพทางกายในแทบทุกด้าน ระยะวัยเด็กตอนต้นเป็นระยะที่เด็กต้องการใช้กำลังกายและทักษะต่างๆ ทางกายในแง่ประสานสัมพันธ์กัน เด็กจึงชอบวิ่งเล่น ฝึกทักษะทางวาดเขียน เล่นการละเล่นประเภทต่างๆ เด็กที่มีโอกาสได้เล่นพอเหมาะแก่วัย จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาการด้านต่างๆ แทบทุกด้าน

ในด้านอารมณ์ เด็กมีอารมณ์ประเภทต่างๆ เพิ่มมากขึ้น อารมณ์จะไม่สู้หนักแน่นมั่นคง หัวดื้อ ไม่ค่อยยอมใครง่ายๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในด้านสังคม เป็นระยะที่เด็กเริ่มความสัมพันธ์กับเพื่อนและผู้ใหญ่อื่นๆ แต่เด็กก็ยังคงอยู่ในโลกของความฝันบนความจริง จึงเล่นกับเพื่อนไม่สู้จะได้ยั่งยืน ทะเลาะกันบ่อยแต่เป็นการทะเลาะที่ไม่จริงจังมากนัก เด็กจึงชอบเล่นคนเดียว เล่นสมมุติ และเล่นเชิงสังคม เด็กทั้งอยากเป็นตัวของตัวเองและอยากอยู่ใต้ความรักใคร่ของพ่อแม่ เด็กเรียนรู้บทบาททางเพศจากพ่อแม่และจากการเล่น เด็กเริ่มรู้จักร่วมมือและแข่งขันจากการเลียนแบบผู้ใหญ่ในสังคม พัฒนาการทางความคิดมีความก้าวหน้าเป็นลำดับขั้นตอน อย่างโดดเด่นต่างจากวัยทารก

ภาษาพัฒนาเต็มที่ในระยะนี้ เด็กที่มีพัฒนาการทางภาษาดี มักช่วยส่งเสริมพัฒนาการทางความคิดประเภทต่างๆ รวมทั้งทางสังคมและอารมณ์ด้วย

ศิลปะด้านการขีดเขียนมีความสำคัญอย่างยิ่ง ต่อการพัฒนาการทางความคิดและอารมณ์ของเด็ก ซึ่งควรได้รับการปลูกฝัง เพราะเป็นจุดเริ่มต้นของความรู้สึกซาบซึ้งในสุนทรียภาพ ซึ่งจะติดตัวเด็กไปจนเป็นผู้ใหญ่ไปตลอดชีวิต

การจัดการศึกษาระดับวัยเด็ก เป็นการจัดการศึกษาที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมพัฒนาการตามวัยของเด็กทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจ สังคม และสติปัญญา การจัดการศึกษาระดับนี้ไม่ใช่การศึกษาภาคบังคับ วิธีการจึงไม่เป็นไปตามระบบการจัด และการใช้หลักสูตรเหมือนกับการศึกษาระดับอื่น จึงเรียกการจัดหลักสูตรระดับนี้ว่าเป็นแนวการจัดประสบการณ์ จึ งนิยมเรียกการสอนระดับนี้ว่าเป็น การเตรียมความพร้อมให้แก่เด็ก

2.10 การเล่น

ยีนแมค(Jeanne Mack) ให้คำจำกัดความว่า

"การเล่นเป็นกิจกรรมช่วยให้เด็กสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม การเล่นของเด็กเปรียบได้รักการทำงานของผู้ใหญ่ แต่การเล่นของเด็กเป็นเพียงเพื่อความพอใจตามธรรมชาติ"

การเล่นสามารถช่วยให้การพัฒนาการเด็กก่อนเรียนทั้งทางร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคม และจิตใจ ขณะที่เล่นเด็กจะเกิดการเรียนรู้หลายแบบ เพราะโดยธรรมชาติเด็กจะต้องเล่น ต้องจับ ต้องทำ และมีการเคลื่อนไหว ซึ่งจะมีประโยชน์ทำให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ ได้มีการสังเกต และทดลองทำในแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นการฝึกให้เด็กเกิดความกล้า กล้าที่จะทำตาม กล้าแสดงออก มีความมั่นใจในตัวเอง

2.10.1 ความหมายของการเล่น

1) การเล่นในความหมายของผู้ใหญ่

ความหมายของการเล่น โดยทั่วๆ ไป มักจะหมายถึง การทำกิจกรรมใดๆ ที่ก่อให้เกิดความรู้สึกสนุกสนาน เพลิดเพลิน ไม่เคร่งเครียด ทั้งแก่ผู้ทำกิจกรรมนั่นเอง และแก่ผู้ที่ไม่ได้ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรม แต่มีส่วนร่วมรับรู้ เช่น เป็นผู้ชมกิจกรรมนั้น ด้วยเหตุที่ว่าบุคคลเรามักจะให้ความหมายของการเล่น ว่าเป็นเพียงกิจกรรมที่นำมาแต่ความสนุกสนานรื่นเริงเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบการเล่นกับการทำงาน การเล่นจึงอาจไม่มีคุณค่า เพราะสามารถเกิดขึ้นโดยไม่จำเป็นที่ผู้เล่นหวังผลบั้นปลาย ในขณะที่การทำงานมีคุณค่า เพราะเป็นกิจกรรมที่นำไปสู่จุดหมายหนึ่ง หรือผลอะไรอย่างหนึ่ง และการทำงานแสดงถึงการที่ผู้ทำงานมีความระมัดระวังรอบคอบเคร่งครัด ส่วนการเล่นแสดงถึงการที่ผู้เล่นปล่อยอารมณ์ให้สนุกสนานบันเทิงไม่ต้องมีความระมัดระวังเคร่งครัดมาก ผู้ที่เคร่งครัดกับการทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง จึงมักพยายามทำตนไม่ให้เกิดความสนุกสนานกับการทำกิจกรรมนั้น เนื่องจากเกรงว่าจะถูกกล่าวหาว่า "ทำเป็นเล่นไปได้" การที่บุคคลสอดแทรกความรู้สึก หรือความไม่ถูกต้องให้มีอยู่ควบคู่ไปกับความรู้สึก สนุกสนานเพลิดเพลินอันเกิดขึ้นจากการเล่นเช่นนี้ ทำให้บุคคลส่วนใหญ่แปลความหมายและคุณค่าของการเล่นไปในทางที่ผิดๆ

2) การเล่นในความหมายของเด็ก

ในความคิดของเด็ก การเล่นและการทำงานมีความหมายแตกต่างกัน คือ การเล่น หมายถึง สิ่งที่เด็กอยากทำ หรือต้องการทำเอง ส่วนการทำงาน หมายถึง สิ่งที่เขาต้องทำ เพราะผู้ใหญ่บังคับหรือแสดงความต้องการให้เขาทำ

ความหมายของการเล่นดังกล่าวข้างต้นนี้ เป็นความหมายที่ไม่ถูกต้องนัก จากการศึกษาถึงพัฒนาการของเด็กในด้านต่างๆ และจากการศึกษาเกี่ยวกับการเล่นของเด็กโดยเฉพาะ นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้สรุปว่า แท้จริงแล้วการเล่นมิได้หมายถึงการทำกิจกรรมใดที่ให้แต่ความสนุกสนานเพลิดเพลิน โดยที่ผู้เล่นมิได้คำนึงถึงผลบั้นปลาย แต่การเล่น หมายถึง การที่เด็กสร้างประสบการณ์ให้กับตนเอง เพื่อเรียนรู้และรับรู้สิ่งแวดล้อม

2.10.2 ความสำคัญของการเล่นของเด็ก

การกล่าวถึง ความสำคัญของการเล่นในที่นี้ จะขอเริ่มต้นด้วยการตั้งคำถามว่า "การเล่นของเด็กมีความสำคัญอย่างไร" เพื่อที่จะตอบคำถามนี้ เราจำเป็นต้องพิจารณาว่า เด็กได้อะไรบ้างจากการเล่น และจากประสบการณ์การเล่น นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายคน ศึกษาพบว่า สิ่งที่เด็กจะได้จากการเล่นคือ การที่เด็กได้เรียนรู้สิ่งแวดล้อม เช่น ได้เรียนรู้รูปร่าง ขนาด ความหยาบ ละเอียดของวัตถุที่เป็น ได้สังเกตเห็นความแตกต่างและความคล้ายคลึงของสิ่งต่างๆ ที่เล่น และการที่เด็กทำอะไรด้วยตนเอง ด้วยการเล่น เด็กจะเรียนรู้เกี่ยวกับตน เขาสามารถใช้อารมณ์ และความคิดเห็นของเขาออกมาเป็นการกระทำ เพื่อทดลองและฝึกความสามารถของตนเอง โดยไม่ต้องมีความรู้สึกว่าจะต้องรับผิดชอบต่อการกระทำนั้น เด็กจึงเกิดความคิด ความรู้สึกสนุกสนาน ด้วยเหตุนี้นักจิตวิทยาและนักการศึกษาจึงสรุปว่า การเล่นมีบทบาทและอิทธิพลอย่างมากมายต่อพัฒนาการทางร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ จิตใจ และสังคมของเด็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ลักษณะการเล่นกับการพัฒนาทางด้านต่างๆ

2.11.1 การเล่นกับการพัฒนาทางร่างกายของเด็ก

สิ่งที่เด็กอยากทำหรือพฤติกรรมต่างๆ ที่เด็กต้องการแสดงซ้ำแล้วซ้ำอีก ด้วยความสนุกสนานเพลิดเพลินคือ การเล่น เพราะฉะนั้นเราจึงพบว่า การเล่นที่ถูกต้องจะช่วยสร้างเสริมพัฒนาการทางร่างกายและสุขภาพของเด็กได้เป็นอย่างดี เช่น การออกกำลังกาย ซึ่งช่วยทำให้เด็กมีสุขภาพแข็งแรง เด็กที่ขาดการออกกำลังกายจะมีแขนขา และพัฒนาการอื่นๆ ไม่สมบูรณ์ ส่วนเด็กที่สามารถออกกำลังกายได้โดยการเล่นกลางแจ้ง จะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กระดูก และมีการไหลเวียนของโลหิต รวมทั้งการประสานงานของอวัยวะต่างๆ ทำงานสัมพันธ์กันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.11.2 การเล่นกับการพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก

เด็กได้ใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ทางตา หู จมูก ปากและทางการสัมผัสอื่นๆ รับรู้และเกิดความรู้สึกนึกคิด ซึ่งจะช่วยให้เด็กเรียนรู้ได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ ความสัมพันธ์ระหว่างการเล่นและการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสติปัญญาของเด็กที่เห็นได้เด่นชัดอีกประการหนึ่งก็คือ การเล่น จะช่วยให้เด็กได้มีโอกาสตอบสนองความกระตือรือร้นใคร่รู้ของตนเอง ซึ่งจะนำเด็กไปสู่การค้นพบและเรียนรู้เกี่ยวกับตนเอง และสิ่งรอบๆ ตัวโดยไม่ต้องมีใครสอน ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ เป็นการแสดงถึงความก้าวหน้าในระดับสติปัญญาของเด็ก

2.11.3 การเล่นกับการพัฒนาทางจิตใจและอารมณ์ของเด็ก

นักจิตวิทยาได้ศึกษาพบว่า การเล่นเป็นสิ่งจำเป็นในการช่วยให้เด็กมีพัฒนาการทางจิตใจและอารมณ์ที่มั่นคงและสมบูรณ์ต่อไปในอนาคต เพราะเด็กก็เช่นเดียวกับผู้ใหญ่ อาจจะเกิดความรู้สึกโกรธ คับข้องใจหรืออารมณ์เครียดขึ้นได้ เนื่องจากต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่พึงประสงค์ หรือเนื่องจากเกิดความต้องการแล้ว ไม่สมปรารถนา อารมณ์ผิดปกติเหล่านี้จำเป็นจะต้องถูกระบายออกมา มิฉะนั้นแล้วจะเกิดการสะสมไว้ ทำให้บุคคลนั้นมีอารมณ์ขุ่นมัว ไม่มีความสุข คิดแก้ปัญหาต่างๆ

2.11.4 การเล่นกับการพัฒนาทางสังคมเด็ก

การเล่นนับได้ว่าเป็นรากฐานที่ดีที่จะฝึกเด็กให้เข้าสังคม นักจิตวิทยาได้เน้นถึงความสำคัญของการเล่นว่า คือ สื่อหรือแนวทางที่จะช่วยให้เด็กมีโอกาสฝึกวิธีการเข้าสังคม ฝึกการเป็นผู้นำที่ดีและผู้ตามที่ดี รวมทั้งเรียนรู้หน้าที่ บทบาทอื่นๆ ของการเป็นสมาชิกจองกลุ่ม การรวมกลุ่มเพื่อเล่นนี้เอง ที่ทำให้เด็กรู้จักตั้งกฎเกณฑ์ข้อบังคับที่เลียนตามแบบสังคมผู้ใหญ่

โดยปกติแล้ว เด็กทุกคนจะเล่นเพื่อการเข้าสังคมตั้งแต่แรกเกิดแล้ว การเล่นทางการสังคมของเด็กเล็ก จะเป็นการเล่นเฉพาะกับผู้ใหญ่ที่อยู่ใกล้ชิดตนเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.5 การเล่นของเด็กในแง่จิตวิทยา

นักจิตวิทยาได้ศึกษาพฤติกรรม เกี่ยวกับการเล่นของเด็กไว้อย่างกว้างขวาง ทั้งนี้ในแง่รูปแบบและลักษณะการเล่นของเด็ก ประโยชน์ที่เด็กได้รับจากการเล่น จนกระทั่งศึกษาทดลองใช้ของเล่นของเด็กเพื่อบำบัดพฤติกรรม ที่เรียกว่า การบำบัดพฤติกรรมโดยการเล่น เพื่อจะแก้ปัญหาทางด้านจิตใจของเด็ก เช่น ความกลัว ความวิตกกังวล ความอิจฉา

ประโยชน์ของการเล่น ของเด็กในแง่จิตวิทยาพอจะสรุปได้ดังนี้

1) เพื่อระบายออกทางด้านจิตใจและอารมณ์ เช่น ความวิตกกังวล ความเครียด ความกลัว

2) เพื่อให้เกิดจินตนาการ การเล่นเป็นทางเสริมให้เด็กเกิดจินตนาการได้อย่างดี

3) เพื่อฝึกในเรื่องงานที่จะต้องทำต่อไปภายหน้า เพราะการเล่นก็คือการทำงานอย่างหนึ่งของเด็ก

4) เพื่อคลายพลังงานส่วนเกิน โดยเชื่อว่าความเจริญเติบโตของเด็ก จะมีพลังงานส่วนเกินสะสมไว้ การเล่นจึงเป็นการคลายพลังงานส่วนเกิน ไปในทางที่จะเปลี่ยนประโยชน์แก่ตัวเด็กเอง

5) เพื่อฝึกทักษะ ทางสังคมให้รู้ขอบเขต และความเหมาะสมที่จะปฏิบัติตัวต่อผู้อื่นเพียงใดอย่างใด อันเป็นการพัฒนาการทางสังคมของตัวเอง

2.12 ชนิดของการเล่น

ลักษณะของการเล่นของเด็กแตกต่างกันไปในแต่ละวัน แต่ละเวลา แต่ละบุคคล ตามสภาพกาลและความพอใจของเด็ก ทั้งนี้เพราะการเล่นแต่ละชนิดให้ความพอใจแก่เด็กแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสนใจ ความสามารถ และพัฒนาการของเด็กแต่ละคนด้วย

2.12.1 เกณฑ์การเลือกของเล่น

1. แข็งแรง
2. ทนทาน
3. ทำความสะอาดได้ง่าย
4. เป็นของเล่นที่เด็กเล่นได้อย่างปลอดภัย
5. ใช้เล่นได้หลายอย่าง
6. เป็นของเล่นที่เล่นตามลำดับ

ซึ่งของเล่นและเกมส์ที่เลือกนั้น ต้องถูกต้องตามเกณฑ์ดังนี้

1) เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้ในเรื่องขนาด รูปร่างสำหรับการเรียนรู้ และการเล่นเพื่อสนุกเท่านั้น

1.1) ความสนใจของเด็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2) ปรับให้ใช้ได้มากกว่าความมุ่งหมายข้อเดียว มากกว่าเด็กคนเดียวหรืออายุระดับเดียว

1.3) ทนทานต่อการสมบุกสมบัน และอากาศ

1.4) ใช้มาตรฐานในเรื่องอนามัย และความปลอดภัย

2) ช่วยให้เด็กมีสมรรถภาพ (Competence) ที่จะดำเนินชีวิตอยู่ในโลก

2.1)สร้างความเข้าใจต่าง ๆ ตามระดับของเด็กแต่ละคน

2.2) ส่งเสริมทักษะในการอ่าน เขียนและเล่นเหมาะสมกับความต้องการความสนใจ ซึ่งความสามารถของเด็กช่วยให้เขาพร้อม สำหรับความเจริญเติบโตระดับต่อไป

3) ส่งเสริมความสัมพันธ์กับคนอื่น

3.1)ให้โอกาสที่จะปรึกษา พูดโต้ตอบกับคนอื่นๆ

3.2) ให้เล่นเป็นกลุ่มหรือเล่นคนเดียวได้

4) ปลุกเร้าความประหลาดใจ จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์

4.1) ส่งเสริมให้แสดงความรู้สึก (ความคิดและความเห็น)

4.2) เส้นสี สัดส่วน หน้าตาทั่วไปน่าดี น่าฟัง และน่าจับต้องแนะให้อยากใช้ทดลอง

4.3) ช่วยให้เด็กมีชีวิตอย่างนั้นอีก (Relive) และทำประสบการณ์ให้แจ่มแจ้ง

2.12.2 การแบ่งกลุ่มการเล่นของเด็กตามพฤติกรรมการเล่นของเด็ก

จากทฤษฎีของเพียเจท์ ได้แบ่งพฤติกรรมของการเล่นเป็น 3 กลุ่ม คือ

1) การเล่นเพื่อที่จะฝึกทักษะ (Practice Games) เป็นการเล่นเพื่อที่จะฝึกใช้กล้ามเนื้อและอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น การปาลูกบอล การวิ่งเล่น การต่อบล็อก เป็นต้น

2) การเล่นสมมุติ (Symbolic Games) คือการเล่นโดยการใช้จินตนาการ เช่น สมมุติกล่องสี่เหลี่ยมเป็นยานอวกาศ สมมุติตุ๊กตาเป็นน้อง เป็นต้น

3) การเล่นตามกฎเกณฑ์ (Game with Rules) เช่น การเล่นเกมกีฬา เป็นต้น เด็กส่วนใหญ่จะเล่นกับเพื่อนเป็นกลุ่ม

พฤติกรรมในการเล่นของเด็ก ในการเล่นแบ่งพฤติกรรมออกเป็น 3 ช่วง คือ

1) ก่อนการเล่น เด็กจะสำรวจก่อนว่าของเล่นคืออะไร เด็กจะมีการสนุกเพลิดเพลิน

2) ขณะที่เล่น เป็นระยะที่เด็กจะสัมผัสจับต้องของเล่น เมื่อได้สัมผัสแล้วเด็กจะนำของเล่นเข้าปาก ระยะต่อไปเด็กอาจจะเริ่มที่จะสนใจว่าภายนอกของการเล่นคืออะไร

3) หลังจากการเล่น เด็กจะเกิดการเรียนรู้จากตนเอง ได้ฝึกการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่มัดย่อย โดยผ่านประสาทสัมผัสด้านต่างๆ นอกจากทางด้านร่างกายแล้วยังเป็นทางด้านจิตใจ อารมณ์ และสังคม การเล่นกลางแจ้ง เป็นการเล่นประเภทเกมส์ การละเล่นและการเล่นเครื่องสนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเล่นในร่ม นิยมจัดไว้ในห้องเรียน เป็นการจัดกิจกรรมตามมุมการเล่น หรือบริเวณที่จัดเฉพาะไว้สำหรับเล่น มุมการเล่นเหล่านี้จะมีสื่อ และเครื่องเล่นที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ และพัฒนาการของเด็ก ฉะนั้นครูจึงควรใช้ให้ครบและใช้ให้บรรลุจุดประสงค์ด้วยสื่อ และเครื่องเล่นดังกล่าวสามารถแบ่งได้หลายประเภทดังนี้

1. ประเภทบล็อก
2. ประเภทเครื่องเล่นสัมผัส
3. ประเภทเกมการศึกษา
4. ประเภทศิลปะสร้างสรรค์
5. ประเภทฝึกทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
6. ประเภทเพลง และดนตรี
7. ประเภทฝึกทักษะการเคลื่อนไหว
8. ประเภทเล่นบทบาทสมมุติ หรือเลียนแบบชีวิตจริง
9. ประเภทหนังสือ
10. ประเภทหุ่น

2.13 ของเล่นเพื่อการศึกษา (Educational Toys)

ของเล่นประเภทนี้ ก็คือ ของเล่นที่วิวัฒนาการมาจากของเล่นประเภทแรก ที่กล่าวแล้วนั้นเอง รูปร่างลักษณะอาจจะคล้ายคลึงกัน หรือผิดแผกแตกต่างกันไปก็ตาม แต่ข้อสำคัญในการออกแบบและการผลิตได้เพิ่มเติมความมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ เพื่อการเรียนการสอนสอดแทรกเข้าไปด้วย เพื่อให้เด็กได้เรียนรู้บางอย่าง เช่น สี ขนาด รูปร่าง ทรวดทรงทางเลขาคณิตง่ายๆ จำนวน ฯลฯ ไปพร้อม ๆ กับการเล่นสนุกสนานอันเป็นธรรมชาติของเด็ก เพื่อให้เกิดความเข้าใจ เกิดการเรียนรู้ด้วยการเล่น การกระทำด้วยตัวของตัวเอง ดังที่เรียกว่า Learning by doing หรือ Play Ways Method

ของเล่นเพื่อการศึกษานี้ แม้จะแฝงความมุ่งหมาย เพื่อการเรียนการสอนไว้ด้วยก็ตาม แต่ก็จะไม่เน้นเนื้อหาสาระให้แก่เด็กมากเกินไป แต่จะมุ่งเพื่อเตรียมความพร้อม และฝึกทักษะบางอย่างให้แก่เด็กเป็นสำคัญ เช่น ฝึกการช่วยตัวเอง ฝึกการใช้มือให้ถนัดกับสายตาให้สัมพันธ์กัน เป็นต้น ถ้ายากเกินไปเด็กก็จะไม่ชอบเล่น โดยของเด็กเล่นและเกมส์การเล่นเพื่อศึกษามีความหมายและความสำคัญดังนี้

ของเล่น คือ สิ่งของ หรือวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาให้เด็กเล่น บางทีก็เรียกว่า เครื่องเล่นอาจจะรวมถึงอุปกรณ์ดนตรี อุปกรณ์ทางด้านพลานามัย และอื่นๆ ซึ่งของเล่นหรือเครื่องเล่นนั้นเป็นสื่อที่จะช่วยให้เด็กรู้จักได้ใช้ ได้จัด ได้กระทำ หรือประดิษฐ์คิดสร้างประกอบขึ้นมาตามความคิด จินตนาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเด็กโดยใช้ของเล่นเป็นสื่อเป็นอุปกรณ์ของเล่นหรือสิ่งที่จะนำมาเล่น อาจจะเป็นสิ่งที่ไม่จำเป็น จะใช้ในประโยชน์ด้านอื่นๆ แต่สามารถที่จะนำมาใช้ประโยชน์ต่อการเล่นของเด็กได้ ของเล่นหรือสิ่งที่นำมาเล่นอาจจำเป็น สิ่งของจริง ๆ อาจจะเป็นคนที่อยู่ใกล้ชิด อาจจะเป็นเพื่อนของเด็ก ในความหมาย "ของเล่น" ในเชิงอุตสาหกรรม และพานิชยกรรม ของเล่น หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีการออกแบบของเล่นขึ้นเพื่อให้เด็กเล่น และเด็กในความหมายนี้ เป็นเด็กที่อายุไม่เกิน 14 ปี

ของเล่นเป็นสิ่งของที่มีความสำคัญ และมีความจำเป็นสำหรับเด็ก เด็กจะขาดของเล่นไม่ได้ เพราะของเล่นเป็นสื่ออุปกรณ์ที่ทำให้เด็ก ได้มีกิจกรรมการเล่นเพื่อพัฒนาตัวของเด็กเองทั้งทางด้านร่างกาย ความรู้สึกนึกคิด จิตใจ อารมณ์และสังคม การให้ของเล่นเด็กนั้นถือว่าเป็นการปลูกฝังเด็ก เพื่อพัฒนาอนาคตของชาติ ในที่ประชุมคณะกรรมการวางแผนพัฒนาเด็กระยะยาวของคุณหญิง กนก สามเสนวิล กล่าวว่า "ของเล่นเด็กนั้นไม่ใช่มุ่งที่ความเพลิดเพลินเพียงอย่างเดียว หลังจากการเพลิดเพลินแล้วควรที่จะให้เด็กเกิดความคิดการให้ของเด็กเล่นเป็นการแนะแนว และการปลูกฝังความคิดนี้ ถ้าจะปลูกฝังกันเมื่อเป็นผู้ใหญ่แล้ว จะได้อะไรขึ้นมา ต้องปลูกฝังกันที่เด็ก"

2.14 ไอซีบันทึกเสียง ISD 2590

ISD 2590 เป็นไอซีที่บันทึกเสียงที่ระยะเวลาได้โดยพัฒนามาจากไอซีตระกูลเดียวกัน คือ ISD 12XX และ ISD 14XX และไม่จำเป็นต้องใช้ตัวอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นภาคสำหรับที่จะขยายเสียงต่อร่วมภายนอกโดยสามารถขับลำโพงได้โดยตรงและส่วนของไมโครโฟนแบบไดนามิคหรือไมโครโฟนแบบชนิดคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน โดยตัวถังของไอซี ISD 2590 มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ แบบตัวถังแบบ DIP/SOIC และชนิดตัวถังแบบ TSOP โดยการทำงานของโครงงานนี้จะใช้ชนิดตัวถังแบบ DIP/SOIC ดังแสดงในรูปที่ 2.3

ในโหมดของการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ นั้นจะทำการจัดเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำที่เป็นเซลที่เป็นแบบที่ไม่ต้องการแรงดันไฟสำรองเพื่อที่จะป้องกันข้อมูลสูญหาย โดยสัญญาณสียงที่อยู่ในรูปของสัญญาณอนาล็อกนั้นจะถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำโดยตรงโดยที่จะอาศัยเทคโนโลยีดีเอเอสที (Direct Access Storage Technology : DAST) โดยการจัดเก็บก็จะทำการจัดเก็บในแบบที่เป็นลักษณะที่เป็นสัญญาณอนาล็อกอยู่เช่นเดิมจึงทำให้การเล่นสามารถที่จะทำให้เสียงเหมือนกับต้นกำเนิดเพราะไม่มีกระบวนการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกมาเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้ามาเกี่ยวข้อง ISD 2590 มีคุณสมบัติดังนี้

1) สามารถบันทึกและเล่นกลับได้ด้วยตนเอง

2) มีประสิทธิภาพในการบันทึกเสียงกลับและให้เสียงนั้นเหมือนกับต้นกำเนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

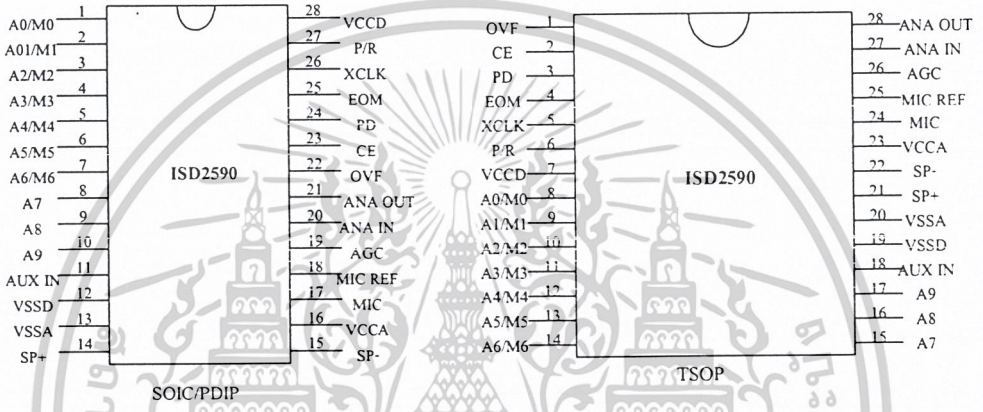
3) สามารถบันทึกเสียงและเล่นกลับได้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้เวลาในการบันทึกและเล่นกลับนานถึง 90 วินาที

4) ปิดการทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกและที่เล่นกลับนานเกินไป

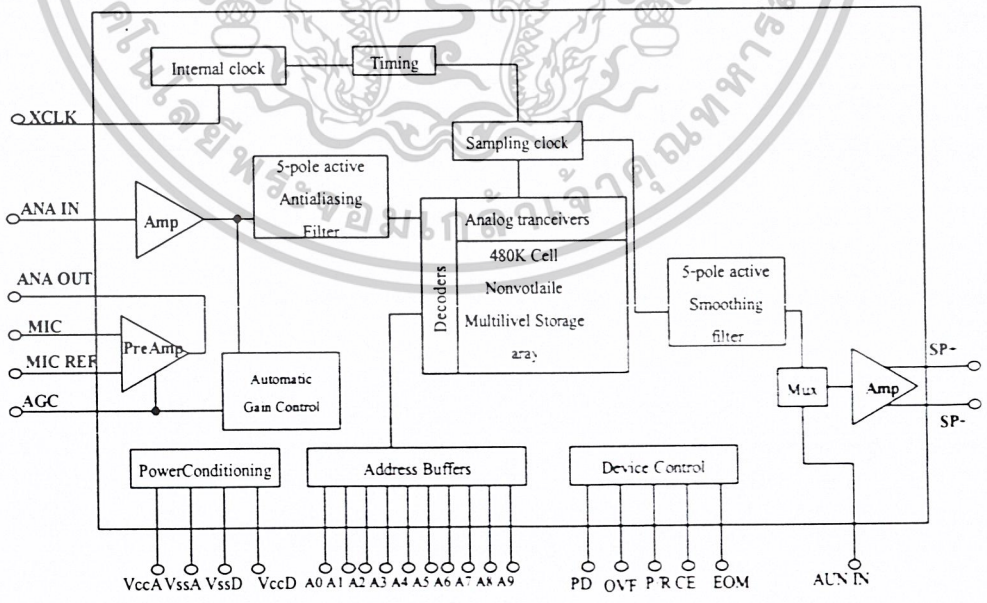
5) สามารถที่จะทำการต่อคาสเคดโดยตรงเพื่อเพิ่มระยะเวลาได้ยาวนานขึ้น

6) สามารถเก็บข้อมูลไว้ได้นานโดยไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรองและมีวงรอบของการบันทึกจำนวนมากและมีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาไว้ภายใน

7) สามารถโปรแกรมทำการควบคุมเล่นกลับเพียงอย่างเดียวเพื่อที่พัฒนารูปแบบการใช้งาน



รูปที่ 2.3 ลักษณะการจัดขาทั้ง 2 แบบของ ISD 2590



รูปที่ 2.4 แผนผังการทำงานของไอซีบันทึกเสียง ISD 2590

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้ถูกคิดค้น พัฒนา และผลิตโดยบริษัทอินเทล เพื่อใช้ในงานควบคุมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นงานควบคุมขนาดเล็กจนถึงงานควบคุมขนาดใหญ่ ที่มีความซับซ้อนพอสมควร จากข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการนำวงจรพื้นฐานต่างๆ มารวมไว้ภายในชิปตัวเดียวกัน ทำให้วงจรควบคุมที่สร้างขึ้นมีขนาดเล็ก มีความสะดวก และคล่องตัวสูง จึงเป็นที่นิยมและแพร่หลายอย่างมาก ทำให้ในปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีมาตรฐานเดียวกัน มีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน สามารถใช้งานแทนกันได้ จะต่างกันเพียงขนาดของหน่วยความจำภายในและหน่วยทำงานภายในเท่านั้น

2.15.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต

2) ห น่วยความจำโปรแกรมภายในมีหลายขนาดขึ้นกับเบอร์ไอซี โดยมีทั้งแบบรอม อีพรอม และแบบแฟลช

3) หน่วยความจำข้อมูลภายในเป็นแบบแรม ในบางเบอร์มีหน่วยความจำ อีอีพรอมเพิ่มเติม

4) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์

5) อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์

6) หน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูล ทำงานแยกจากกัน

7) มีพอร์ตรับ หรือส่งข้อมูลได้ 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิต หรือใช้งานเป็นพอร์ตขนาด 1 บิต รวมทั้งหมด 32 บิต ทำงานแยกกันอย่างอิสระ

8) มีวงจรนับ/จับเวลา ขนาด 16 บิต 2 ชุด ทำงานได้ 4 รูปแบบ

9) มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรมรับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ

10) รับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้ 6 แหล่ง กระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง

11) มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายใน

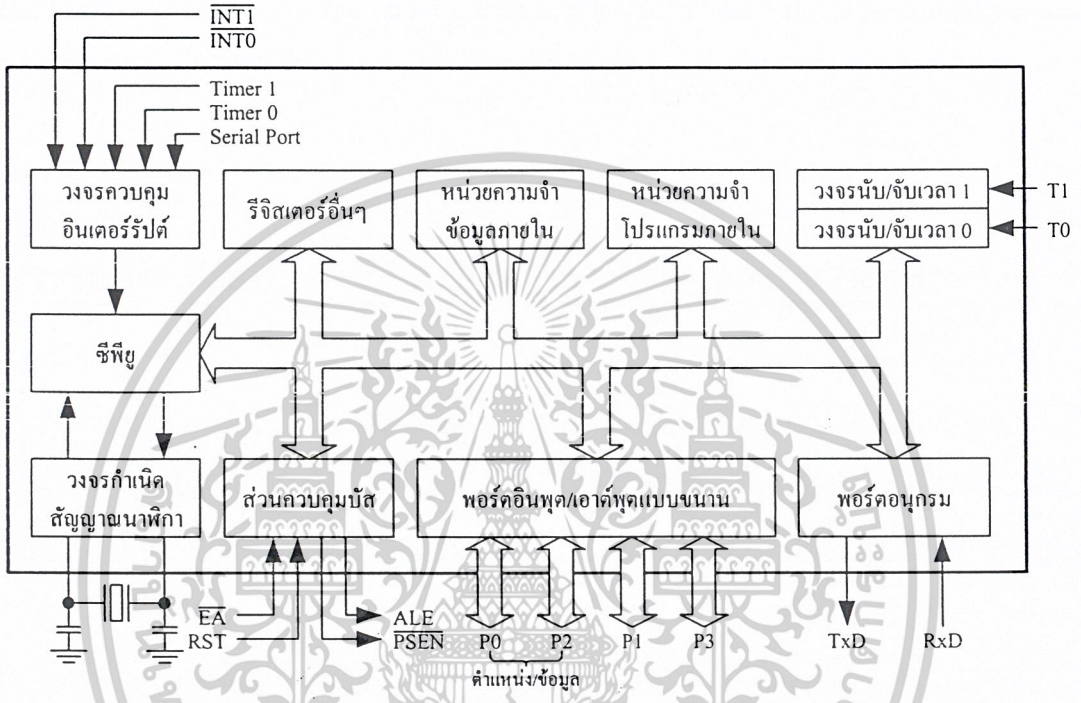
12) ประมวลผลข้อมูลได้ทั้งแบบ 1 บิต และ 8 บิต

ในปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้มีผู้ผลิตออกมาจำหน่ายมากมาย ในการใช้งานสามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการและความเหมาะสม ซึ่งมีส่วนที่แตกต่างกันบางส่วนคือ ส่วนหน่วยความจำข้อมูลภายใน หน่วยความจำโปรแกรมภายใน จำนวนของวงจรนับ/จับเวลาเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเกตชนิดต่างๆ เช่น AND, OR, NOT ซึ่งเกตเหล่านี้จะนำเอามาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรบวกเลข วงจรเลื่อนข้อมูล วงจรถอดรหัสคำสั่ง และวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น



รูปที่ 2.5 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ในรูปที่ 2.5 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1) หน่วยประมวลผลกลาง

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก(Arithmetic Logic Unit : ALU) และส่วนควบคุม (Control Unit :CU) ในส่วนประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิก จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การบวก, ลบ, คูณ หรือการหารข้อมูลแล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ ในส่วนควบคุมจะทำหน้าที่สร้างสัญญาณ ควบคุม ในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุมได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ สัญญาณติดต่อกับอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออก รวมทั้งส่วนควบคุมการขัดจังหวะและส่วนควบคุมบัสด้วย ซึ่งซีพียูจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมโดยการถอดรหัส คำสั่งที่ได้กำหนดไว้ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

2) หน่วยความจำ

มีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำ เราจำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำ ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำ เรียกว่า "การเขียนข้อมูล" และการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า "การอ่านข้อมูล" ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นในแต่ตำแหน่งของหน่วยความจำ จะสามารถเก็บข้อมูลซึ่งมีค่าระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00_{16} ถึง $0FF_{16}$ ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

1. ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่ง MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูลได้สูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้สายสัญญาณกำหนดตำแหน่ง 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65,536)

2. ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการ

3. สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความจำว่า ต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูล ซึ่งวงจรถอดรหัสคำสั่งจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต

เป็นส่วนที่ใช้นำข้อมูลเข้า หรือส่งข้อมูลออกจาก MCS-51 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ได้แก่

3.1) พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตแบบขนาน มีทั้งหมด 4 พอร์ต ใช้สำหรับรับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้า หรือออกจาก MCS-51 โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0, P1, P2 และ P3 บางพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 หน้าที่

3.2) วงจรนับ/จับเวลา ทำงานได้ 2 หน้าที่ คือ เป็นวงจรนับหรือจับเวลา เมื่อเป็นวงจรนับจะทำการนับจำนวนรอบของสัญญาณนาฬิกาภายใน MCS-51 หรือจำนวนรอบของสัญญาณที่ต่ออยู่ภายนอกตัว MCS-51 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านค่าการนับได้โดยซีพียู เมื่อเป็นวงจรจับเวลาจะใช้หลักการเดียวกับวงจรนับเพียงแต่จะกำหนดค่าสูงสุดของการนับไว้ ซึ่งค่าสูงสุดของการนับจะคำนวณมาจากค่าเวลาที่ต้องการจับเวลานั่นเอง

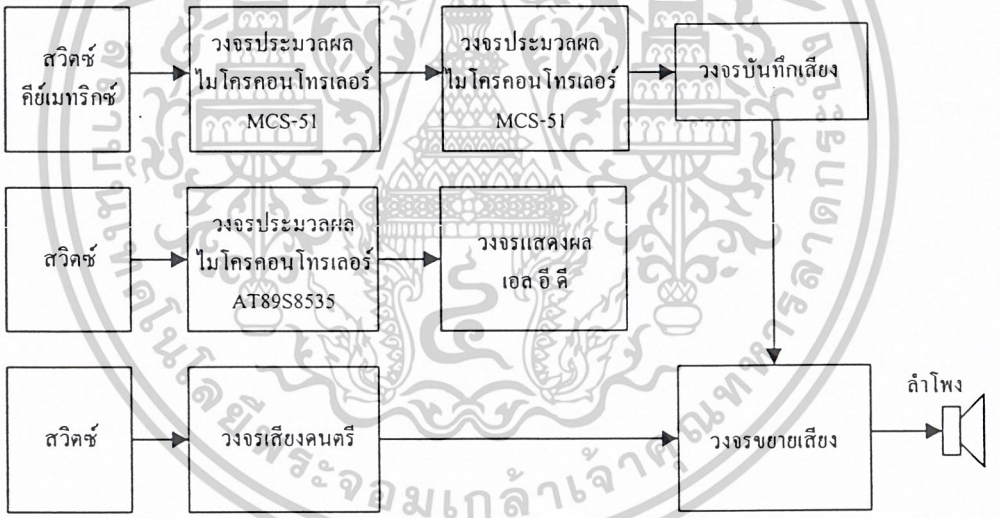
3.3) พอร์ตอนุกรม ซีพียูจะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมโดยเป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปทีละบิตออกจากขา T_xD และในรับข้อมูลก็จะทำการรับเข้ามาทีละบิตทางขา R_xD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้ซีพียูอ่านไปใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

จากหลักการ และทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหลักการทำงานของของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา สามารถทำการออกแบบ และสร้างวงจรการทำงานของของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษาในแต่ละส่วน โดยมีขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การออกแบบ ไปจนถึงการสร้าง และการทำงานของวงจร ซึ่งในการการออกแบบและการสร้างของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ การออกแบบวงจรควบคุมการเล่นเสียง การออกแบบวงจรบวกและลบเลข และการออกแบบวงจรเสียงดนตรี โดยมีแผนผังการทำงานดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา

จากแผนผังการทำงานของของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา ประกอบด้วยวงจรต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ วงจรควบคุมสวิตช์เมทริกซ์ วงจรบันทึกสัญญาณเสียง วงจรควบคุมการบวกและลบเลข วงจรแสดงผลแอลอีดี วงจรประมวลผล วงจรเสียงดนตรี วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง 24 โวลต์และ 5 โวลต์ และวงจรขยายเสียง ซึ่งมีการออกแบบ การสร้าง และการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

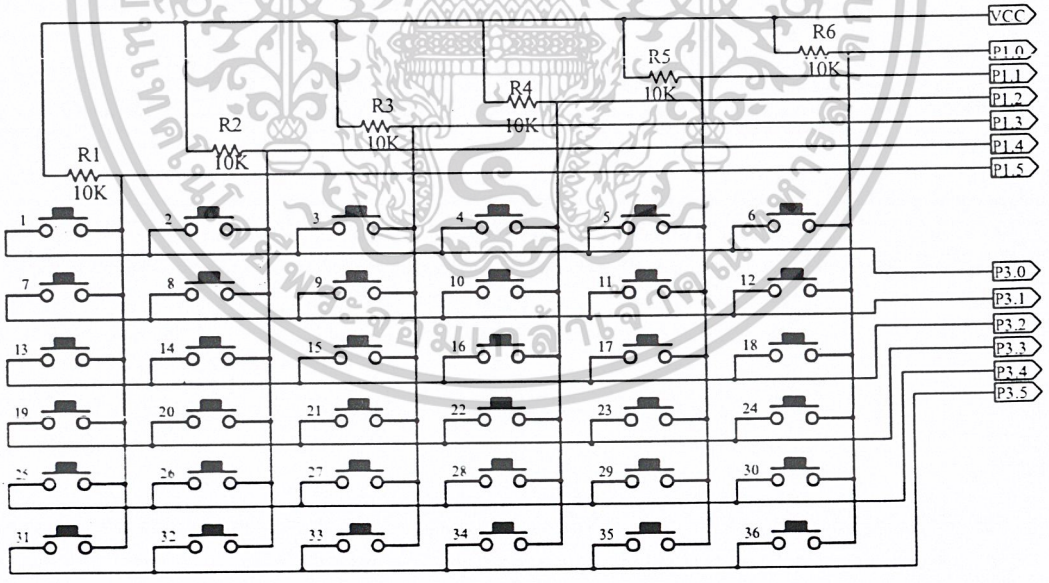
3.2 วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์

3.2.1 การออกแบบและการสร้าง

ในการออกแบบการใช้งานเลือกใช้การต่อสวิตซ์แบบเมทริกซ์ ซึ่งในการต่อคีย์แบบนี้จะใช้พอร์ต 2 พอร์ตคือ พอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุต โดยในการใช้งานจริงจะใช้การต่อสวิตซ์แบบเมทริกซ์ขนาด 6X6 คีย์ เข้ากับพอร์ต P0 พอร์ต P1 และพอร์ต P3 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งโปรแกรมใช้พอร์ต P1.0-P1.5 และพอร์ต P3.0-3.5 เป็นพอร์ตอินพุตและพอร์ต P0.0-P0.5 เป็นพอร์ตเอาต์พุต การต่อสวิทช์ลักษณะนี้จะต้องเขียนโปรแกรมสแกนคีย์เพื่อที่จะตรวจสอบว่าคีย์ใดถูกกด

3.2.2 การทำงาน

จากวงจรที่ 3.2 เป็นหลักการทำงานของวงจรสวิตซ์เมทริกซ์นี้ คือ จะมีการตรวจสอบว่าคีย์ใดถูกกดจะต้องตรวจสอบ 2 ส่วน คือ ส่วนแถว (Row) และส่วนหลัก (Column) โดยจะทำการตรวจสอบแถวก่อน ว่ามีการคีย์ในแถวใดถ้าไม่มีจะกลับไปเริ่มตรวจสอบตั้งแต่แถวแรกใหม่ ถ้ามีการกดคีย์ในแถวใดแถวหนึ่งก็จะตรวจสอบในส่วนของหลักต่อ เพื่อหาว่าคีย์ที่กดเป็นคีย์ใด และจะมีการทำงานควบคุมไปกับโปรแกรมที่เขียนขึ้นมา ซึ่งมีลักษณะการต่อใช้งาน ดังรูปที่ 3.2



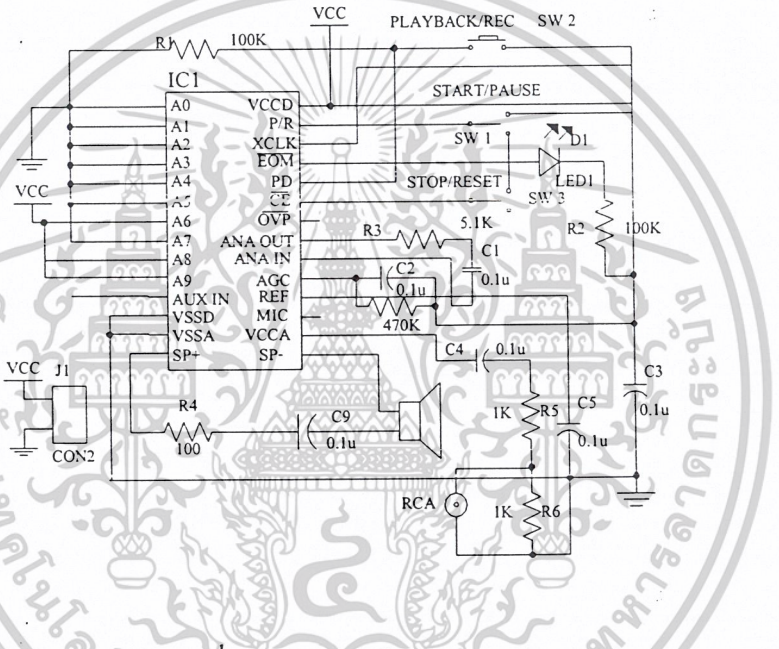
รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรบันทึกสัญญาณเสียง

3.3.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรบันทึกสัญญาณเสียงจะใช้ไอซีเบอร์ ISD2590 สามารถบันทึกเสียงและเล่นเสียงด้วยระบบดิจิตอลที่ให้คุณภาพเสียงดีพอที่จะใช้งานได้ ไอซีเบอร์ ISD2590 สามารถบันทึกเสียงแบ่งเป็นหลาย ๆ ข้อความได้ภายในไอซีตัวเดียวซึ่งส่วนมากผู้ใช้งานไอซีเบอร์นี้มักจะใช้บันทึกเสียงเป็นข้อความเดียวยาวๆ เรียกว่าการใช้งานโหมดที่ 1 ส่วนการใช้งานบันทึกข้อความหลายๆ ข้อความเรียกว่าการใช้งานในโหมดที่ 2 ในที่นี้เลือกใช้งานในโหมดที่ 2 มีลักษณะการต่อใช้งาน ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรบันทึกสัญญาณเสียง

3.3.2 การทำงาน

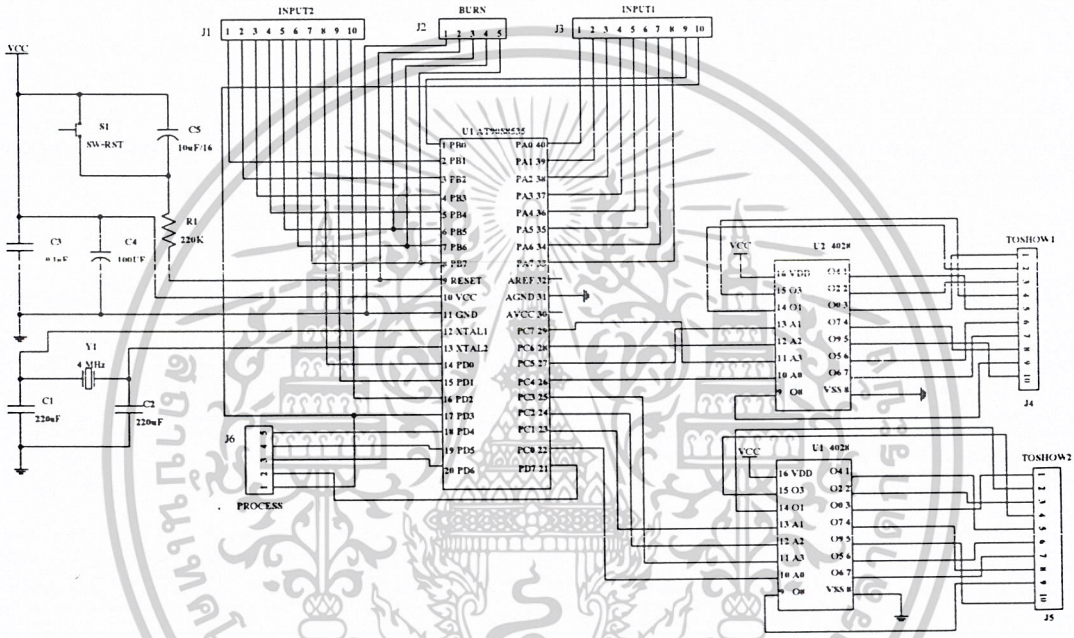
จากวงจรรูปที่ 3.3 การเล่นกลับนั้นจะเริ่มเล่นที่ตำแหน่งตามตารางการบันทึกเสียงโดยใช้คำสั่งจากวงจรควบคุมจากการส่งสัญญาณตำแหน่งเสียงออกมาทั้งหมด 10 เส้น รอที่วงจรเล่นกลับจากนั้นสั่งให้วงจรเริ่มเล่นกลับในตำแหน่งที่ส่งออกไปและนับเวลาให้วงจรอัดเสียงหยุดเล่นในเวลาที่เสียงนั้นหมดพอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจรควบคุมการบวกและลบเลข

3.4.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรควบคุมการบวกและลบเลข เป็นวงจรที่ประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT 90S8535 เป็นตัวควบคุมหลักโดยการรับสัญญาณจากการกดสวิตซ์ที่เป็นอินพุตของวงจร และมีตัวถอดรหัสสัญญาณให้เป็นเลขฐาน 2 โดยไอซีเบอร์ 4028 ส่งออกเป็นเอาต์พุต ให้กับส่วนแสดงผลแอลอีดี ซึ่งมีลักษณะการต่อใช้งาน ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วงจรควบคุมการบวกและลบเลข

3.4.2 การทำงาน

จากวงจรที่ 3.4 เป็นส่วนประมวลผลโดยทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ ควบคุมการบวก การลบตัวเลข โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT90S8535 เป็นตัวประมวลผลและใช้โปรแกรมภาษาซีเป็นโปรแกรมควบคุมการทำงาน โดยมีขั้นตอนการทำงานของวงจรดังนี้

1) วงจรจะรับสัญญาณอินพุตจาก J3 โดยเป็นสวิตซ์อินพุตเพื่อป้อนสัญญาณที่มาจากสวิตซ์ 1 ถึง สวิตซ์ 9 โดยสัญญาณจะทำการอินเตอร์รัพต์สัญญาณเข้าสู่พอร์ต PA เพื่อรับค่าเข้าสู่การทำงานตามโปรแกรม โดยจะกำหนดเป็นค่าตามสวิตซ์ มีค่า 1 ถึง 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) วงจรจะรับสัญญาณจาก J4 โดยสัญญาณที่ส่งต่อมาจากสวิตซ์ 19 ถึงสวิตซ์ 22 โดยจะเป็นตัวกระทำทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวเครื่องหมาย บวก ลบ เท่ากับ และเป็นตัวรีเซต แล้วส่งเข้าสู่พอร์ต PD เพื่อกระทำตามเงื่อนไขของโปรแกรมต่อไป

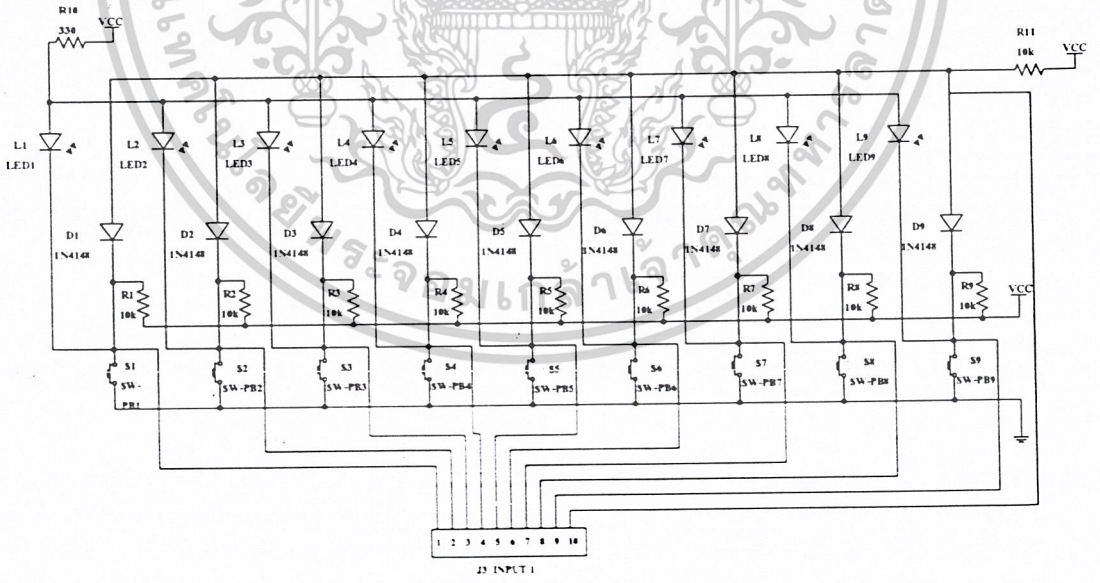
3) วงจรจะรับสัญญาณจาก J1 โดยเป็นตัวกระทำการ บวก ลบ เป็นอินพุต เพื่อป้อนสัญญาณที่มาจากสวิตซ์ 10 ถึงสวิตซ์ 18 มาทำการกระทำตามคำสั่งจากข้อ 2 เมื่อทำตามเงื่อนไขที่ถูกต้อง ก็จะทำการส่งสัญญาณเข้าที่พอร์ต PB เพื่อกระทำตามเงื่อนไขของโปรแกรมต่อไป

4) วงจรจะส่งผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ส่งออกพอร์ต PC โดยข้อมูลที่ส่งออกไปทางเอาต์พุตจะเป็นเลขฐาน BCD 8421 นำไปผ่านไอซีเบอร์ 4028 เป็นตัวถอดรหัสและออกไปสู่ J5 และ J6 ต่อไป

3.5 วงจรสวิตซ์อินพุต 1

3.5.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรนี้ทำการเชื่อมต่อกับพอร์ต PA ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะรับข้อมูลอินพุตจากสวิตซ์ S1 ถึง S9เมื่อมีการกดสวิตซ์ก็จะส่งค่าตัวเลขตามสวิตซ์ที่ทำการกดส่งออกไป เพื่อกระทำตามคำสั่ง ซึ่งจะมีลักษณะการต่อใช้งานดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 วงจรสวิตซ์อินพุต 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

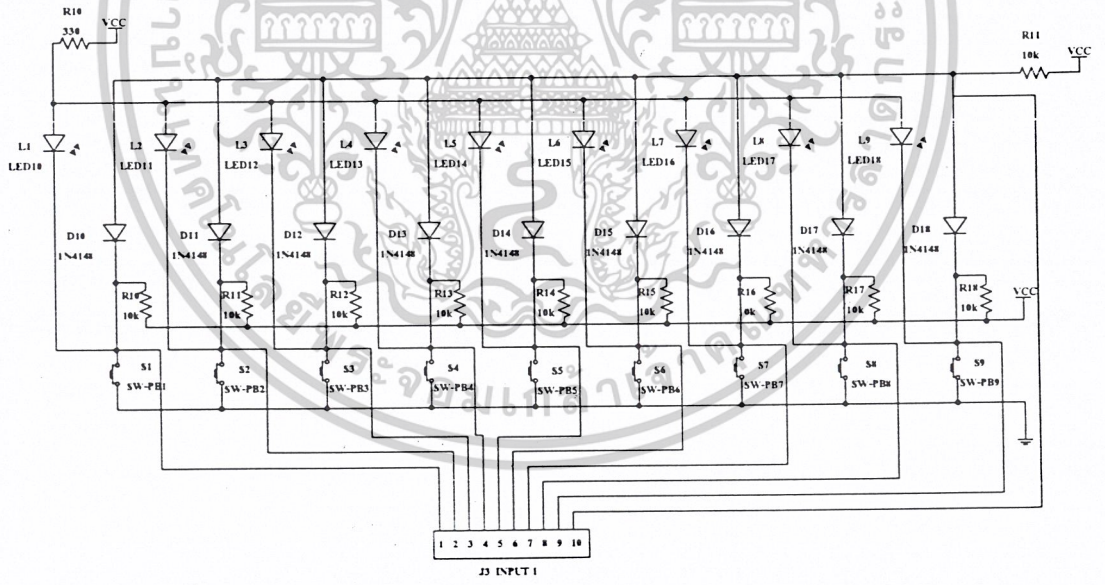
3.5.2 การทำงาน

จากรูปวงจร 3.5 เมื่อสภาวะที่ยังไม่กดสวิตซ์ S1 ถึง S9 พอร์ต PA ที่เป็นอินพุตของวงจรจะได้รับสภาวะที่เป็น 1 คือมีแรงดันไฟ +5 โวลต์ผ่านไดโอดตรงไปยังพอร์ต PA และที่ขา INT0 ก็จะได้รับสภาวะที่เป็น 1 เมื่อทำการเลือกกดสวิตซ์ S1 ถึง S9 ที่พอร์ต PA ก็จะได้สภาวะเป็น 0 หลอดแอลอีดี ก็จะติดตามสวิตซ์ที่กด เมื่อสภาวะของพอร์ต PA มีสภาวะ 0 แล้วที่ขา INT0 ก็จะมีสภาวะเป็น 0 ด้วย และจะเป็นไปตามเงื่อนไขการอินเตอร์รัพต์ตามค่าโปรแกรมที่ถูกกำหนดไว้ โดยข้อมูลที่ได้จะถูกส่งออกที่ J3 เชื่อมต่อไปยังพอร์ต PA ของไอซีเบอร์ AT 90S8535

3.6 วงจรสวิตซ์อินพุต 2

3.6.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรนี้ทำการเชื่อมต่อกับพอร์ต PB และขา INT1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะรับข้อมูลอินพุตจากสวิตซ์ S11 ถึง S18 เมื่อมีการกดสวิตซ์ก็จะทำการส่งค่าของข้อมูลตัวเลขตามสวิตซ์ที่มีการกด โดยมีค่า 1 ถึง 9 และกระทำตามคำสั่งของโปรแกรม ซึ่งจะได้วงจรดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรสวิตซ์อินพุต 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

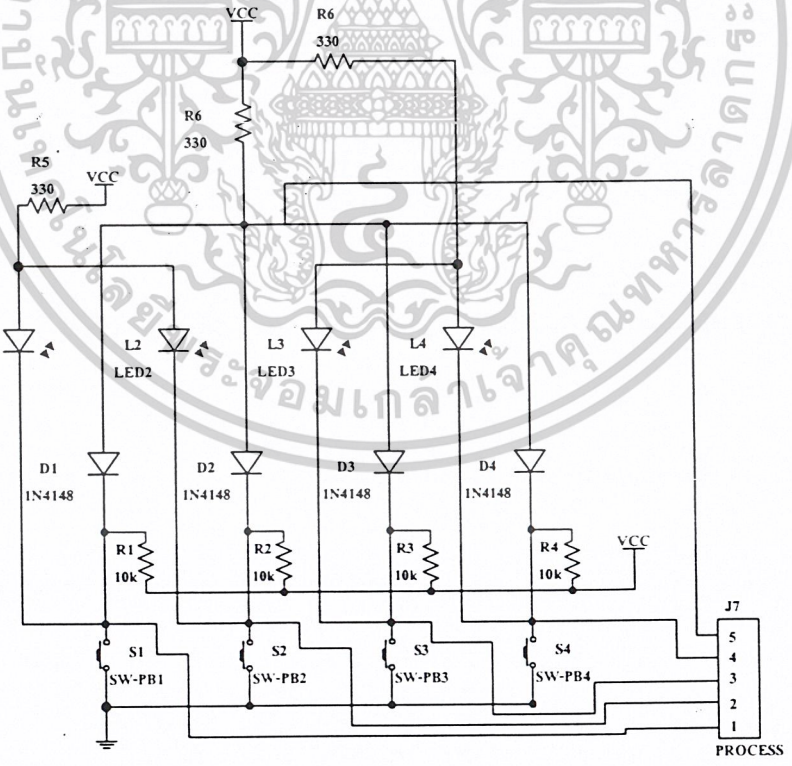
3.6.2 การทำงาน

จากรูป 3.6 เมื่อสภาวะยังไม่กดสวิตซ์ S10 ถึง S18 ที่พอร์ต PB เป็นอินพุตของวงจร จะได้รับสภาวะที่เป็น 1 คือมีแรงดันไฟ +5 โวลต์ ผ่านไดโอดถูกต่อตรงไปยังพอร์ต PA และที่ขา INT1 ก็จะได้รับสภาวะ 1 คือมีแรงดันไฟ +5 โวลต์ ต่อที่ขาตลอดเวลา เมื่อทำการเลือกกดสวิตซ์ S9 ถึง S18 ที่พอร์ต PB ก็จะได้รับสภาวะ 0 หลอดแอลอีดีก็จะติดตามสวิตซ์ที่กด เมื่อสภาวะที่พอร์ต PB เปลี่ยนสภาวะเป็น 0 แล้วที่ขา INT1 ก็จะมีสภาวะเป็น 0 ด้วย และจะเป็นไปตามเงื่อนไขการอินเตอร์รัพต์ ตามค่าโปรแกรมก็กำหนดไว้ โดยสัญญาณจากสวิตซ์ ที่ได้จะถูกส่งออกที่ J1

3.7 วงจรการกระทำทางคณิตศาสตร์

3.7.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรจะเชื่อมต่อเข้ากับพอร์ต PD และขา INT1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะรับข้อมูลอินพุตจากสวิตซ์เมื่อมีการกดสวิตซ์ แล้วทำการส่งค่าเครื่องหมายบวก ลบ เท่ากับ และรีเซต เป็นตัวกระทำทางคณิตศาสตร์ ตามเงื่อนไขของโปรแกรมที่เขียนไว้ จะมีลักษณะการต่อใช้งาน ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรการกระทำทางคณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

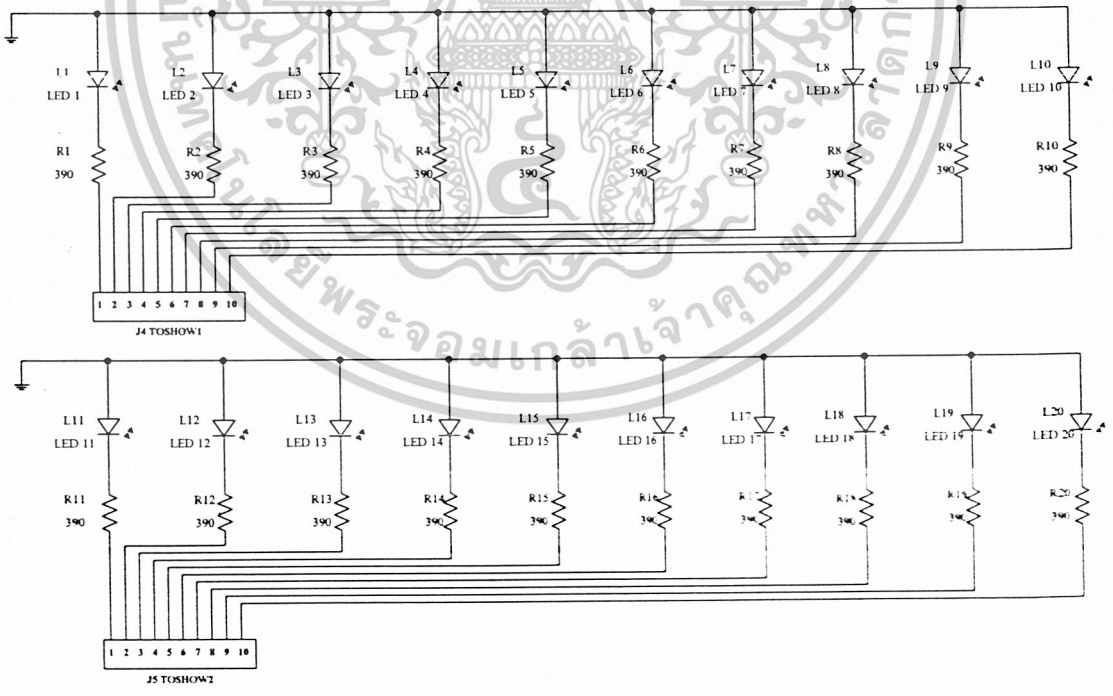
3.7.2 การทำงาน

จากรูป 3.7 เป็นรูปวงจรสวิตซ์รับค่าการกระทำทางคณิตศาสตร์ จะรับค่าตัวกระทำตามเงื่อนไขที่วางไว้ตามโปรแกรม โดยใช้เครื่องหมาย บวก ลบ เท่ากับ และรีเซต เมื่อเลือกกดสวิตซ์ 19 ถึงสวิตซ์ 22 วงจรจะส่งสภาวะเป็น 0 หลอดแอลอีดีก็จะติดตามสวิตซ์ที่กด สภาวะที่พอร์ต PD และที่ขา INT1 ก็จะได้รับสภาวะเป็น 0 ด้วยหลอดแอลอีดีก็จะติดตามสวิตซ์ที่กดเช่นกันและจะเป็นไปตามเงื่อนไขการอินเตอร์รัพต์ตามตัวโปรแกรมที่ถูกกำหนดไว้ โดยสัญญาณที่ได้จากการกดสวิตซ์จะถูกส่งออกไปยัง J4 เข้าสู่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

3.8 วงจรแสดงผลแอลอีดี

3.8.1 การออกแบบและการสร้าง

จากวงจรเป็นส่วนแสดงผลเอาต์พุตของการทำงาน เมื่อทำการบวกหรือลบค่าตามคำสั่งการทำงานแล้ว ผลลัพธ์จะถูกนำมาแสดงออกเป็นหลอดแอลอีดีให้ตามผลกระทำทางคณิตศาสตร์ โดยการแสดงผลเอาต์พุตออกทางหลอดแอลอีดี สามารถแสดงได้ทั้งหมด 18 หลอด ตามค่าหมายเลข 1 ถึง 18 โดยรับข้อมูลจากเอาต์พุตของไอซีเบอร์ 4028 ซึ่งมีลักษณะการต่อใช้งานวงจร ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจรแสดงผลแอลอีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

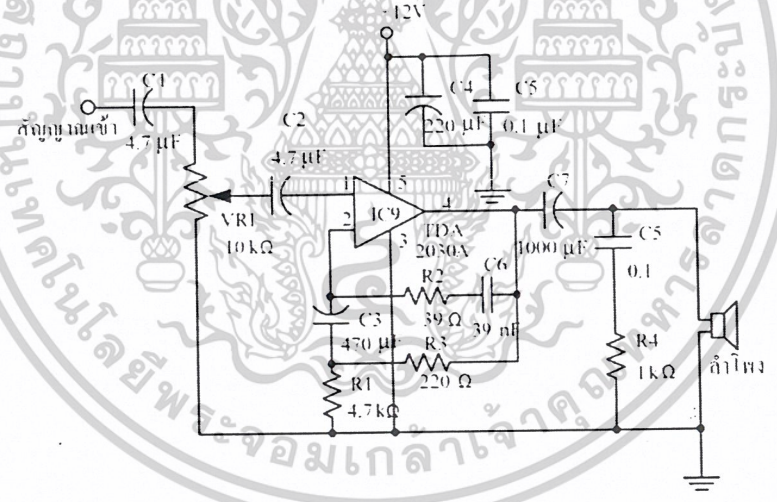
3.8.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.8 เป็นหลักการทำงานของวงจรซึ่งจะรับข้อมูลเอาต์พุตจากไอซีเบอร์ 4028 โดยใช้ตัวความต้านทานที่มีค่า 390 Ω ต่ออนุกรมไว้เป็นตัวต้านทานแบ่งแรงดัน ก่อนส่งเข้าไปยังแอลอีดี โดยจะรับข้อมูลเป็นเลขฐาน 2 ในสภาวะที่เป็น 0 และสภาวะที่เป็น 1

3.9 วงจรขยายสัญญาณเสียง

3.9.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรขยายเสียงเป็นวงจรที่ขยายแบบธรรมดา ที่ใช้งานโดยทั่วไปอาจใช้ไอซีออปแอมป์เป็นตัวขยายเสียงก็ได้ แต่ในโครงงานนี้ใช้ไอซี เบอร์ TDA2030 เป็นตัวขยายสัญญาณให้แรงพอที่จะส่งออกไปยังลำโพงได้ ของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษานั้นสามารถให้เสียงออกมาด้วย ดังนั้นวงจรบันทึกเสียงจะส่งสัญญาณเสียงออกมาทางลำโพง แต่ในการใช้งานต้องการเสียงดังพอสมควรจึงต้องใช้วงจรขยายเสียงเข้ามาช่วยซึ่งมีลักษณะการต่อใช้งาน ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 วงจรขยายสัญญาณเสียง

3.9.2 การทำงาน

จากวงจรที่ 3.9 หลักการทำงานของวงจรขยายเสียงนี้ คือ วงจรจะรับสัญญาณอินพุตมาเพื่อทำการขยายสัญญาณ โดยใช้ไอซี เบอร์ TDA2030A แล้วส่งออกเอาต์พุต ที่ลำโพงด้วยกำลัง 15 วัตต์ วงจรจะรับสัญญาณอินพุตมาจากเอาต์พุตของวงจรบันทึกสัญญาณสียง โดยผ่านตัวเก็บประจุ C1 ซึ่ง

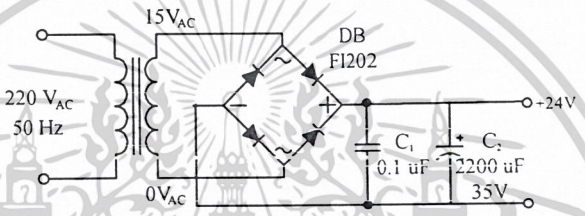
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำหน้าที่ส่งผ่านสัญญาณที่เข้ามาทางอินพุตทางขา 1 ของไอซีขยายเสียง และจะส่งสัญญาณเสียงออกมาทางขา 4 และผ่านการกรองสัญญาณโดย ผ่านตัวเก็บประจุ C6 และต่อออกลำโพง

3.10 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันตรงไฟ 24 โวลต์

3.10.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง 24 โวลต์ เป็นวงจรที่ใช้ในการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อจ่ายแรงดันไฟ 24 โวลต์ ให้กับวงจรต่างๆ ซึ่งจะใช้ไดโอดบริดจ์ขนาด 3 แอมป์ ทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันให้คงที่ จะทำให้ได้แรงดันไฟตามต้องการ ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วงจรจ่ายแรงดันไฟตรง 24 โวลต์

3.10.2 การทำงาน

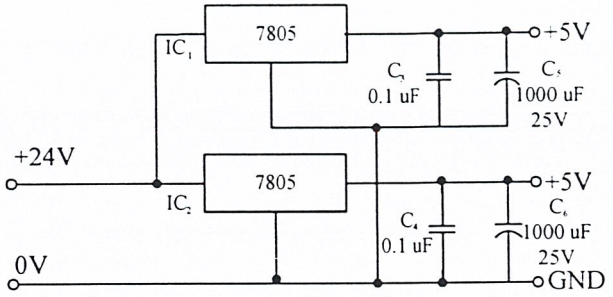
จากรูปวงจรที่ 3.10 เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 โวลต์ ผ่านหม้อแปลงจะเกิดการเหนี่ยวนำภายในหม้อแปลงจะได้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 15 โวลต์ ส่งผ่านไดโอดบริดจ์จะทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันให้คงที่ และแรงดันที่ได้จะถูกกรองสัญญาณรบกวนด้วย C1 จากนั้น C2 จะเก็บประจุ จึงได้แรงไฟที่เอาต์พุตใช้จ่ายให้วงจรขยายเสียงต่อไป

3.11 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันตรงไฟ 5 โวลต์

3.11.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงขนาด 5 โวลต์ เป็นวงจรที่เอาแรงดันไฟ 24 โวลต์ มาลดแรงดันไฟลงให้เหลือเพียง 5 โวลต์ เพื่อจ่ายให้กับวงจรที่ต้องการไฟตรงขนาด 5 โวลต์ ซึ่งจะใช้ไอซีเบอร์ 78L05 เป็นตัวควบคุมแรงดันให้ได้ 5 โวลต์ ดังรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 จงจรจ่ายแรงดันไฟตรง 5 โวลต์

3.11.2 การทำงาน

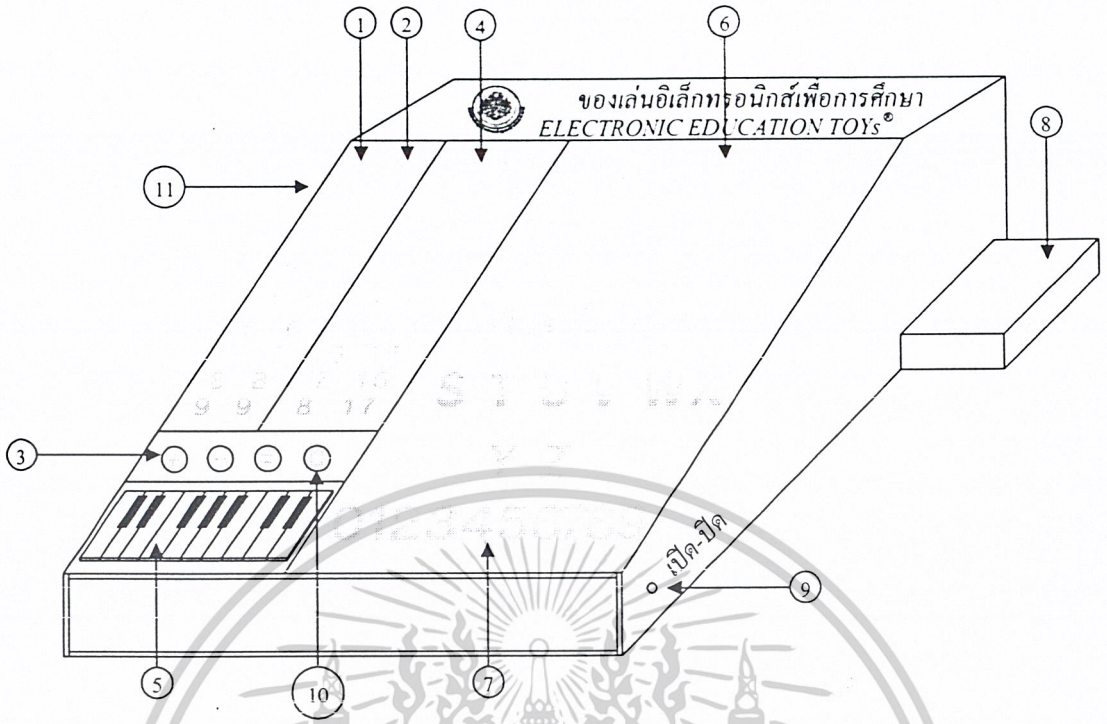
จากรูปที่ 3.11 เป็นวงจรจ่ายแรงดันไฟขนาด 5 โวลต์ ซึ่งแรงดันไฟ 24 โวลต์ ที่เข้ามาจะผ่านไอซีเบอร์ 78L05 และผ่านตัวเก็บประจุและแรงดันไฟออก 5 โวลต์ วงจรนี้จะเป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้ วงจรสวิตซ์ วงจรบันทึกสัญญาณเสียง วงจรเครื่องคิดเลข วงจรเสียงดนตรี

3.12 โครงสร้างและการออกแบบกล่องของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา

3.12.1 การออกแบบและการสร้าง

โครงสร้างของกล่องของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา จะใช้แผ่นอะคริลิกผิวเรียบในการสร้าง สามารถแบ่งได้เป็นสองส่วน คือ ตัวกล่องและฝากล่อง ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา ตัวกล่องจะเป็นลักษณะสี่เหลี่ยมคางหมู การใช้งานจะจัดวางชุดแผ่นวงจรซึ่งเป็นส่วนวงจรควบคุมหลักจะวางอยู่ในส่วนตัวกล่องอีกส่วนเป็นส่วนแสดงผล ปุ่มปิด-เปิด ปุ่มกดตัวอักษร ปุ่มตัวเลข ปุ่มเครื่องหมายบวก ลบ เท่ากับ และปุ่มตัวโน๊ตดนตรี โดยลักษณะการออกแบบของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา แสดงดังรูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 โครงสร้างกล่องอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา

จากรูปที่ 3.12 สามารถอธิบายถึงตำแหน่งที่จะจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ ของกล่องของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา ได้ดังนี้

(1) เลขตัวตั้ง (1- 9)

(2) เลขตัวทด (1-9)

(3) เครื่องหมายทางการคำนวณ +, - , =

(4) ส่วนแสดงผลลัพธ์ตัวเลข (0 – 18)

(5) คีย์บอร์ดโน้ตดนตรี (Melody)

(6) ตัวอักษร A - Z

(7) ตัวเลข 0 - 9

(8) กล่องเก็บตัวเลขและตัวอักษร

(9) สวิตซ์เปิด - ปิด (Switch)

(10) สวิตซ์ รีเซต (Reset)

(11) ลำโพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

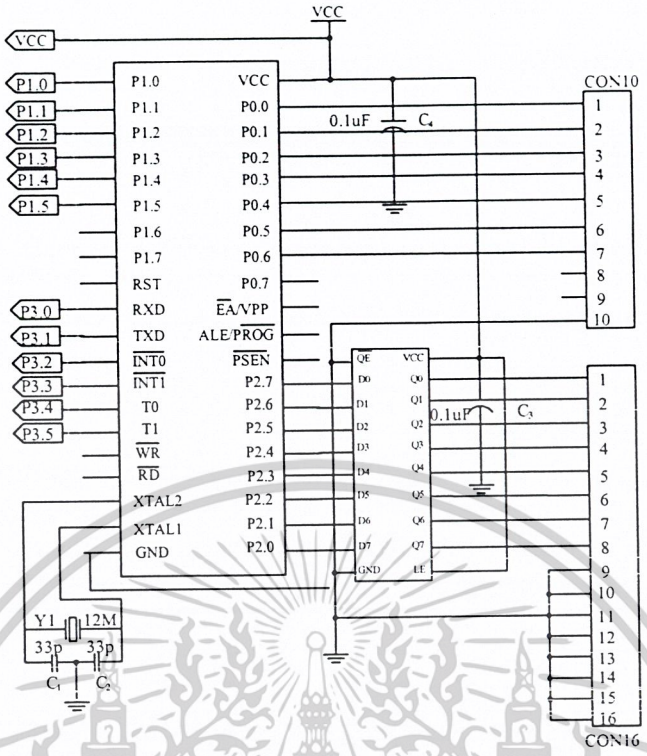
ของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา จะมีหลักการทำงานแบ่งออกเป็นส่วนๆ ดังนี้ ส่วนที่หนึ่งจะเป็นการทำงานของวงจรควบคุมการเล่นเสียง โดยจะมีการรับข้อมูลคำสั่งจากสวิตซ์ ซึ่งได้ถูกออกแบบเป็นสวิตซ์เมทริกซ์ 6X6 โดยเมื่อมีการกดสวิตซ์ก็จะมีการตรวจสอบการส่งข้อมูล แล้วส่งข้อมูลต่อเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการควบคุมการเล่นเสียงจากไอซีบันทึกเสียง จากนั้นส่งสัญญาณเสียงที่ได้เข้าวงจรขยายเสียงส่งออกลำโพงต่อไป ในส่วนที่สองจะเป็นการทำงานของวงจรการบวกและลบเลข ซึ่งจะเป็นการป้อนข้อมูลทางสวิตซ์เช่นเดียวกัน แล้วส่งข้อมูลนั้นไปประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ และแสดงผลเอาต์พุตโดยวงจรแสดงแอลอีดี ส่วนสุดท้ายจะเป็นวงจรเสียงดนตรี โดยจะใช้ไอซีกำเนิดเสียงในการกำเนิดเสียงต่างๆ แล้วส่งสัญญาณเสียงที่ได้ไปยังวงจรขยายเสียงแล้วขยายเสียงออกลำโพงต่อไป โดยการทดลองในส่วนของการกดสวิตซ์ทางอินพุต แรงดันไฟขณะมีการกดสวิตซ์ การส่งเสียงออกลำโพง การแสดงผลของวงจรแสดงแอลอีดี วงจรเสียงดนตรี เพื่อนำวงจรที่ผ่านการทดลองประกอบเป็นของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา ที่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

4.2 การทดลองการทำงานของวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์

4.2.1 การทดลอง

การทดลองวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์ คือ การวัดแรงดันไฟฟ้าส่วนที่เป็นหลัก (Column) และส่วนแถว (Row) ของวงจร เป็นลักษณะการตรวจสอบสภาวะการทำงานของสวิตซ์แต่ละตัว ซึ่งเป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับวงจรควบคุมสวิตช์เมทริกซ์ สามารถทำการทดลองได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์

1) ประกอบวงจรดังรูปที่ 4.1

2) ป้อนแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ ให้ส่วนอินพุตแก่วงจร

3) วัดแรงดันไฟฟ้าที่พอร์ต P1.0 ถึงพอร์ต P 1.5 และพอร์ต P3.0 ถึงพอร์ต P3.5 บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการทำงานของวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์

การทดลอง	แรงดัน
พอร์ต P1.0	5 โวลต์
พอร์ต P 1.1	5 โวลต์
พอร์ต P 1.2	5 โวลต์
พอร์ต P 1.3	5 โวลต์
พอร์ต P1.4	5 โวลต์
พอร์ต P1.5	5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการทดลองการทำงานของวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์

การทดลอง	แรงดัน
พอร์ต P3.0	0 โวลต์
พอร์ต P 3.1	0 โวลต์
พอร์ต P 3.2	0 โวลต์
พอร์ต P 3.3	0 โวลต์
พอร์ต P 3.4	0 โวลต์
พอร์ต P 3.5	0 โวลต์

4.2.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์ จะเห็นว่าสามารถทำหน้าที่ควบคุมสวิตซ์วงจรสวิตซ์เมทริกซ์ โดยรับสัญญาณจากส่วนประมวลผล คือ เมื่อวงจรไมโครคอนโทรเลอร์ป้อนแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ ให้แก่วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์ จะเป็นผลให้พอร์ต P 1.0 ถึงพอร์ต P 1.5 มีแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ และพอร์ต P 3.0 ถึงพอร์ต P 3.5 มีแรงดันไฟตรง 0 โวลต์ ดังนั้นวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์ทำงานได้ จึงสามารถนำไปเป็นส่วนอินพุตแก่วงจร โดยรับสัญญาณควบคุมจากส่วนไมโครคอนโทรเลอร์

4.3 การทดลองการทำงานของวงจรสวิตซ์เมทริกซ์

4.3.1 การทดลอง

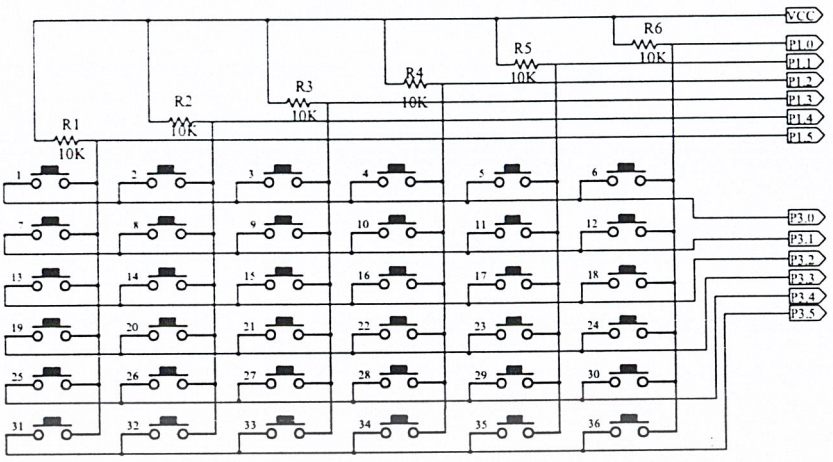
การทดลองวงจรสวิตซ์เมทริกซ์ คือ การวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมของสวิตซ์ เป็นการตรวจสอบการกดสวิตซ์ โดยเป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์ สามารถทำการทดลองได้ดังนี้

1) ประกอบวงจร ดังรูปที่ 4.2

2) ป้อนแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ ให้ส่วนอินพุตของวงจร

3) วัดแรงดันที่ได้ขณะที่ไม่ได้กดสวิตซ์ที่ 1 ถึงสวิตซ์ที่ 36 และขณะที่กดสวิตซ์ที่ 1 ถึงสวิตซ์ที่ 36 บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 วงจรสวิตซ์เมทริกซ์

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการทำงานของสวิตซ์เมทริกซ์

การทดลอง	แรงดัน	
	ขณะที่ไม่ได้กดสวิตซ์	ขณะที่กดสวิตซ์
สวิตซ์ที่ 1	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 2	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 3	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 4	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 6	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 7	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 8	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 9	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 10	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 11	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 12	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 13	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 14	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 15	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 16	5 โวลต์	0 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ผลการทดลองการทำงานของสวิตซ์เมทริกซ์

การทดลอง	แรงดัน	
	ขณะที่ไม่ได้กดสวิตซ์	ขณะที่กดสวิตซ์
สวิตซ์ที่ 17	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 18	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 19	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 20	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 21	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 22	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 23	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 24	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 25	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 26	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 27	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 28	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 29	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 30	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 31	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 32	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 33	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 34	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 35	5 โวลต์	0 โวลต์
สวิตซ์ที่ 36	5 โวลต์	0 โวลต์

4.3.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองวงจรสวิตซ์เมทริกซ์ จะเห็นว่าสามารถทำหน้าที่เป็นอินพุตให้กับวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์ โดยรับสัญญาณมาจากวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์ คือ เมื่อวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์ จ่ายแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ให้กับวงจรสวิตซ์เมทริกซ์ เป็นผลให้สวิตซ์ที่ 1 ถึงสวิตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 36 มีแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ ขณะที่กดสวิตช์ และเป็นผลให้สวิตช์ที่ 1 ถึงสวิตช์ที่ 36 มีแรงดันไฟตรง 0 โวลต์ ขณะที่ไม่ได้กดสวิตช์ ดังนั้นวงจรสวิตช์เมทริกซ์ทำงานได้ จึงสามารถนำไปเป็นอินพุตแก่วงจรควบคุมสวิตช์เมทริกซ์

4.4 การทดลองการทำงานของวงจรควบคุมการเล่นเสียง

4.4.1 การทดลอง

การทดลองวงจรควบคุมการเล่นเสียง คือ การทดสอบเสียงขณะกดสวิตช์เมทริกซ์ ซึ่งเป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรควบคุมสวิตช์เมทริกซ์กับวงจรสวิตช์เมทริกซ์



รูปที่ 4.3 วงจรควบคุมการเล่นเสียง

1) ประกอบวงจรดังรูปที่ 4.3

2) ป้อนแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ ให้ส่วนอินพุตของวงจร

3) ทดสอบเสียงขณะกดสวิตช์เมทริกซ์ บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ทดลองการทำงานของวงจรควบคุมการเล่นเสียง

การทดลอง	เสียงทางเอาต์พุต
สวิตช์ที่ 1	A
สวิตช์ที่ 2	B
สวิตช์ที่ 3	C
สวิตช์ที่ 4	D
สวิตช์ที่ 5	E
สวิตช์ที่ 6	F
สวิตช์ที่ 7	G
สวิตช์ที่ 8	H
สวิตช์ที่ 9	I
สวิตช์ที่ 10	J
สวิตช์ที่ 11	K
สวิตช์ที่ 12	L
สวิตช์ที่ 13	M
สวิตช์ที่ 14	N
สวิตช์ที่ 15	O
สวิตช์ที่ 16	P
สวิตช์ที่ 17	Q
สวิตช์ที่ 18	R
สวิตช์ที่ 19	S
สวิตช์ที่ 20	T
สวิตช์ที่ 21	U
สวิตช์ที่ 22	V
สวิตช์ที่ 23	W
สวิตช์ที่ 24	X
สวิตช์ที่ 25	Y
สวิตช์ที่ 26	Z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) ทดลองการทำงานของวงจรควบคุมการเล่นเสียง

การทดลอง	เสียงทางเอาต์พุต
สวิตซ์ที่ 27	0 (Zero)
สวิตซ์ที่ 28	1 (One)
สวิตซ์ที่ 29	2 (Two)
สวิตซ์ที่ 30	3 (Three)
สวิตซ์ที่ 31	4 (Four)
สวิตซ์ที่ 32	5 (Five)
สวิตซ์ที่ 33	6 (Six)
สวิตซ์ที่ 34	7 (Seven)
สวิตซ์ที่ 35	8 (Eight)
สวิตซ์ที่ 36	9 (Nine)

4.4.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองวงจรควบคุมการเล่นเสียง จะเห็นว่าสามารถทำหน้าที่เป็นเอาต์พุตให้กับวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์กับวงจรสวิตซ์เมทริกซ์ โดยรับสัญญาณมาจากวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์ คือ เมื่อวงจรควบคุมการเล่นเสียงรับสัญญาณมาจากวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์กับวงจรสวิตซ์เมทริกซ์ จะเป็นผลให้ขณะกดสวิตซ์ที่ 1 เสียง A ออกเอาต์พุตของวงจรควบคุมการเล่นเสียงตามลำดับจนถึงสวิตซ์ที่ 36 เสียง 9 ดังนั้น วงจรควบคุมการเล่นเสียงทำงานได้ จึงสามารถนำไปเป็นส่วนเอาต์พุตของวงจรได้ โดยรับสัญญาณอินพุตมาจากวงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์และวงจรสวิตซ์เมทริกซ์

4.5 การทดลองการทำงานของวงจรการบวกและลบเลข

4.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1) บอร์ดวงจร บวกและลบเลข

2) แบบฝึกหัดการบวกเลข และการลบเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ลำดับขั้นการทดลอง

1) เปิดสวิตซ์วงจรบวกและลบเลข

2) ทำแบบฝึกหัดบวกเลข จดบันทึกค่า แรงดัน และการติดของหลอดไฟผลลัพธ์

3) ทำแบบฝึกหัดลบเลข จดบันทึกค่า แรงดัน และการติดของหลอดไฟผลลัพธ์

4) ทำตามขั้นตอน 1-3 จนครบทุกแบบฝึกหัด

4.5.3 ผลการทดลอง

ก่อนการกดสวิตซ์บวกและลบเลขแต่ละตัวค่าแรงดันตกคร่อมที่ได้จากหลอดไฟในวงจรทั้งหมดวัดแรงดันได้เท่ากับ 5 โวลต์ แล้วกดสวิตซ์แต่ละตัวจะทำให้หลอดไฟติดสว่าง มีค่าแรงดันคร่อมเท่ากับ 2.2 โวลต์

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการบวกเลข

โจทย์	ตัวตั้งที่ 1	เครื่องหมาย	ตัวตั้งที่ 2	ผลลัพธ์	แรงดัน
1+1	1	+	1	2	2.2
1+2	1	+	2	3	2.2
1+3	1	+	3	4	2.2
3+5	3	+	5	8	2.2
6+6	6	+	6	12	2.2
7+3	7	+	3	10	2.2
8+9	8	+	9	17	2.2
9+9	9	+	9	18	2.2
5+4	5	+	4	9	2.2
3+6	3	+	6	9	2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการลบเลข

โจทย์	ตัวตั้งที่ 1	เครื่องหมาย	ตัวตั้งที่ 2	ผลลัพธ์	แรงดัน
1-1	1	-	1	0	2.2
2-1	2	-	1	1	2.2
3-5	3	-	5	-	2.2
7-3	7	-	3	4	2.2
9-8	9	-	8	1	2.2
8-4	8	-	4	2	2.2
6-7	6	-	7	-	2.2
8-2	8	-	2	6	2.2
6-5	6	-	5	1	2.2
4-4	3	-	4	0	2.2

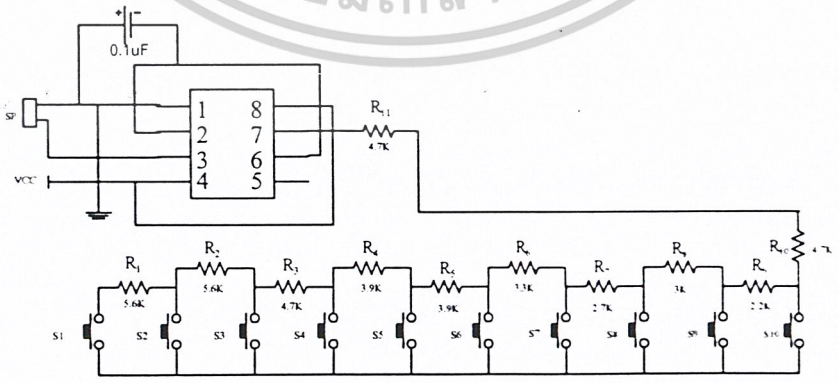
4.6 การทดลองการทำงานของวงจรเสียงดนตรี

4.6.1 การทดลอง

1) ประกอบวงจร ดังรูปที่ 4.4

2) ป้อนแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ ให้ส่วนอินพุตของวงจร

3) วัดแรงดันที่ได้ขณะที่ไม่ได้กดสวิตซ์ที่ 1 ถึงสวิตซ์ที่ 10 และขณะที่กดสวิตซ์ที่ 1 ถึงสวิตซ์ที่ 10 บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.7



รูปที่ 4.4 วงจรเสียงดนตรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองการทำงานของวงจรเสียงดนตรี

การทดลอง	แรงดัน	
	ขณะที่ไม่ได้กดสวิตซ์	ขณะที่กดสวิตซ์
สวิตซ์ที่ 1	0 โวลต์	4.8 โวลต์
สวิตซ์ที่ 2	0 โวลต์	4.8 โวลต์
สวิตซ์ที่ 3	0 โวลต์	4.8 โวลต์
สวิตซ์ที่ 4	0 โวลต์	4.7 โวลต์
สวิตซ์ที่ 5	0 โวลต์	4.7 โวลต์
สวิตซ์ที่ 6	0 โวลต์	4.6 โวลต์
สวิตซ์ที่ 7	0 โวลต์	4.6 โวลต์
สวิตซ์ที่ 8	0 โวลต์	4.5 โวลต์
สวิตซ์ที่ 9	0 โวลต์	4.5 โวลต์
สวิตซ์ที่ 10	0 โวลต์	4.5 โวลต์

4.6.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองเมื่อมีการกดสวิตซ์จะมีการจ่ายแรงดันไฟตรง 5 โวลต์ให้กับขา 8 ของไอซี NE 555 วัดค่าแรงดันขณะกดสวิตซ์ที่ 1 มีค่าเท่ากับ 4.8 โวลต์ และวัดแรงดันสวิตซ์จนครบทุกตัว จะมีแรงดันที่ลดลงตามค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไป ซึ่งสามารถกำเนิดเสียงได้ตามที่ออกแบบไว้ซึ่งเกิดจากค่าความต้านที่เปลี่ยนไปทำให้ได้เสียงที่แตกต่างกันไปเป็นระดับของเสียงโน้ตดนตรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา เป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการฝึกทักษะการอ่าน การเขียน การฟัง การบวกและลบเลข และเสียงโน้ตดนตรีต่างๆ การควบคุมการทำงานการเล่นเสียงและการบวกลบเลขโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ และวงจรเสียงดนตรีจะใช้ไอซีกำเนิดเสียง

ของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษานี้สามารถแสดงตัวอักษรพร้อมสียงออกเป็น A-Z และ 0-9 การบวกและลบเลขแบบง่าย รวมทั้งเสียงโน้ตดนตรีแบบต่างๆ สามารถสร้างความสนุกสนานเพลิดเพลิน เหมาะแก่การเรียนรู้สำหรับเด็กวัยอยากรู้อยากเห็น มีทั้งคู่มือแบบฝึกหัดที่ใช้ในการฝึกทักษะทางด้านต่างๆ ข้อดีของเล่นอิเล็กทรอนิกส์นี้คือ สามารถใช้เป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์สำหรับเด็ก มีคู่มือการใช้งานสามารถใช้งานได้ง่าย สะดวก และเป็นประโยชน์ในการเรียนรู้ด้วยตนเองสำหรับเด็กวัยเรียนรู้ด้วย

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงงานพบว่า มีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา วงจรแสดงผลแอลอีดีต้องการกระแสไฟฟ้าสูง ทำให้กระแสไฟในวงจรไม่เพียงพอ

แนวทางการแก้ไข เปลี่ยนหม้อแปลงที่มีขนาดกระแสสูงกว่าเดิม ทำให้วงจรสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์

2. ปัญหา วงจรประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์ มีการใช้งานที่มีความถี่สูง ทำให้เกิดการรบกวนของสัญญาณสูง

แนวทางการแก้ไข ต่อคาปาซิสเตอร์ค่า 0.1 uF คร่อมไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเป็นตัวกรองสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นจากการทำงานของวงจร

3. ปัญหา วงจรสร้างสัญญาณเสียง ISD 2590 มีปัญหา เมื่อมีการบันทึกเสียงที่มีความยาวมากเกินไป ทำให้การอ้างอิงตำแหน่งเสียงอันดับที่ 10 ขึ้นไปเกิดความล่าช้า และตำแหน่งผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก้ไข หารายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์เพิ่มเติม เพื่อนำข้อมูลมาทำการอ้างตำแหน่งข้อมูลแบบแอดเดรส ซึ่งโหมดโดยการโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

4. ปัญหา การออกแบบและการสร้างกล่องของเล่นอิเล็กทรอนิกส์ โดยขึ้นรูปด้วยพลาสติก มีราคาแพง

แนวทางการแก้ไข ใช้แผ่นอะคริลิกตัดเป็นบล็อกและตัวอักษร แทนการขึ้นรูปด้วยพลาสติก

5. ปัญหา การออกแบบวงจรสวิตซ์เมทริกซ์ขนาด 6X6 ใช้สวิตซ์ใช้งานมากทำให้เกิดการรบกวนจากภายนอกและยากในการเขียนโปรแกรม

แนวทางการแก้ไข ออกแบบให้มีการใช้งานโดยแบ่งเป็นพอร์ตต่างๆ และเขียนโปรแกรมใช้ตรวจสอบทีละหลักและแถว

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. โครงสร้างของกล่องสามารถออกแบบให้มีความสวยงามและน้ำหนักเบาได้ โดยใช้การขึ้นรูปด้วยพลาสติก

2. สามรถปรับเปลี่ยนใช้สวิตซิ่งเพาเวอร์ซัพพลายได้

3. สามารถเพิ่มการบวกและลบเลขได้ถึงหลักร้อย และแสดงผลเป็นตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ชัยวัฒน์ ประกอบผล. **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.** กรุงเทพมหานคร : บริษัท แซทโฟร์ พริ้นติ้ง. 2541

ประดิษฐ์ สักการะ. “วิทยานิพนธ์เรื่องของเล่นเสริมสร้างความรู้เรื่องสัตววิทยาสำหรับสวนสัตว์เด็กภายในสวนสัตว์เปิดเขาเขียวจังหวัดชลบุรี.” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2543

ศรีเรือน แก้วกังวาล. **จิตวิทยาพัฒนาการชีวิตทุกช่วงวัย**. กรุงเทพมหานคร: 2540

สุชา จันทน์เอม. **จิตวิทยาพัฒนาการ.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช. 2536

สุมนา พาณิช. **การเตรียมความพร้อมเด็กเล็ก.** ราชบุรี: 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 ของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา

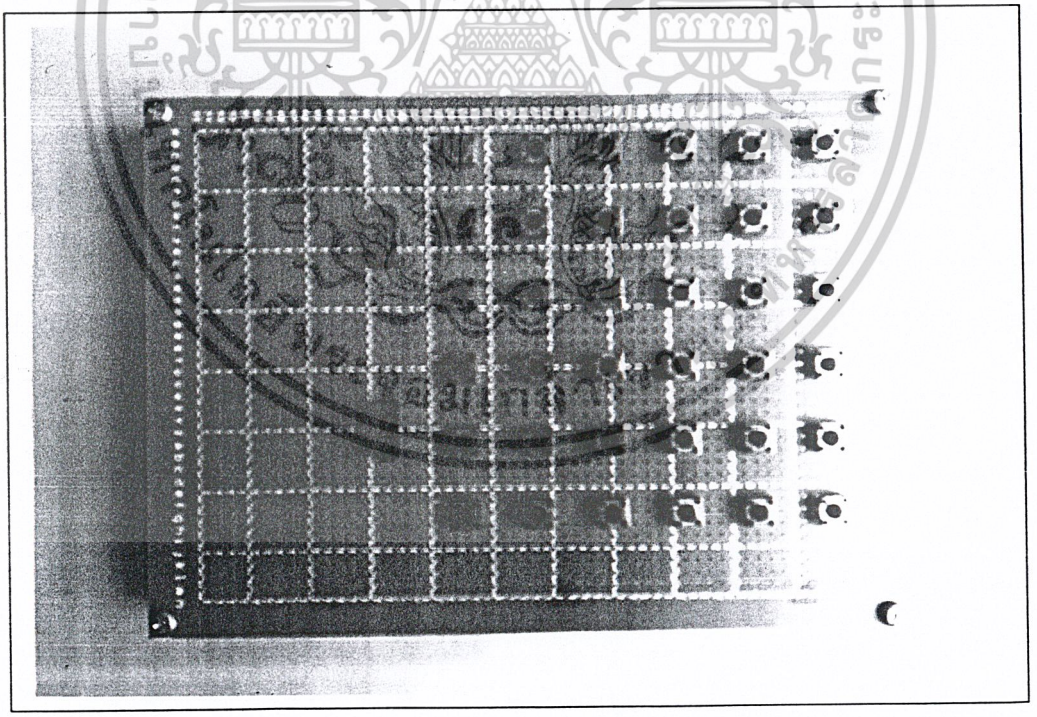


รูปที่ ก.2 ตัวอักษรและตัวเลขของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

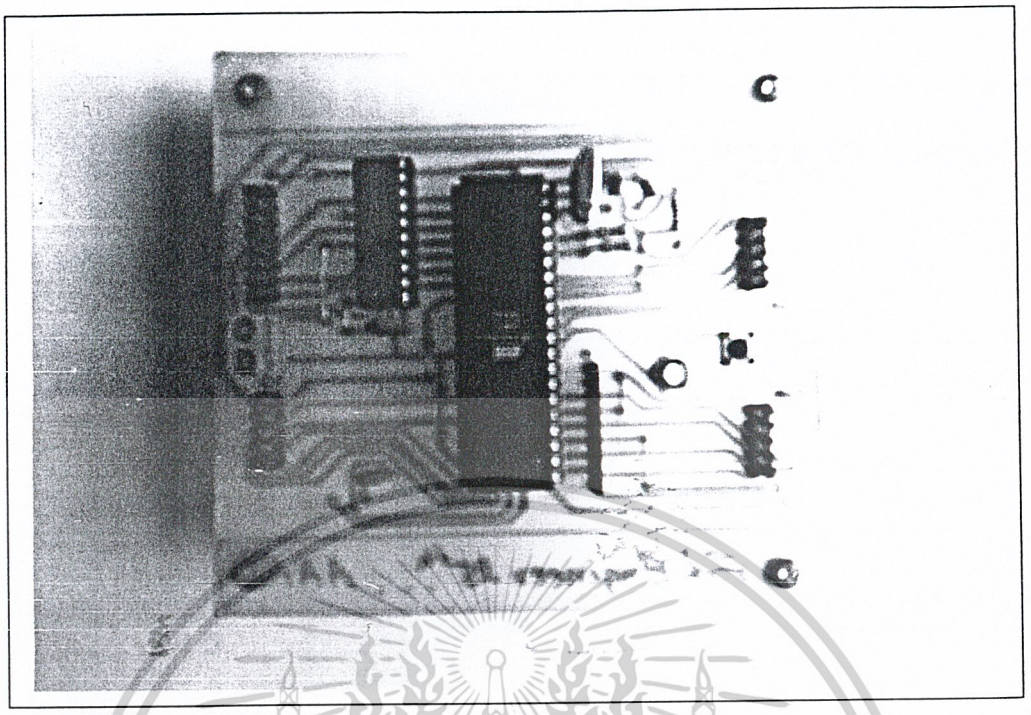


รูปที่ ก.3 การติดตั้งของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา

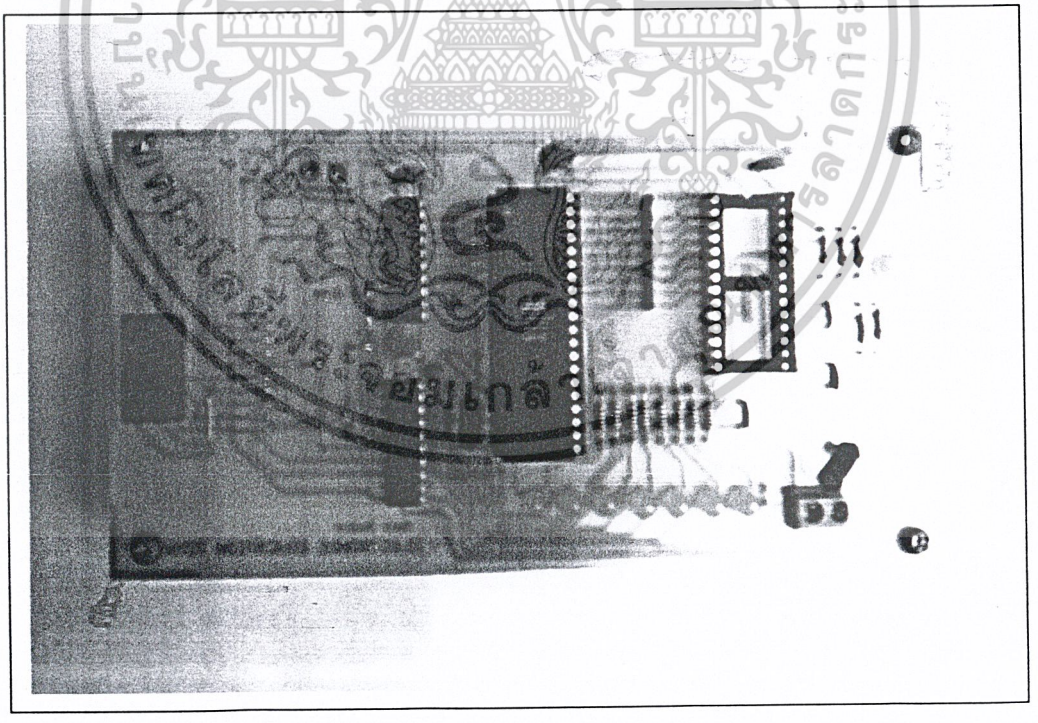


รูปที่ ก.4 วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์ขนาด 6×6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

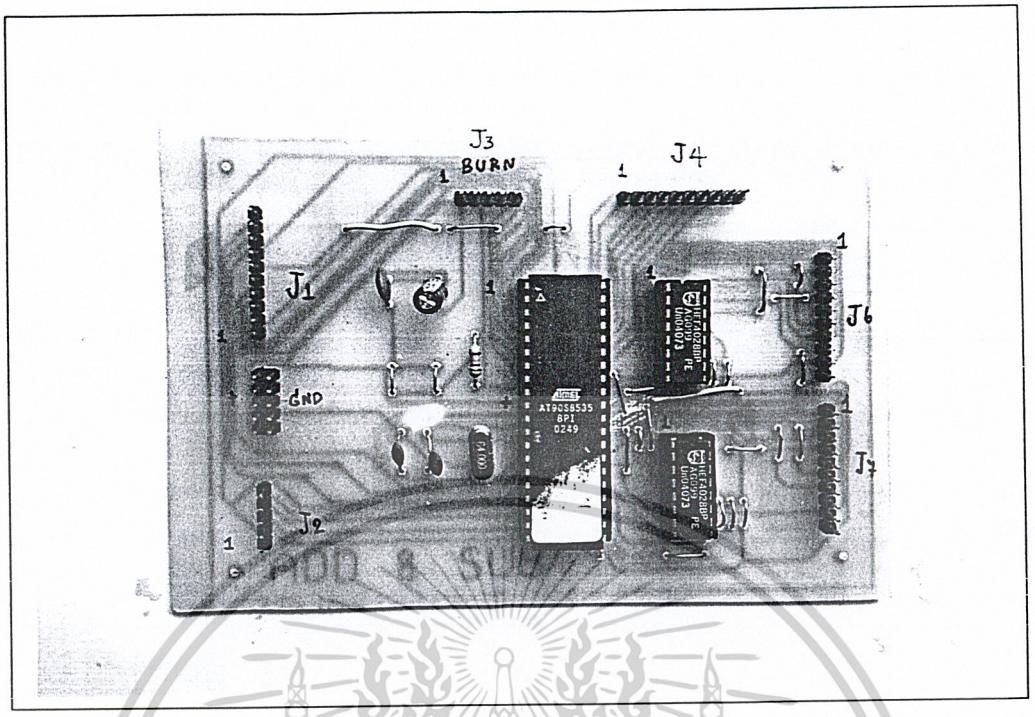


รูปที่ ก.5 วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์

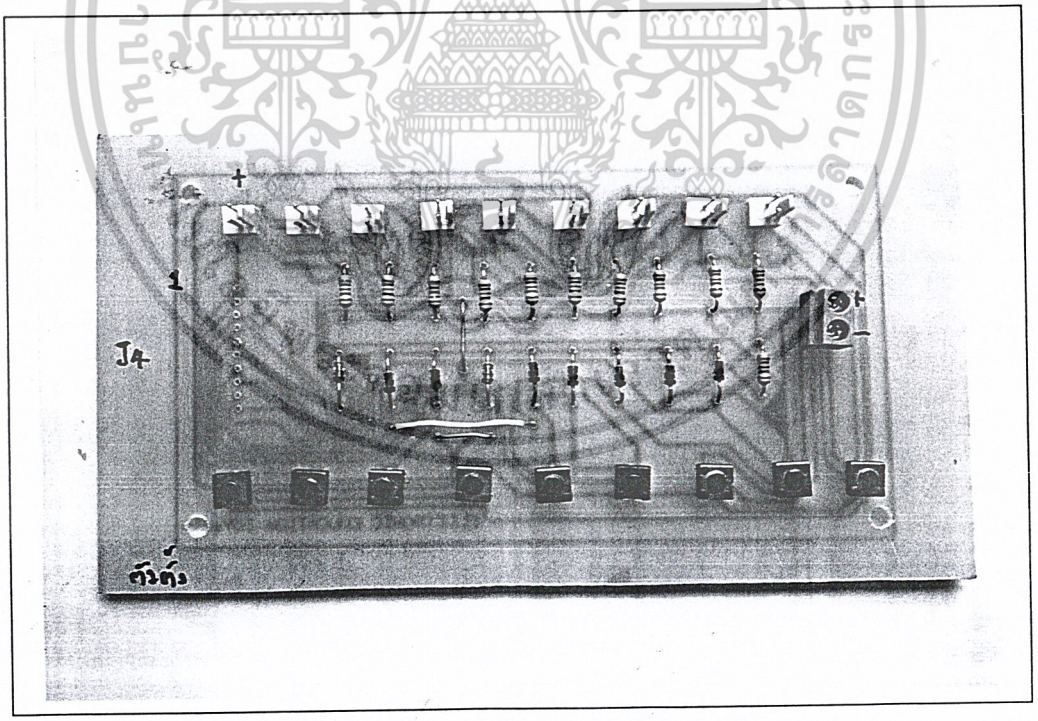


รูปที่ ก.6 วงจรเล่นเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

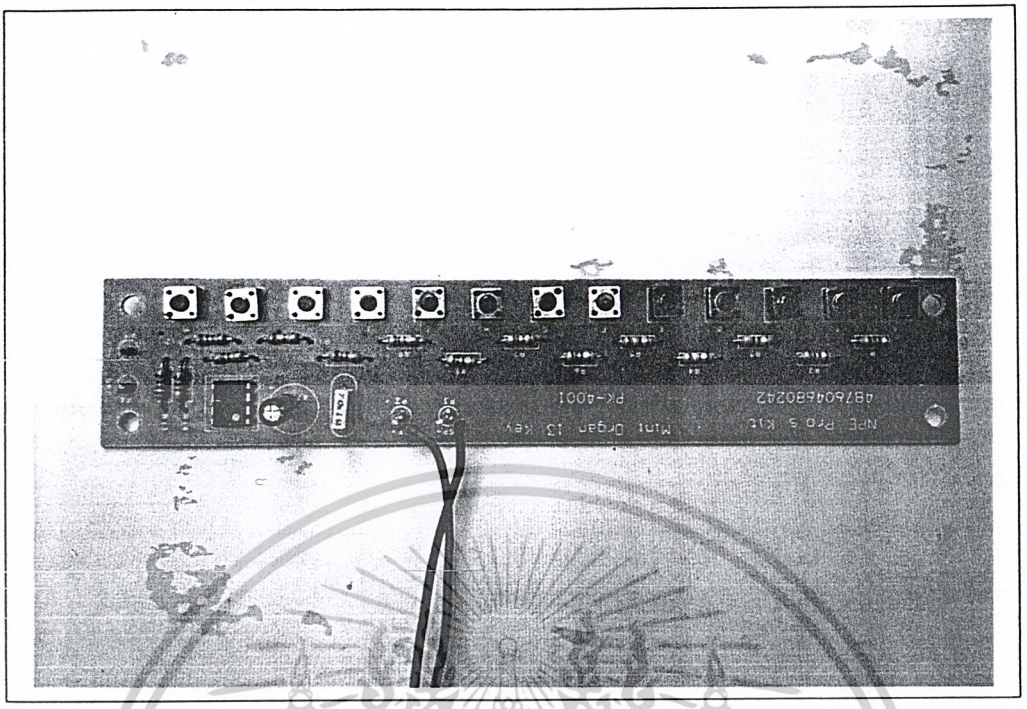


รูปที่ ก.7 วงจรประมวลผลการบวกและลบเลข

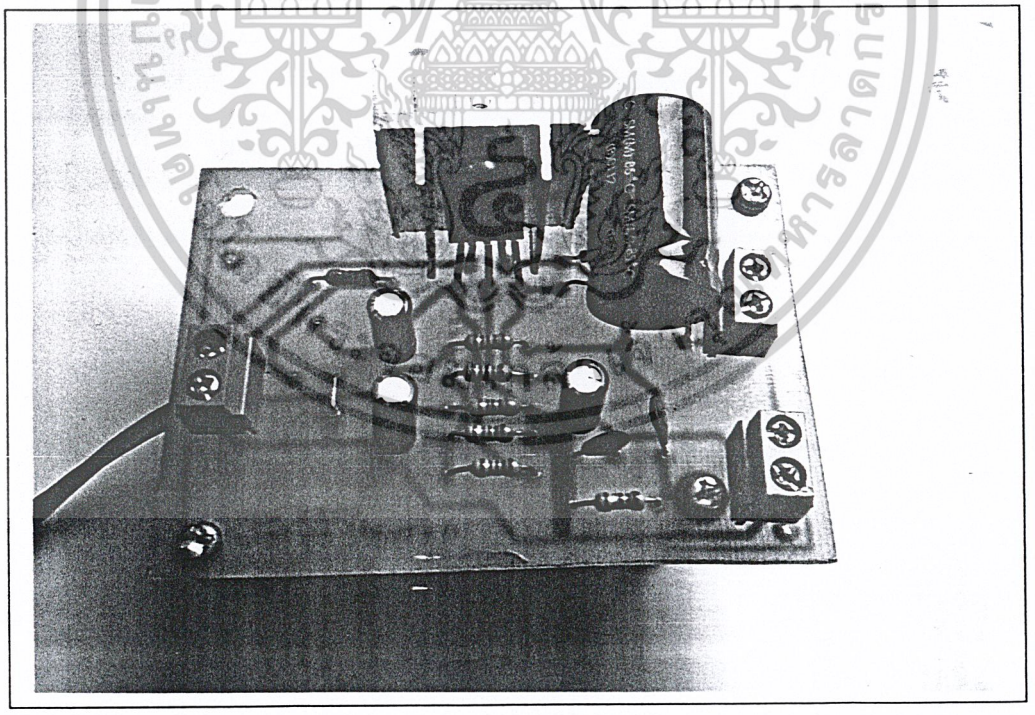


รูปที่ ก.8 วงจรสวิตช์การบวกและลบเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

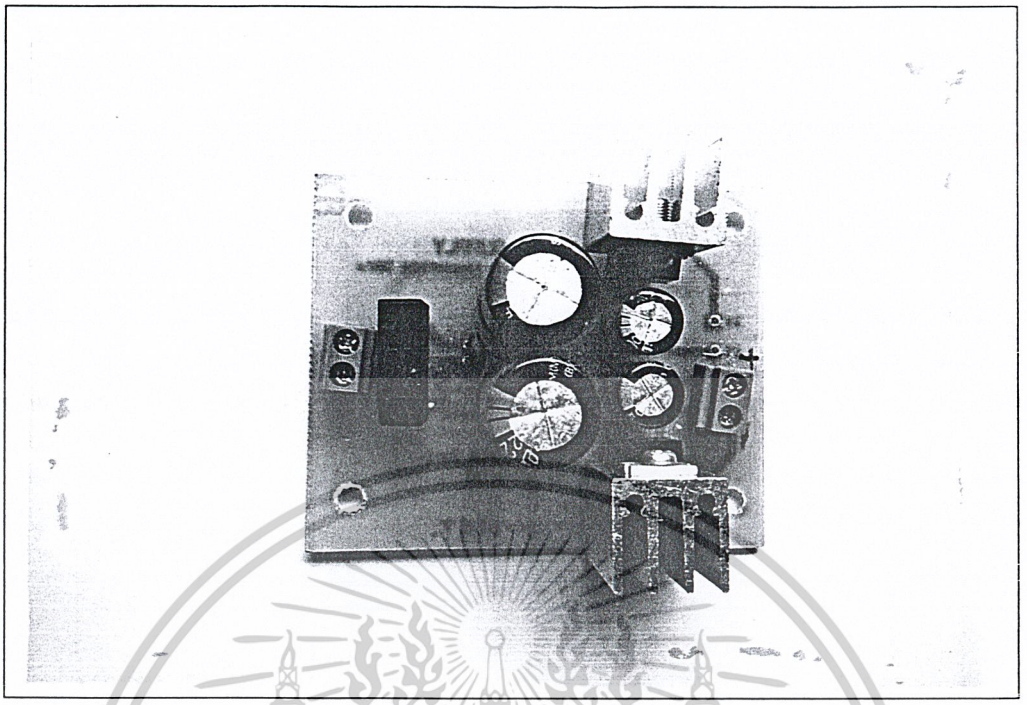


รูปที่ ก.9 วงจรกำเนิดเสียงดนตรี



รูปที่ ก.10 วงจรขยายสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



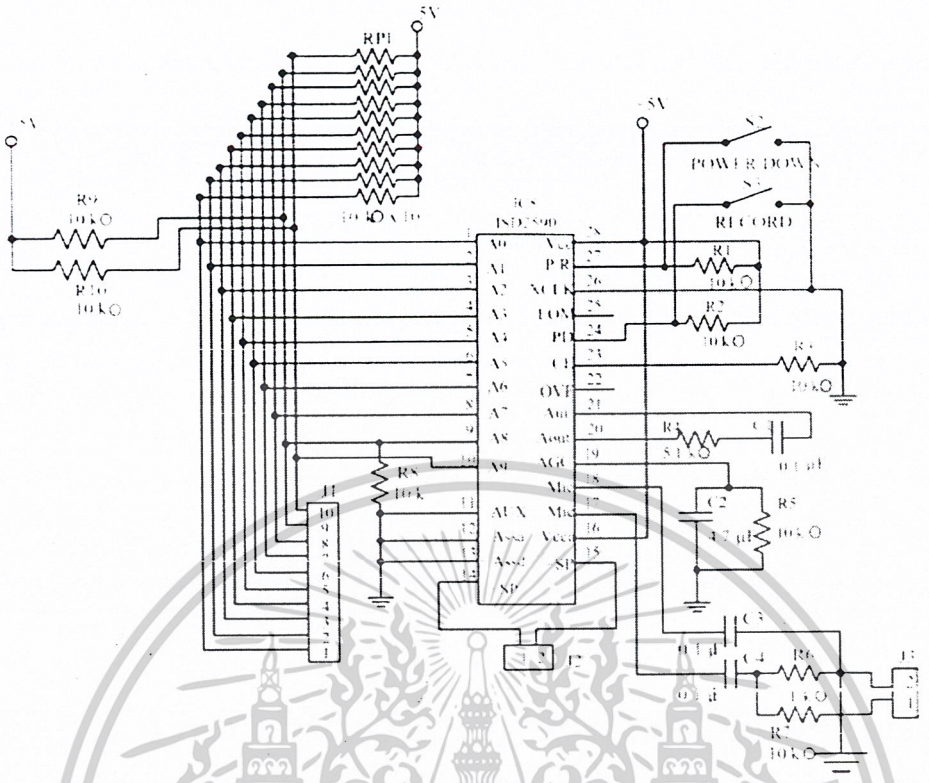
รูปที่ ก.11 วงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

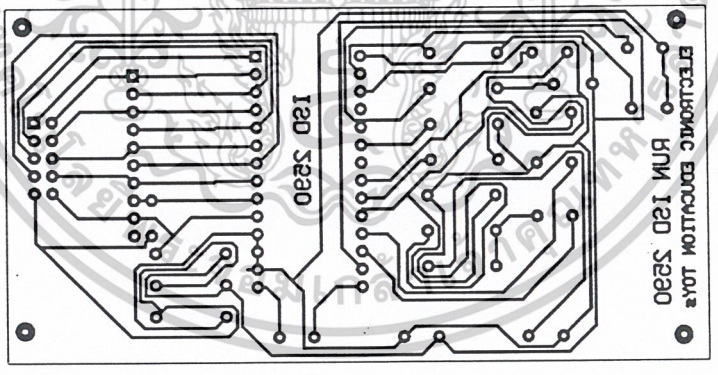
ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

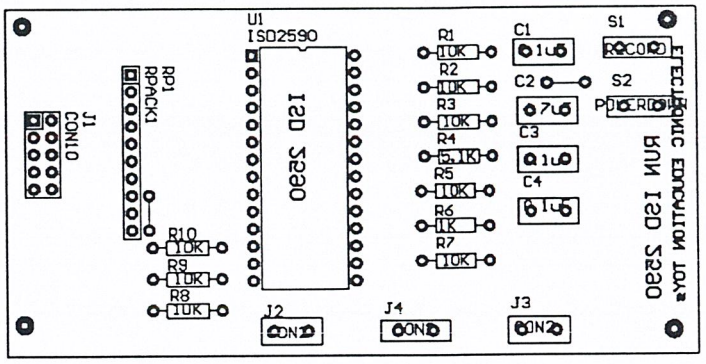


รูปที่ ข.1 วงจรบันทึกสัญญาณเสียง

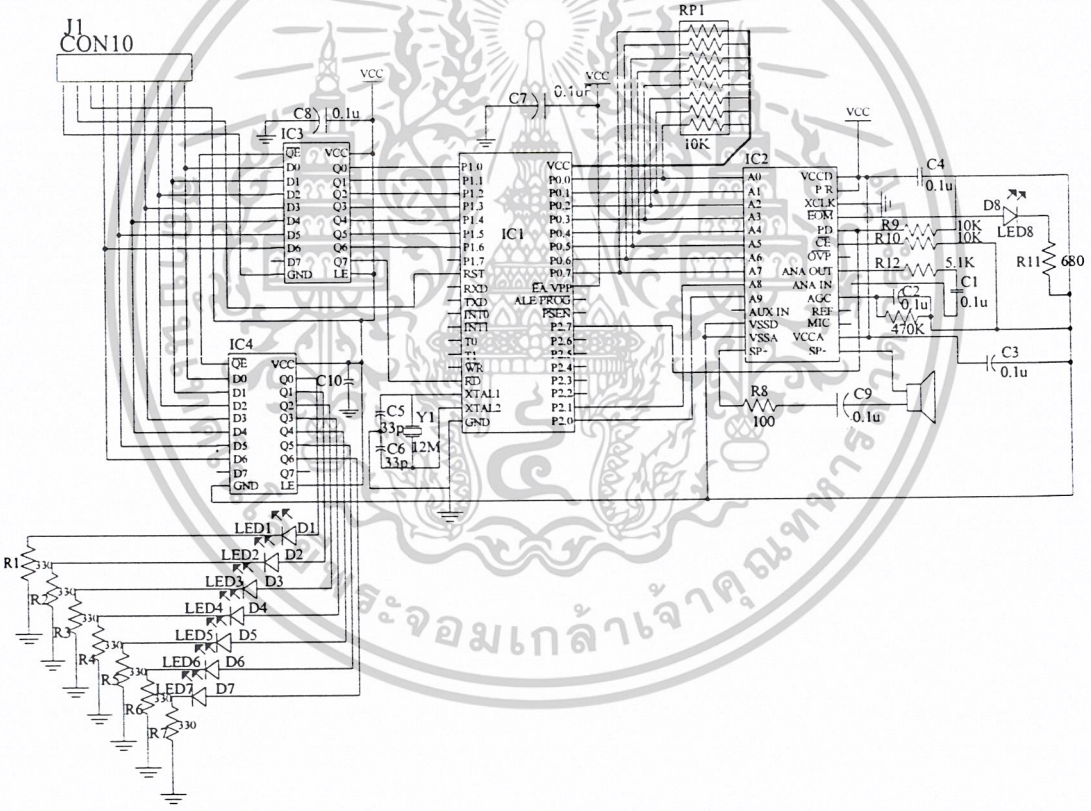


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรบันทึกสัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

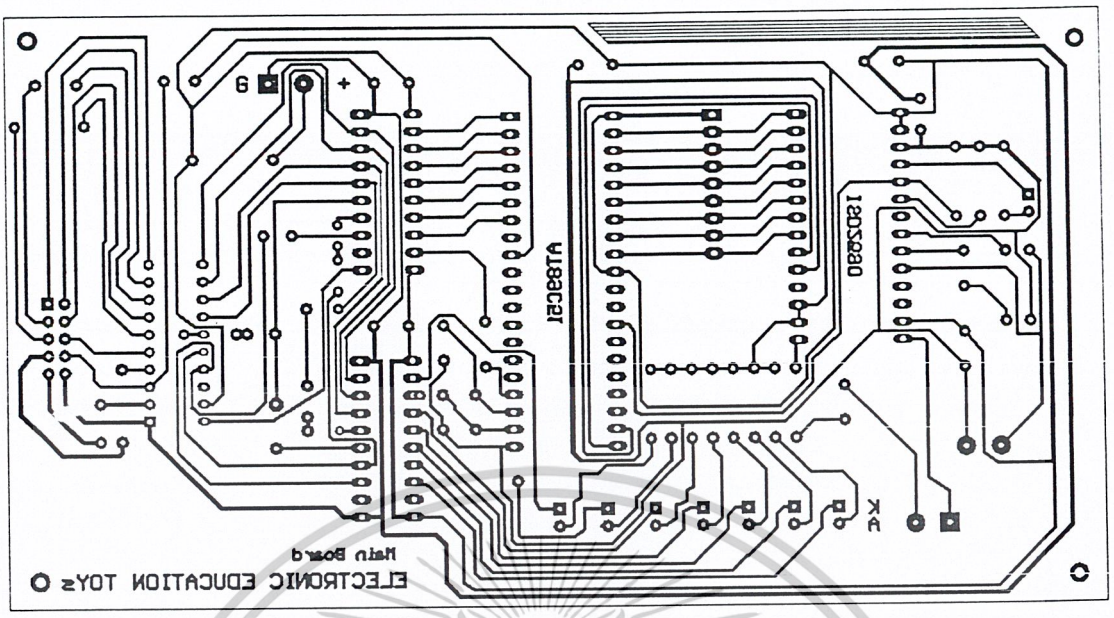


รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ แผ่นวงจรพิมพ์วงจรบันทึกสัญญาณเสียง

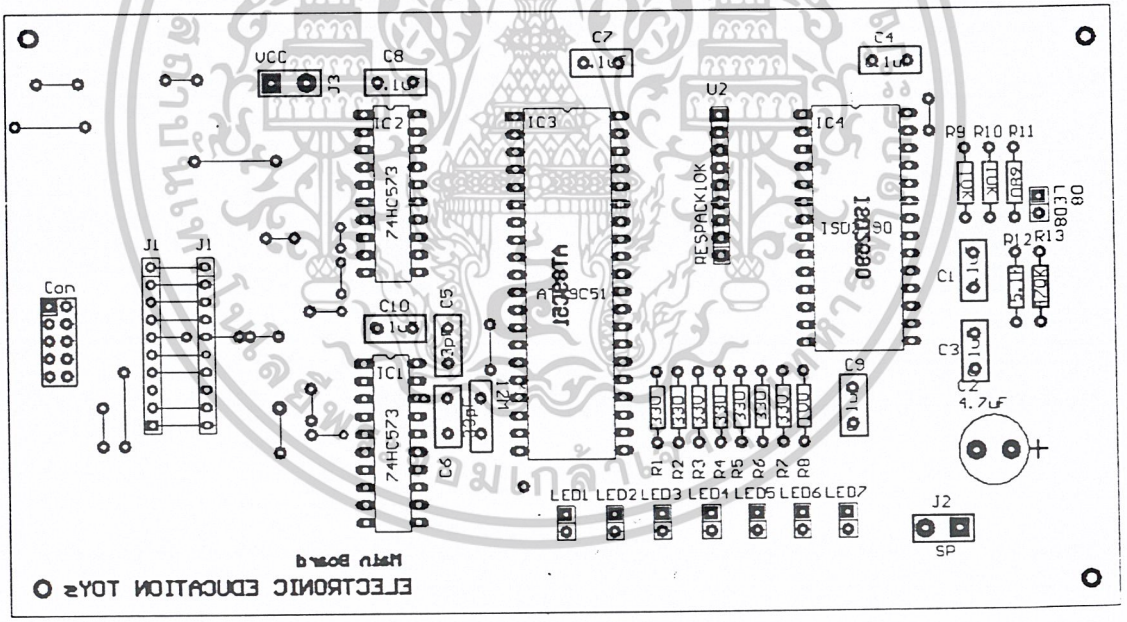


รูปที่ ข.4 วงจรควบคุมการเล่นเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

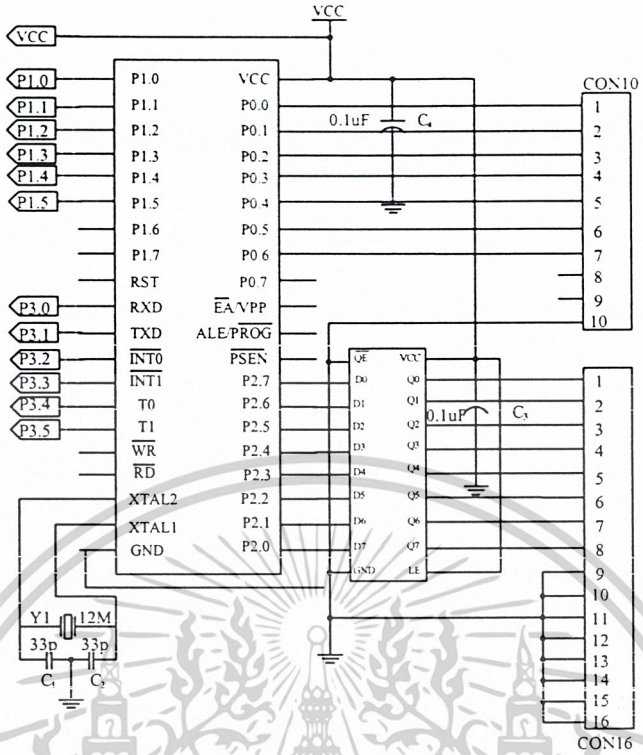


รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการเล่นเสียง

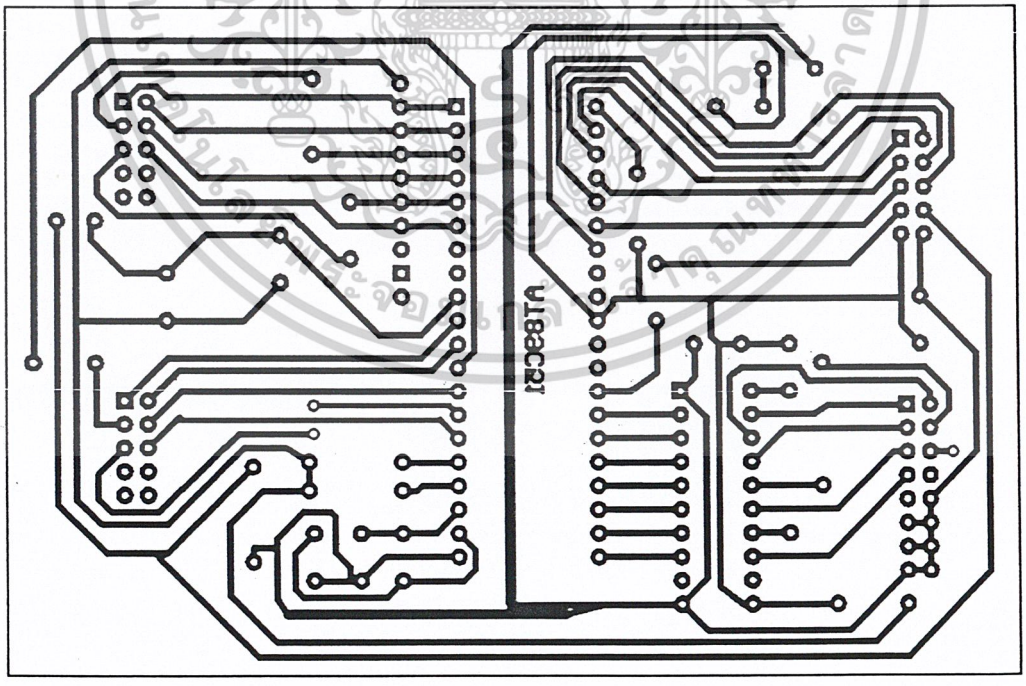


รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการเล่นเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

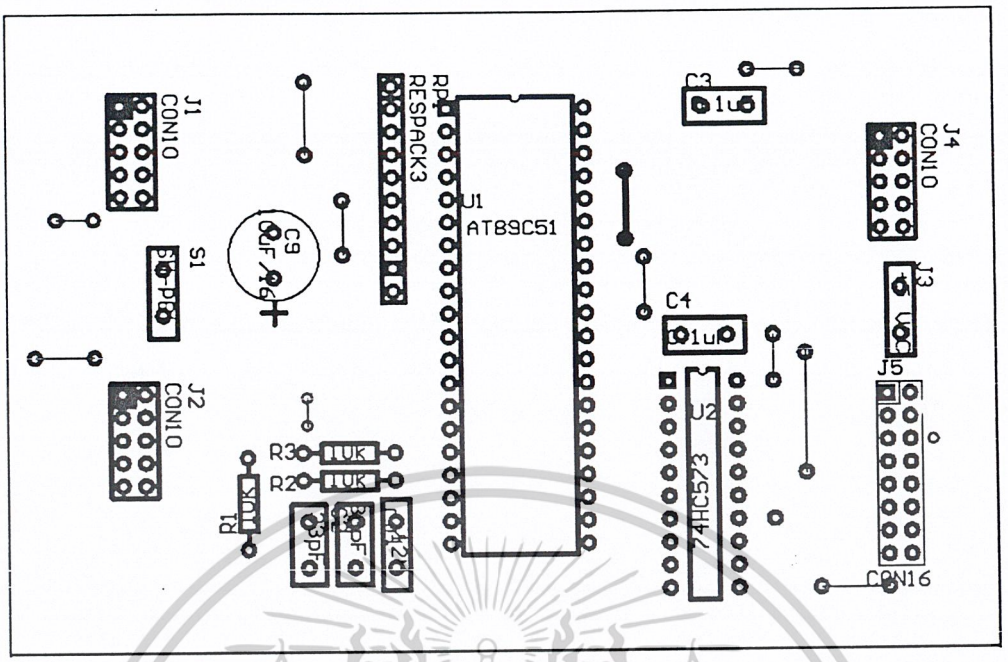


รูปที่ ข. 7 วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์

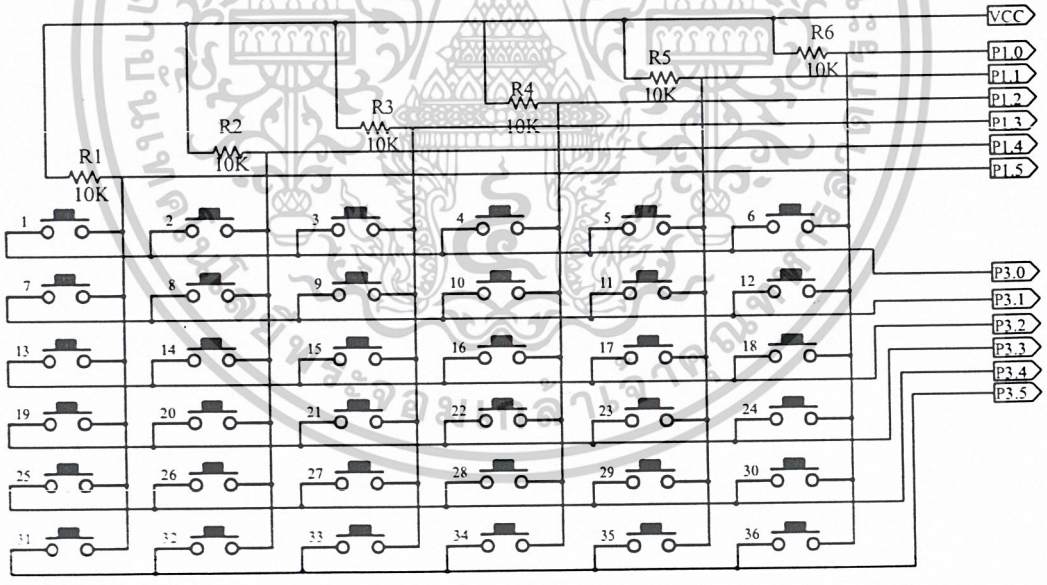


รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

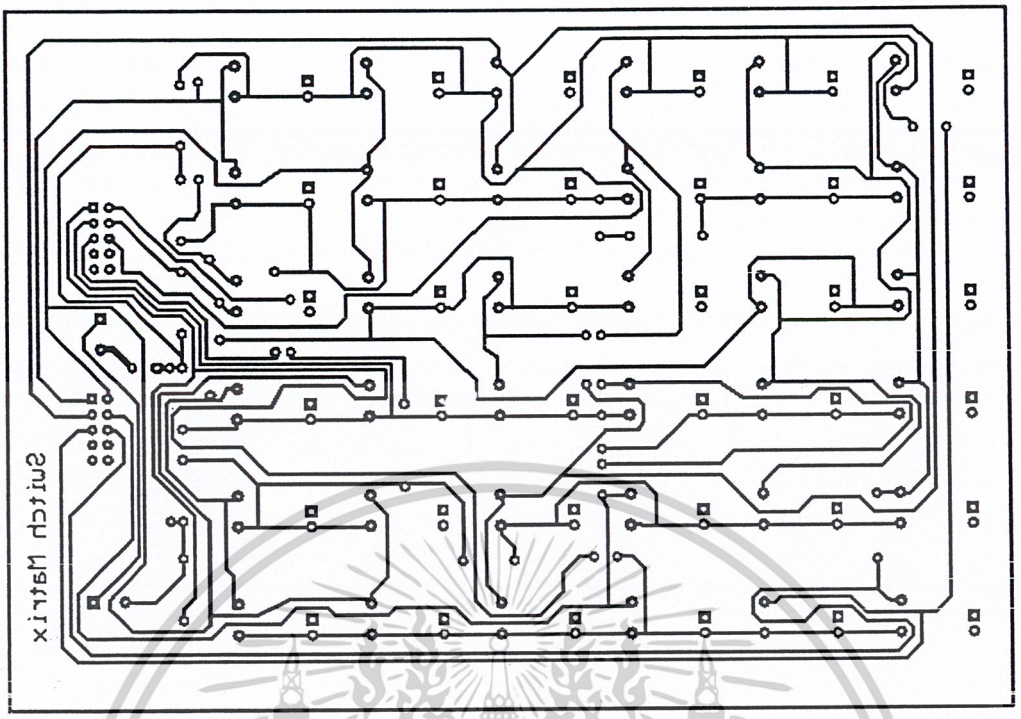


รูปที่ ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์

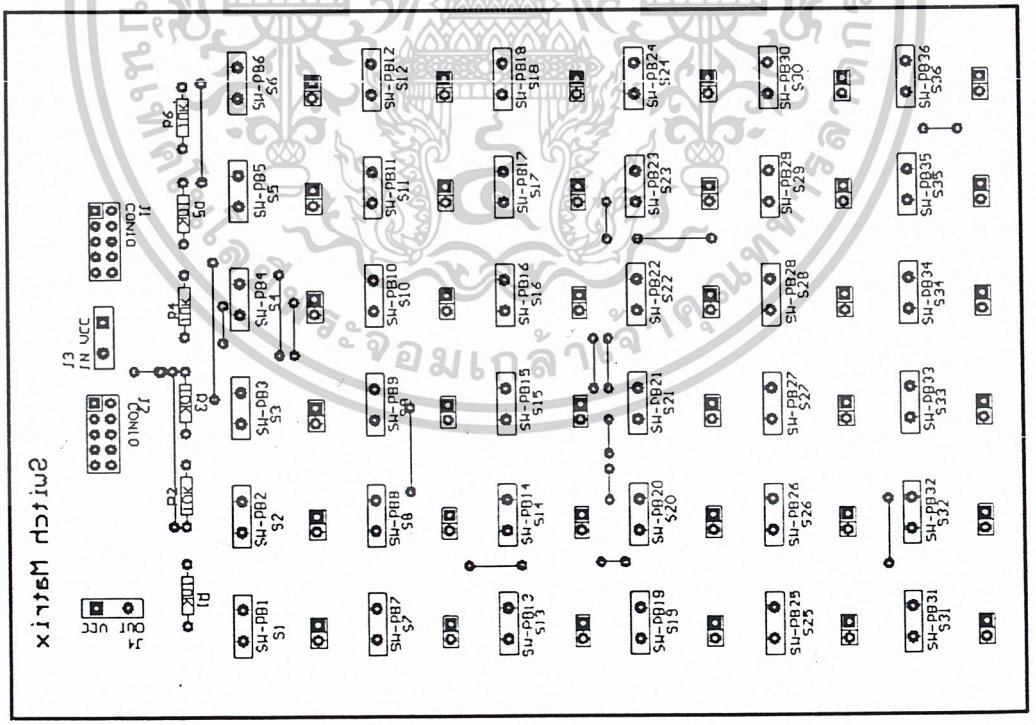


รูปที่ ข. 10 วงจรสวิตซ์เมทริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

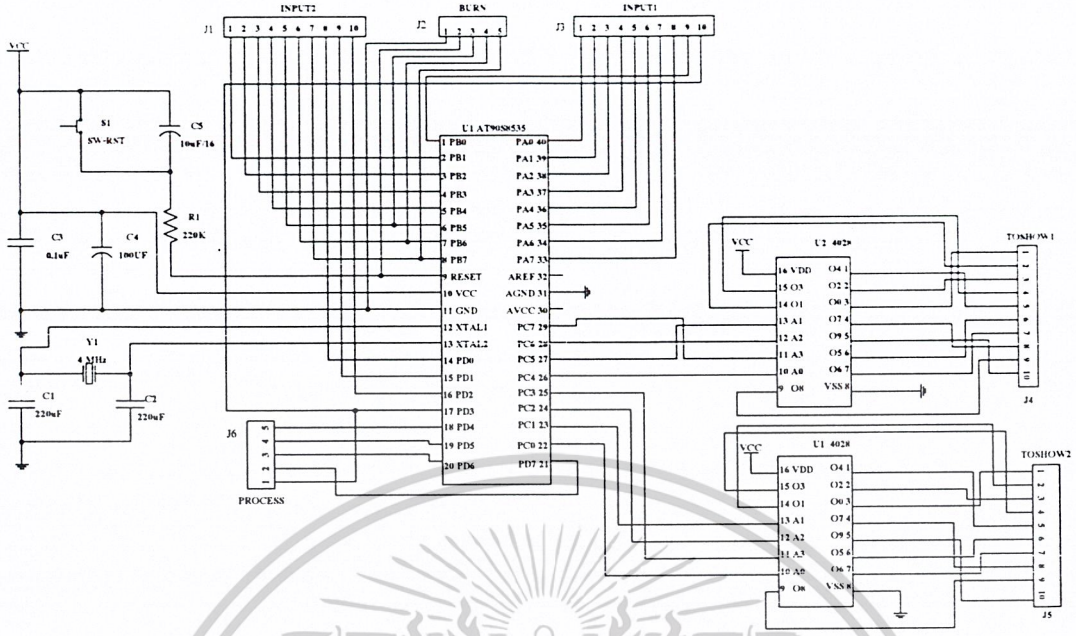


รูปที่ ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรสวิตซ์เมทริกซ์

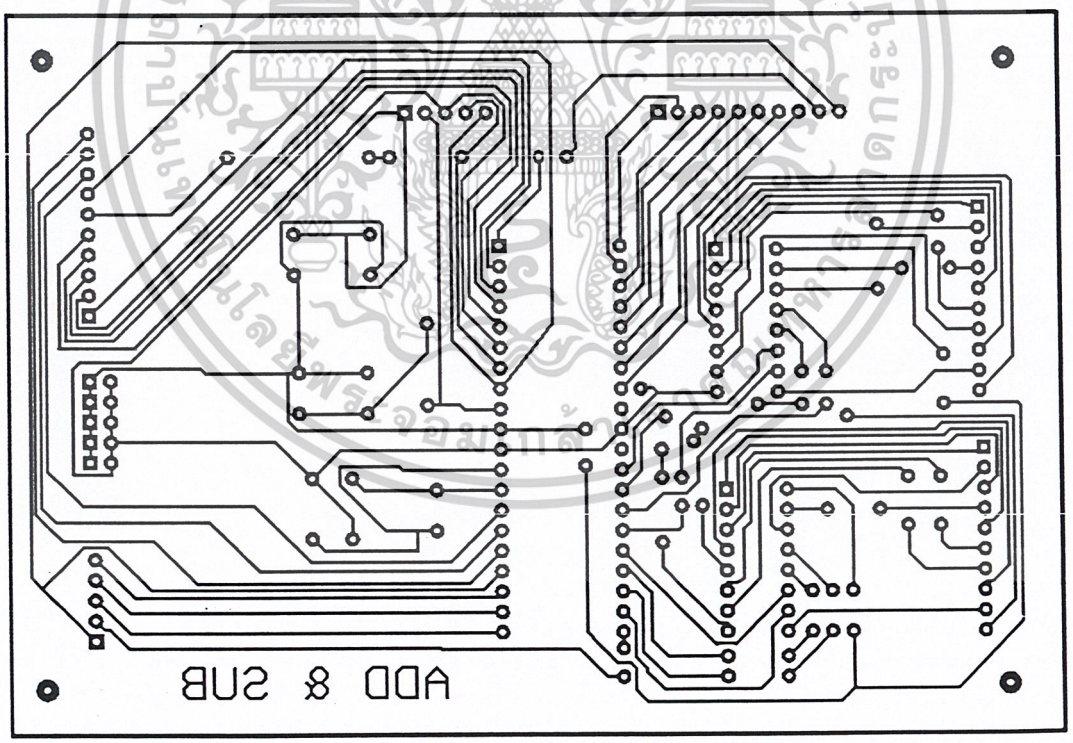


รูปที่ ข.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรสวิตซ์เมทริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

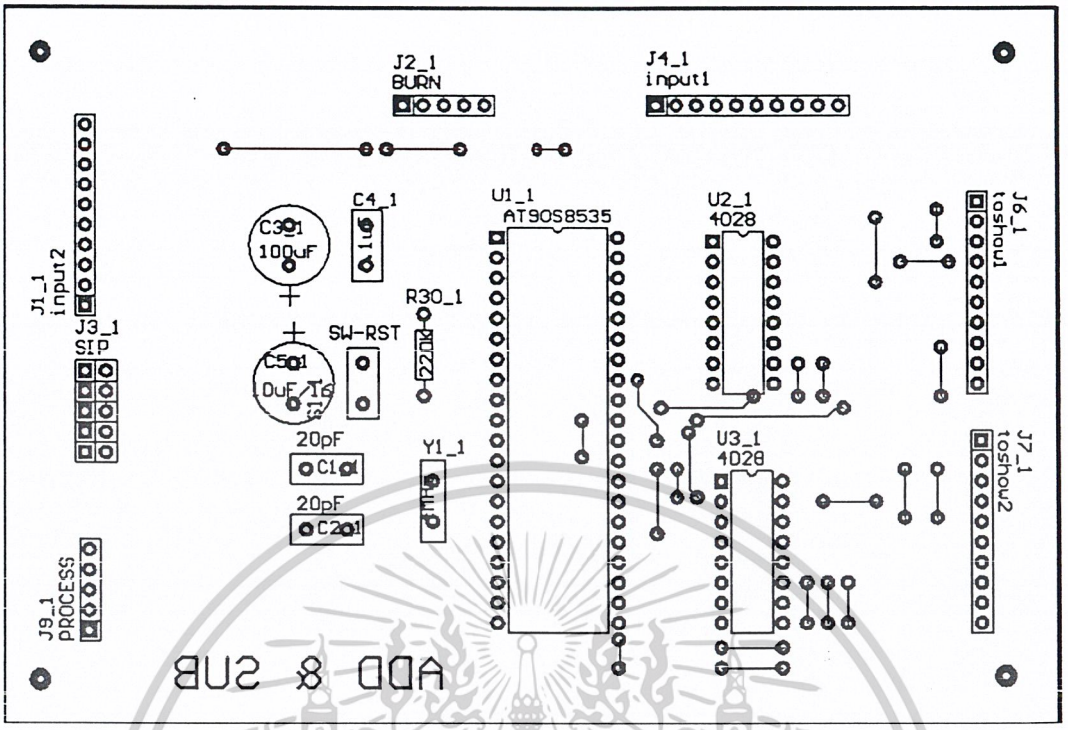


รูปที่ ข.13 วงจรควบคุมการบวกและลบเลข

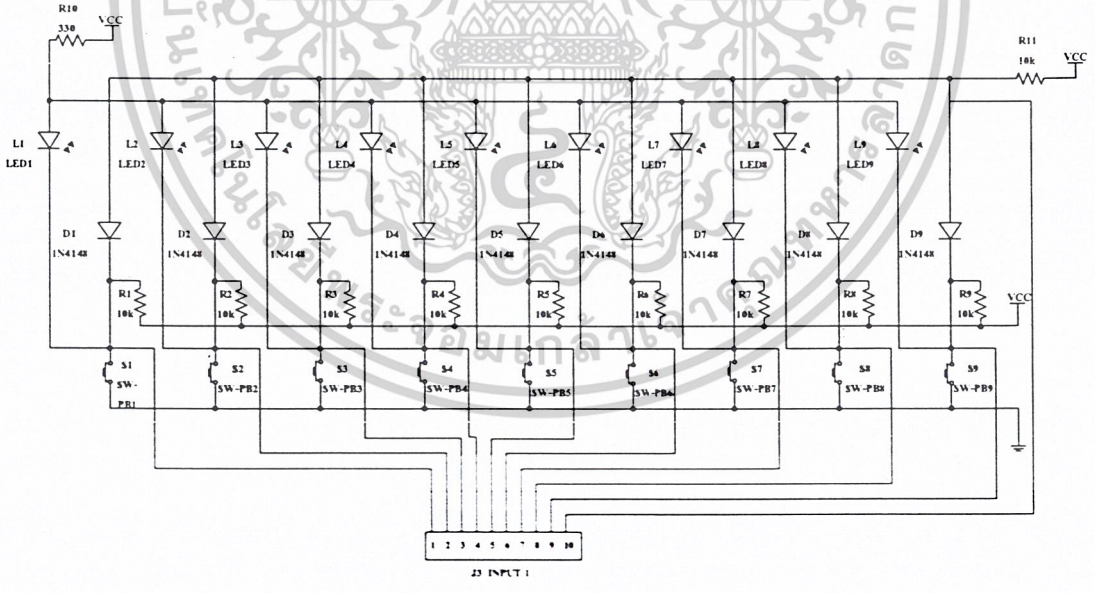


รูปที่ ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการบวกและลบเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

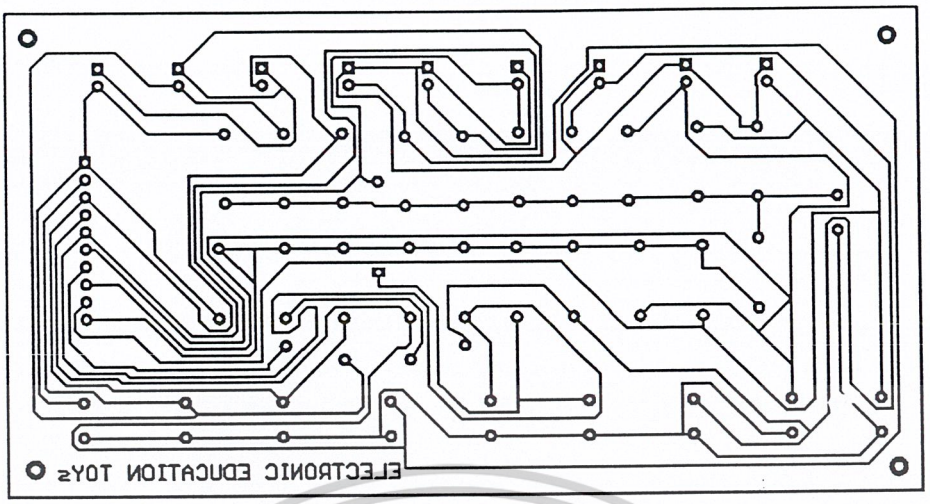


รูปที่ ข.15 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ควบคุมการบวกและลบเลข

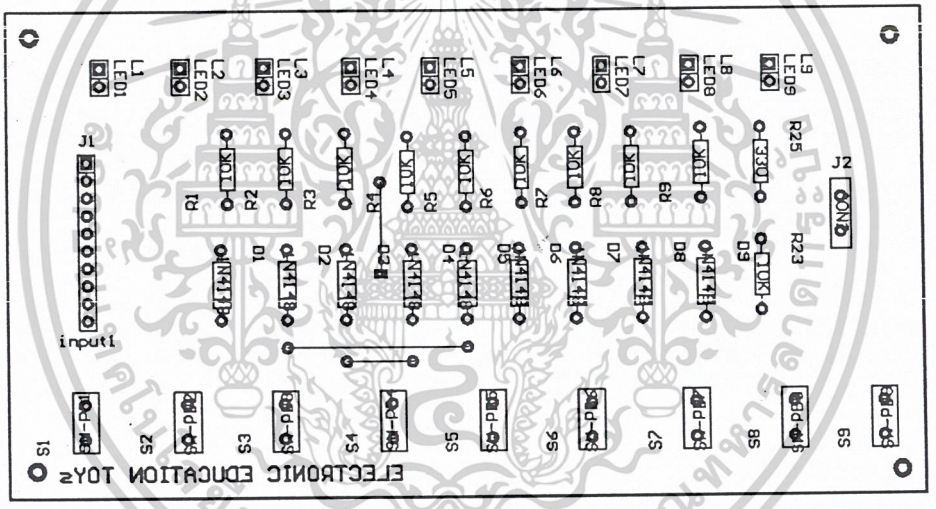


รูปที่ ข.16 วงจรสวิตช์อินพุต 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

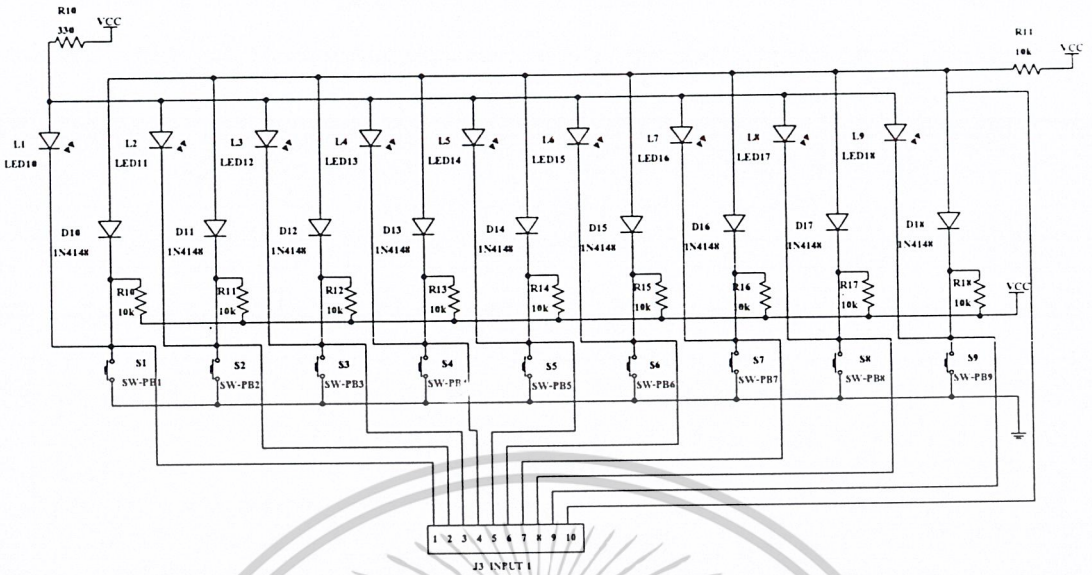


รูปที่ ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรสวิตซ์อินพุต 1

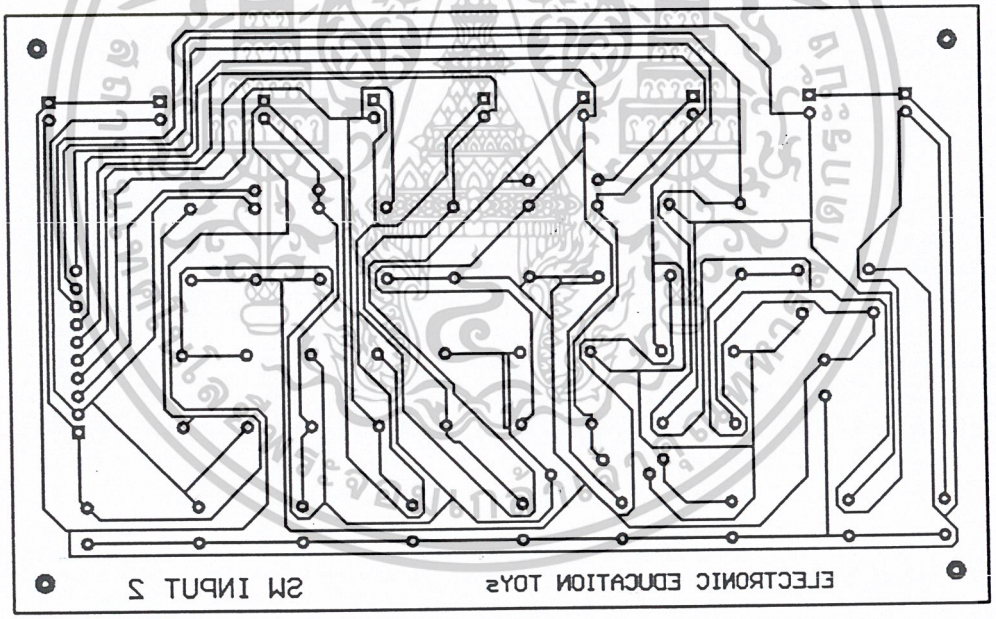


รูปที่ ข.18 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรสวิตซ์อินพุต 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

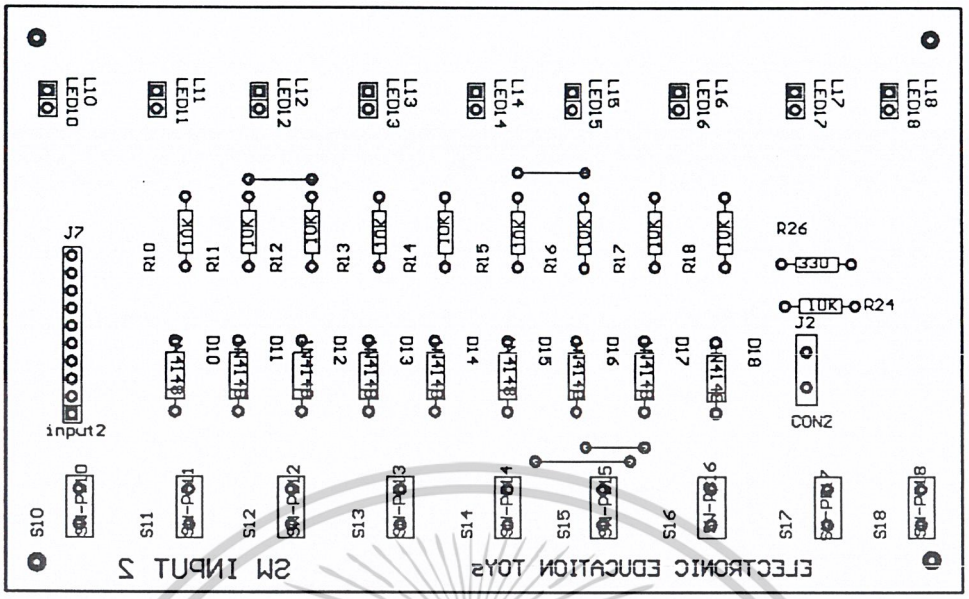


รูปที่ ข.19 วงจรสวิตซ์อินพุต 2

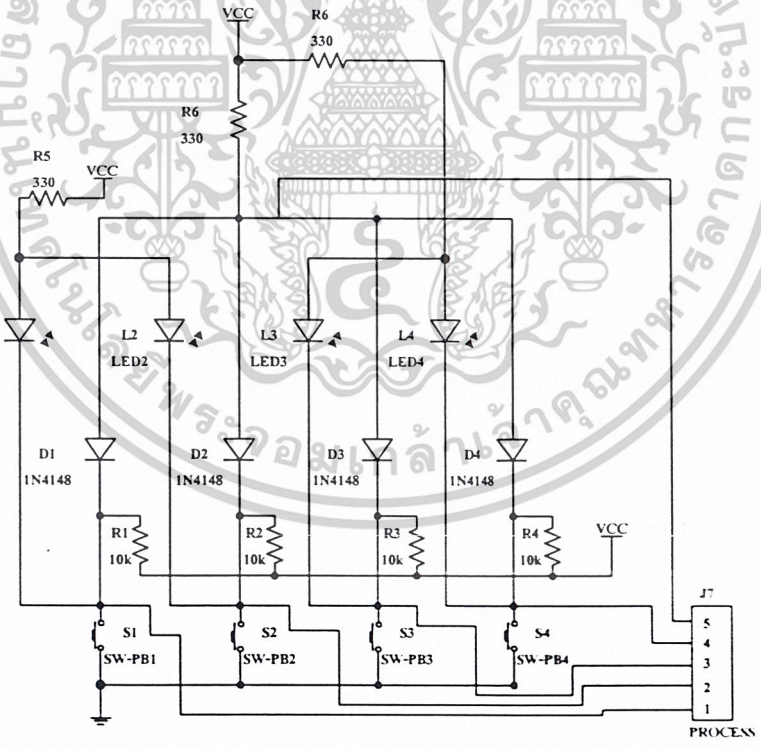


รูปที่ ข.20 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรสวิตซ์อินพุต 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

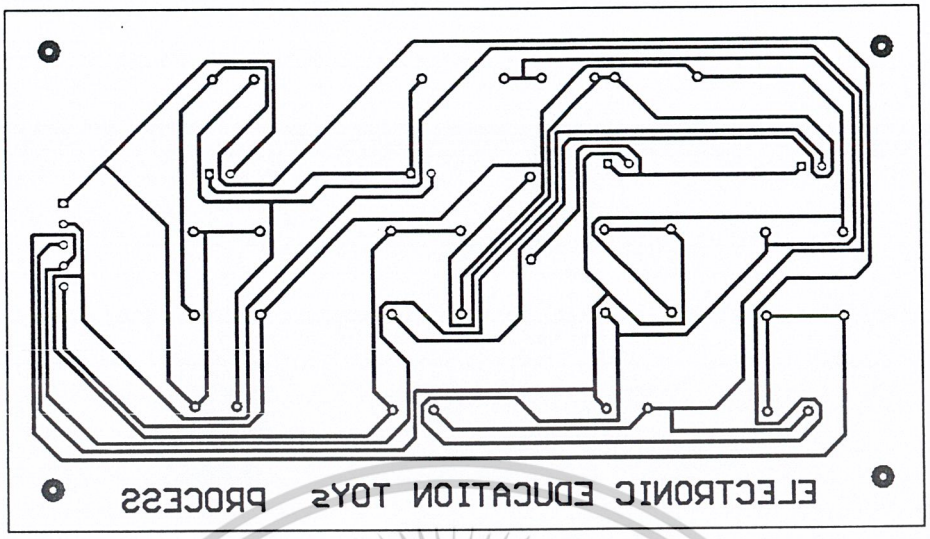


รูปที่ ข.21 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรสวิตซ์อินพุต 2

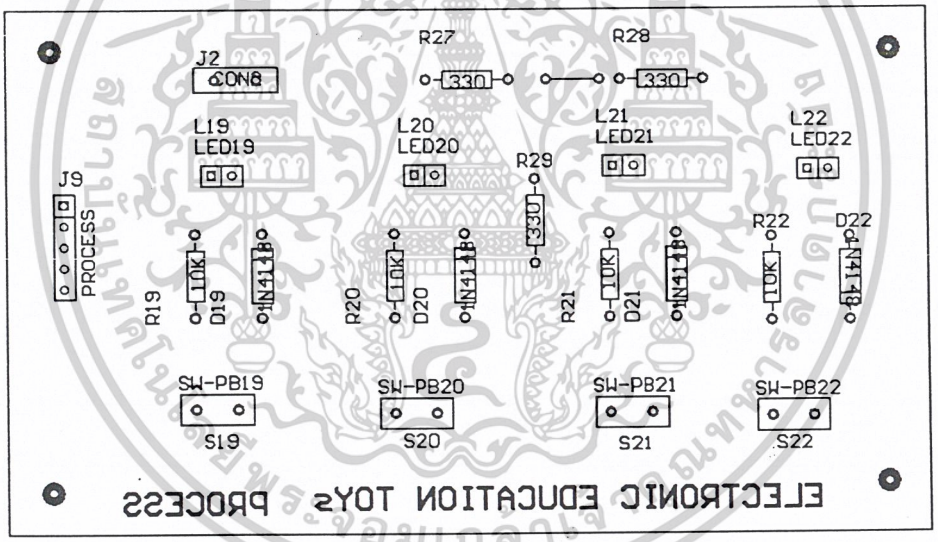


รูปที่ ข.22 วงจรการกระทำทางคณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

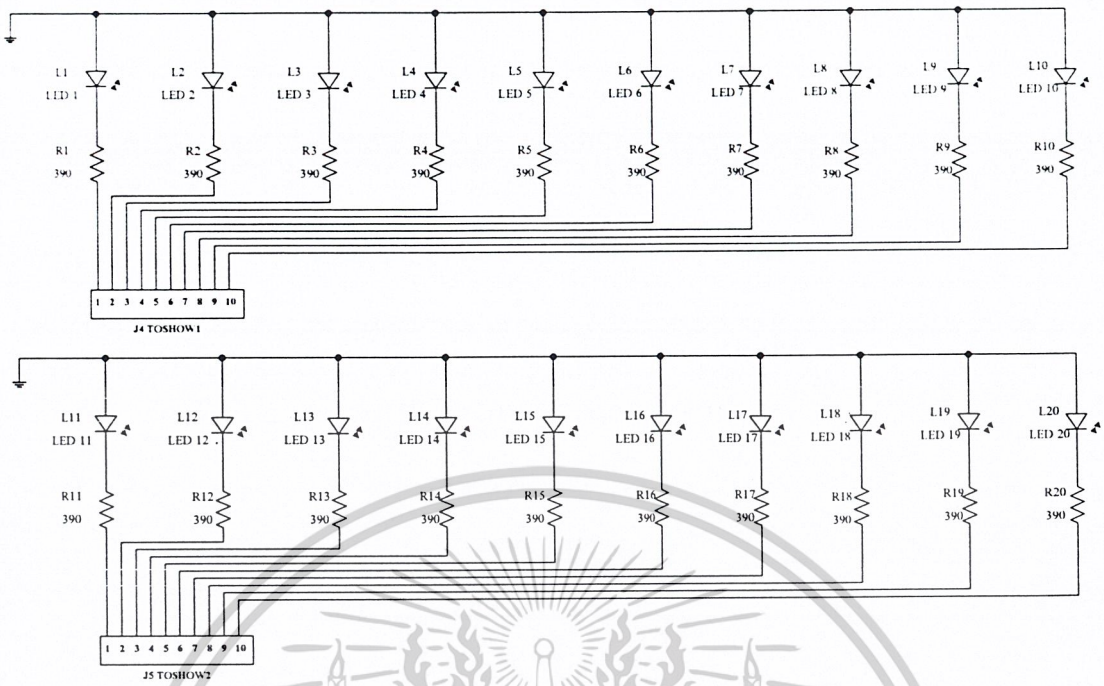


รูปที่ ข.23 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรการกระทำทางคณิตศาสตร์

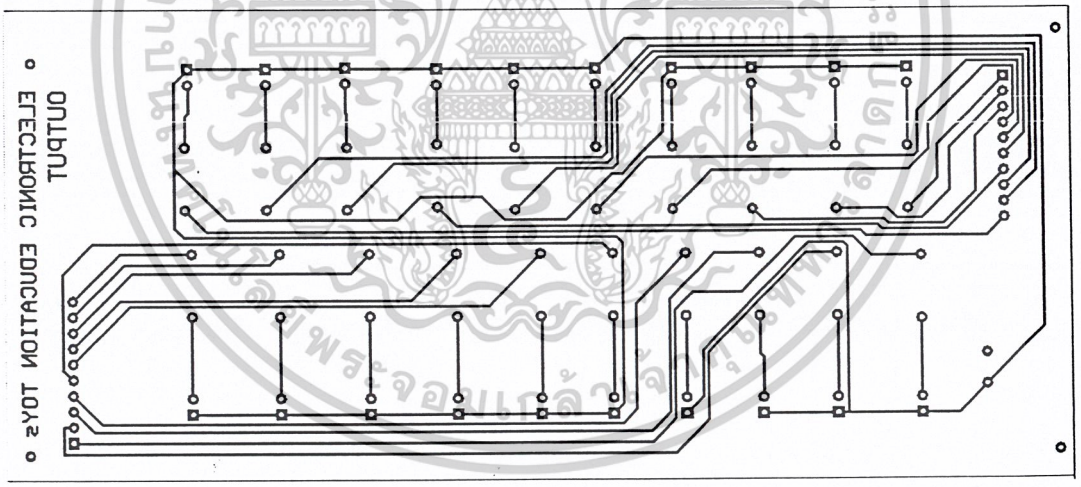


รูปที่ ข.24 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรการกระทำทางคณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

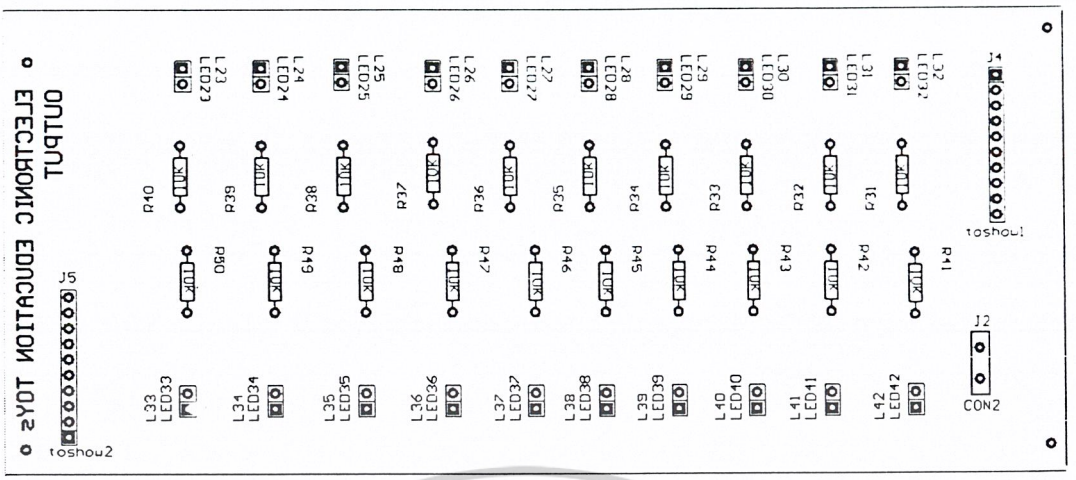


รูปที่ ข.25 วงจรแสดงแอลอีดี

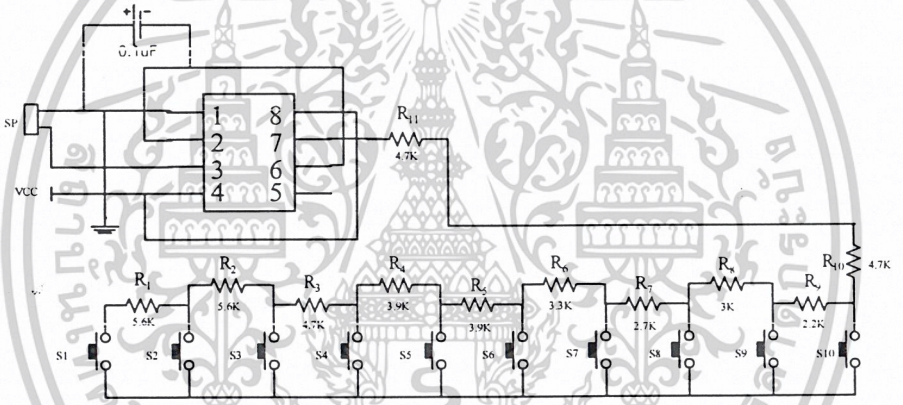


รูปที่ ข.26 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแสดงผลแอลอีดี

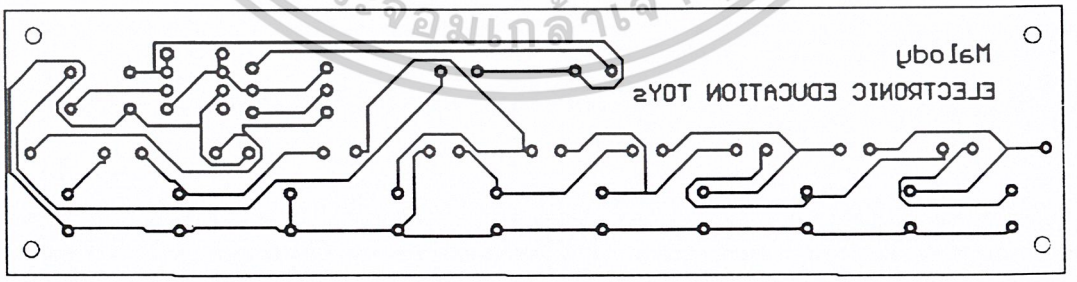
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.27 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแอลอีดี

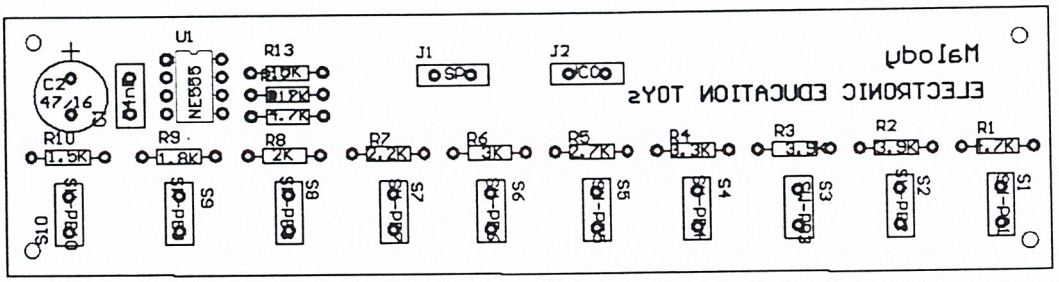


รูปที่ ข.28 วงจรเสียงดนตรี

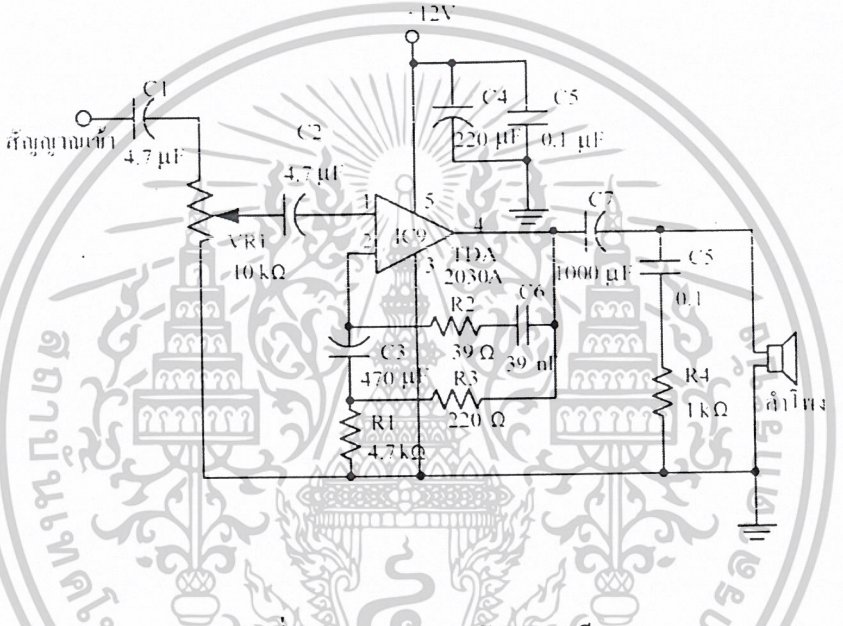


รูปที่ ข.29 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเสียงดนตรี

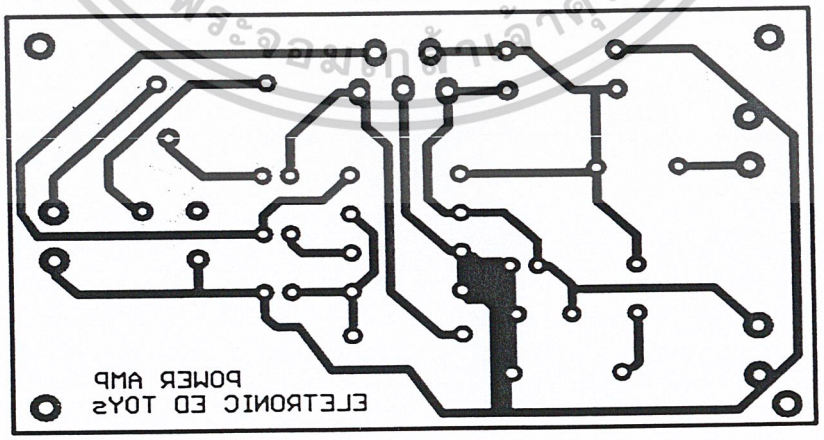
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.30 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเสียงดนตรี

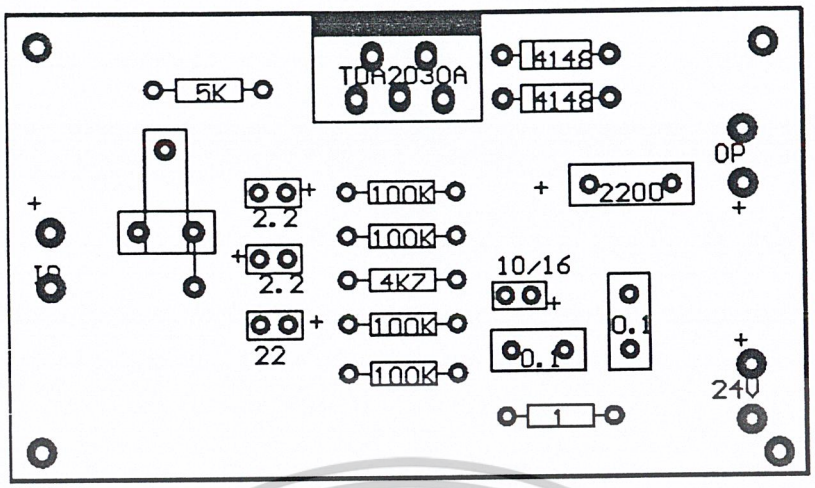


รูปที่ ข.31 วงจรขยายสัญญาณเสียง

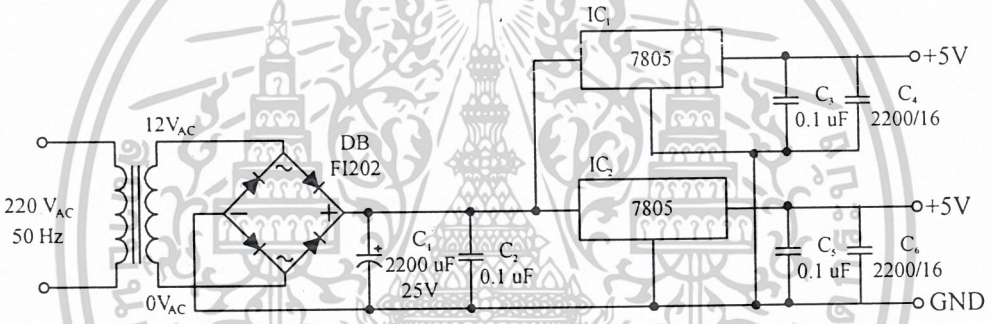


รูปที่ ข.32 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเครื่องขยายเสียง

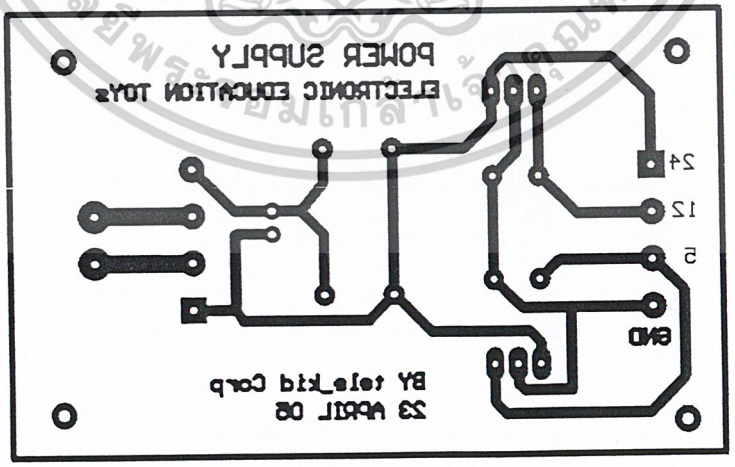
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.33 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเครื่องขยายเสียง

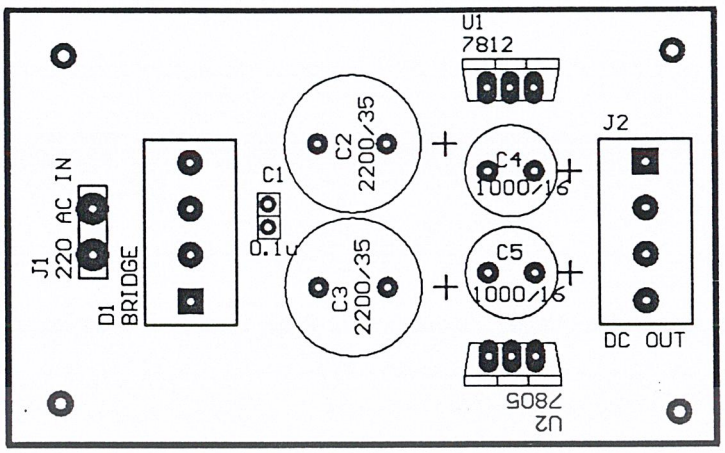


รูปที่ ข.34 วงจรภาคจ่ายไฟหลัก



รูปที่ ข.35 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคจ่ายไฟหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.36 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคจ่ายไฟหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานของไอซีบันทึกเสียง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89C51	1 ตัว
IC2	ISD2590	1 ตัว
IC3,IC4	74LS573	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED1-LED8	สีส้ม	8 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1,C3,C4,C7,C8,C9	0.1 µF เซรามิค	6 ตัว
C2	4.7 µF 16 V	1 ตัว
C5,C6	33 pF เซรามิค	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1-R7	330 Ω 0.5 W 1%	1 ตัว
R8	100 Ω 0.5 W 1%	1 ตัว
R9,R10	10 kΩ 0.5 W 1%	2 ตัว
R11	680 Ω 0.5 W 1%	1 ตัว
R12	5.1 kΩ 0.5 W 1%	1 ตัว
R13	470 kΩ 0.5 W 1%	1 ตัว
R-PACK	10 kΩ 0.5 W 1%	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
XTAL1	11.0592 MHz	1 ตัว
J1	คอนเน็คเตอร์ 10 ขา	1 ตัว
J2,J3	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรสวิตซ์เมทริกซ์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89C51	1 ตัว
IC2	74LS573	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1,C2	33 pF เซรามิค	2 ตัว
C3,C4	0.1 µF เซรามิค	2 ตัว
C5	10 µF 16 V	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1-R3	10 kΩ 0.5 W 1%	2 ตัว
R-PACK	10 kΩ 0.5 W 1%	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
XTAL1	11.0592 MHz	1 ตัว
J1-J5	คอนเน็คเตอร์ 10 ขา	5 ตัว
J6,J7	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	2 ตัว
J8	คอนเน็คเตอร์ 16 ขา	1 ตัว

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรบันทึกสัญญาณเสียง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	ISD 2590	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED 1	สีแดง	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1-C6	0.1 µF เซรามิค	6 ตัว
C4	22 µF เซรามิค	1 ตัว
C7	4.7 µF 16 V	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ) รายการ อุปกรณ์ของวงจรบันทึกสัญญาณเสียง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวเก็บประจุ		
C8	10 μF 16 V	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1-R3	10 kΩ 0.5 W 1%	2 ตัว
R4	5.1 kΩ 0.5 W 1%	1 ตัว
R5	470 kΩ 0.5 W 1%	1 ตัว
R6,R7	1 kΩ 0.5 W 1%	2 ตัว
R8	100 Ω 0.5 W 1%	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
S1,S3	สวิตช์เปิด-ปิด	2 ตัว
S2	สวิตช์กดติดปล่อยดับ	1 ตัว
J1,J2	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	2 ตัว
P1	RCA JACK	1 ตัว

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรเครื่องคิดเลข

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89C51	1 ตัว
IC2,IC3	4028	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1-D22	1N4148	22 ตัว
LED1-LED18	สีเขียว	18 ตัว
LED19-LED22	สีส้ม	4 ตัว
LED23-LED40	สีแดง	18 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรเครื่องคิดเลข

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวเก็บประจุ		
C1, C2	20 pF เซรามิค	2 ตัว
C3	10 µF 16 V	1ตัว
C4	0.1 µF เซรามิค	1 ตัว
C5	100 µF 16 V	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1-R24	10 kΩ 0.5 W 1%	24 ตัว
R25-R30	330 Ω 0.5 W 1%	6 ตัว
R33-48	10 kΩ 0.5 W 1%	18 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
XTAL1	4 MHz	1 ตัว
S1-S23	สวิตซ์กดติดปล่อยดับ	23 ตัว
J1-J10	คอนเน็คเตอร์ 10 ขา	10 ตัว
J11-J13	คอนเน็คเตอร์ 5 ขา	3 ตัว
J14-J19	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	6 ตัว

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรเสียงดนตรี

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	NE555N	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	47 pF เซรามิค	1 ตัว
C2	4.7 µF 16 V	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรเสียงดนตรี

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวความต้านทาน		
R1,R2	5.6 kΩ 0.5 W 1%	2 ตัว
R3	4.7 kΩ 0.5 W 1%	1 ตัว
R4,R5	3.9 kΩ 0.5 W 1%	2 ตัว
R6	3.3 kΩ 0.5 W 1%	1 ตัว
R7	2.7 kΩ 0.5 W 1%	1 ตัว
R8	2.2 kΩ 0.5 W 1%	1 ตัว
R9	2 kΩ 0.5 W 1%	1 ตัว
R10	1.9 kΩ 0.5 W 1%	1 ตัว
R11	4.7 kΩ 0.5 W 1%	1 ตัว
R12	100 Ω 0.5 W 1%	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1,J2	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	2 ตัว

ตารางที่ ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรขยายเสียง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	TDA2030A	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1,C7	2.2 μF 16 V	2 ตัว
C2	22 μF 16 V	1 ตัว
C3,C5	0.1 μF เซรามิค	2 ตัว
C4	10 μF 25 V	1 ตัว
C6	2200 μF 25 V	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรขยายเสียง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวความต้านทาน		
R1,R2,R3,R5	100 kΩ 0.5 W 1%	4 ตัว
R4	4.7 kΩ 0.5 W 1%	1 ตัว
R6	1 Ω 0.5 W 1%	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1-J3	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	3 ตัว

ตารางที่ ค.7 รายการอุปกรณ์ของวงจรจ่ายแรงดันไฟตรง 24 โวลต์ และ 5 โวลต์

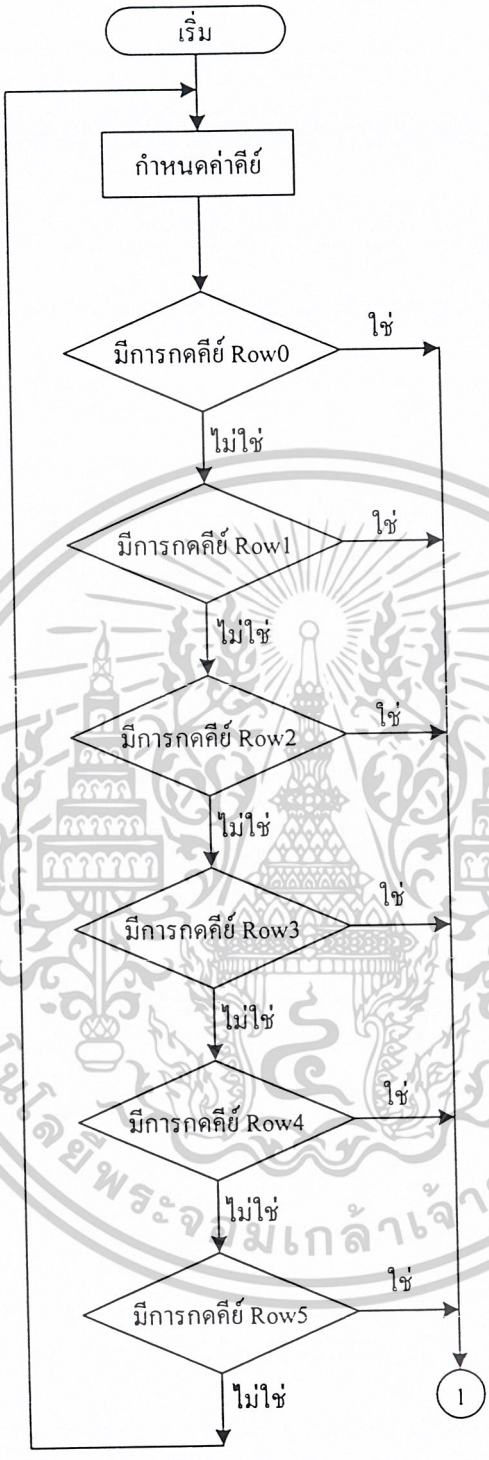
ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1,IC2	78L05	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
DB1	ไดโอดบริดจ์ 3 A	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	0.1 µF เซรามิค	1 ตัว
C2,C3	1000µF 16 V	2 ตัว
C4,C5	2200 µF 35 V	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1	คอนเน็คเตอร์ 2 ขา	1 ตัว
J2	คอนเน็คเตอร์ 4 ขา	1 ตัว
T1	หม้อแปลง 220/9-0 3A	1 ตัว
S1	สวิตซ์แบบ DPST 30 A	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



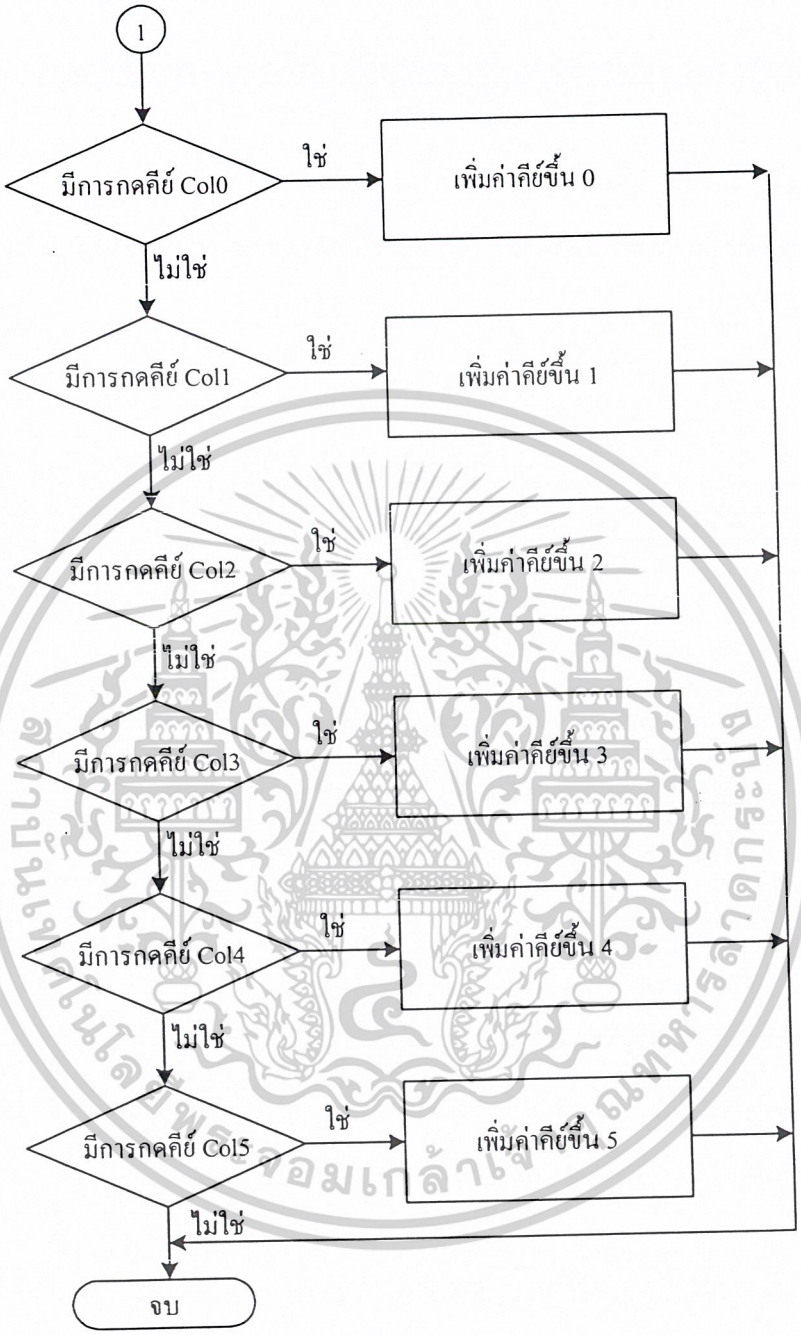
ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



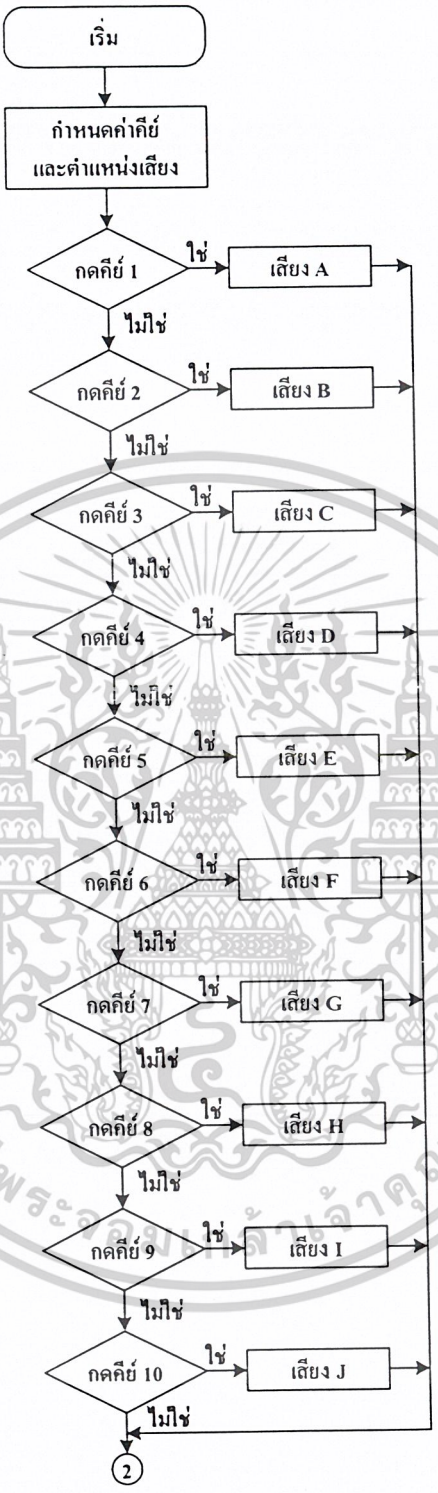
รูปที่ ง.1 ผังงานควบคุมสวิตซ์เมทริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



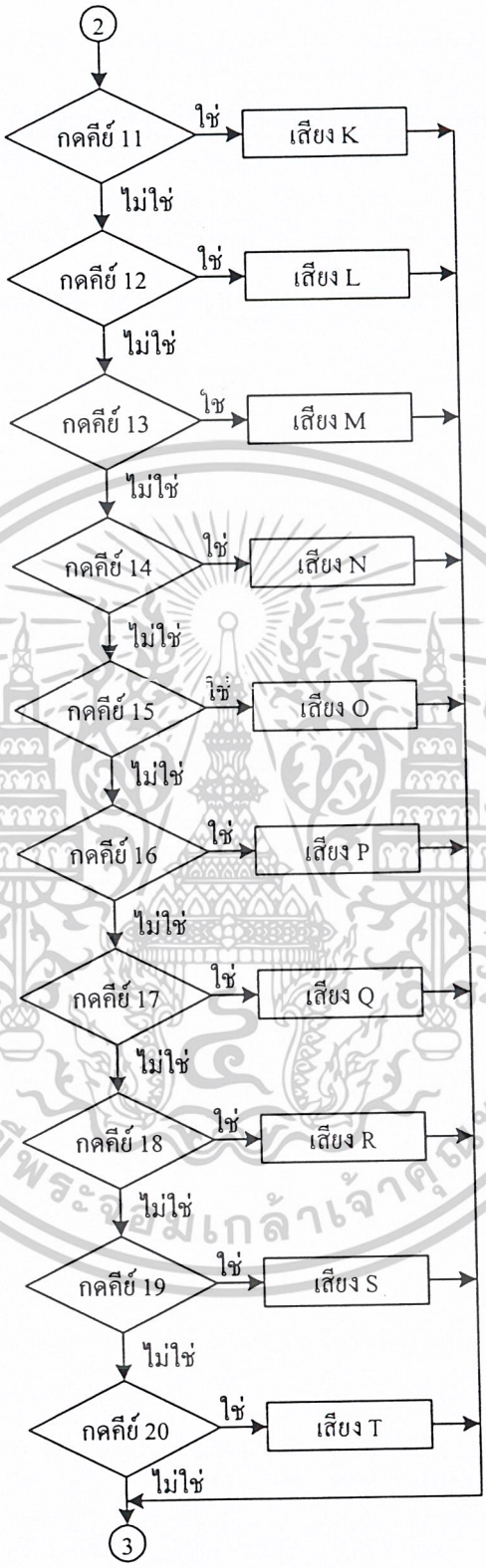
รูปที่ ง.1 (ต่อ) ผังงานควบคุมสวิตช์เมทริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



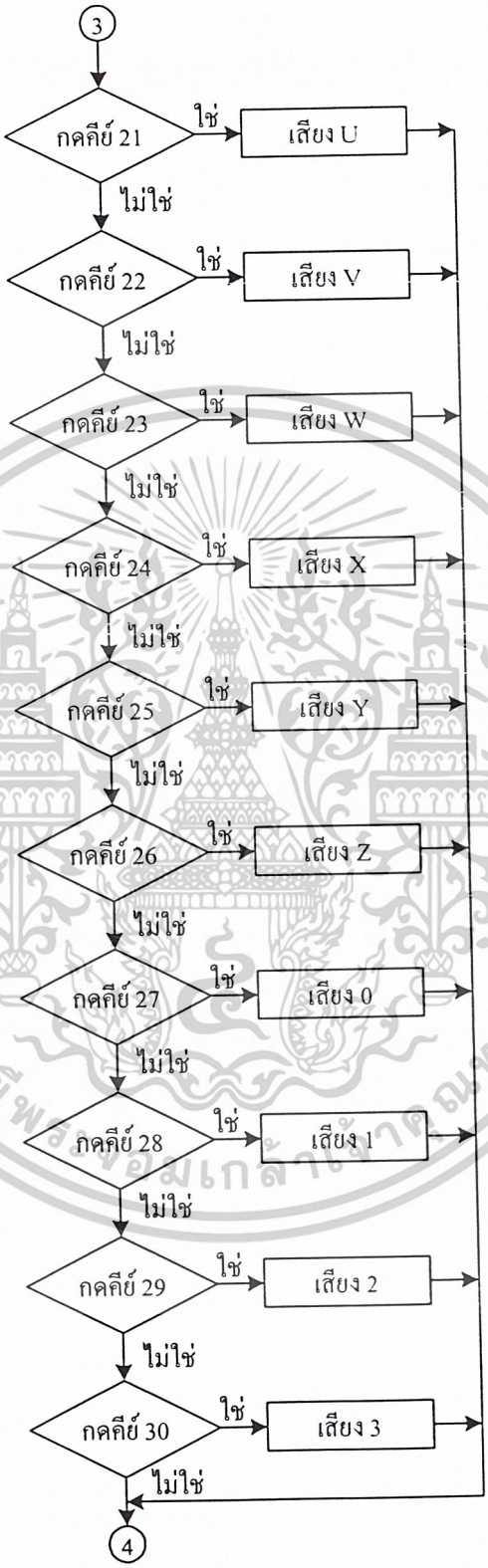
รูปที่ ง.2 ผังงานควบคุมการเล่นเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



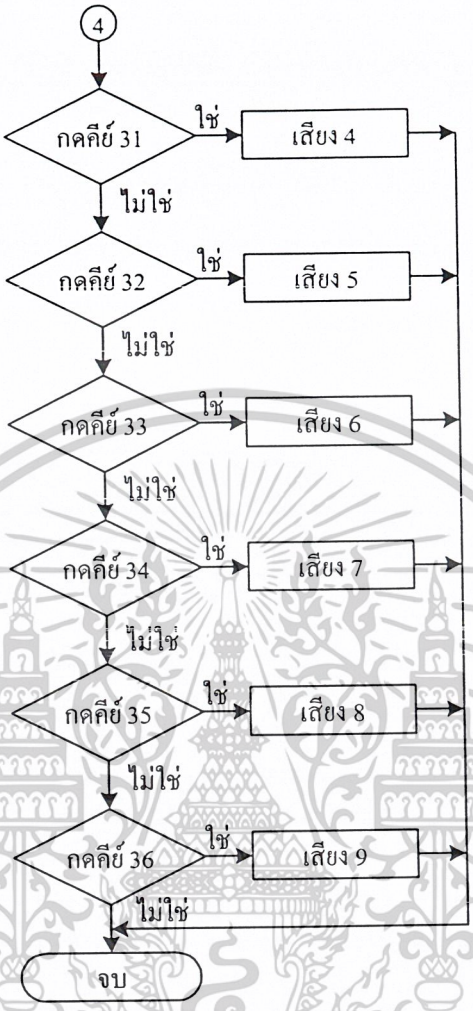
รูปที่ ง.2 (ต่อ) ผังงานควบคุมการเล่นเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



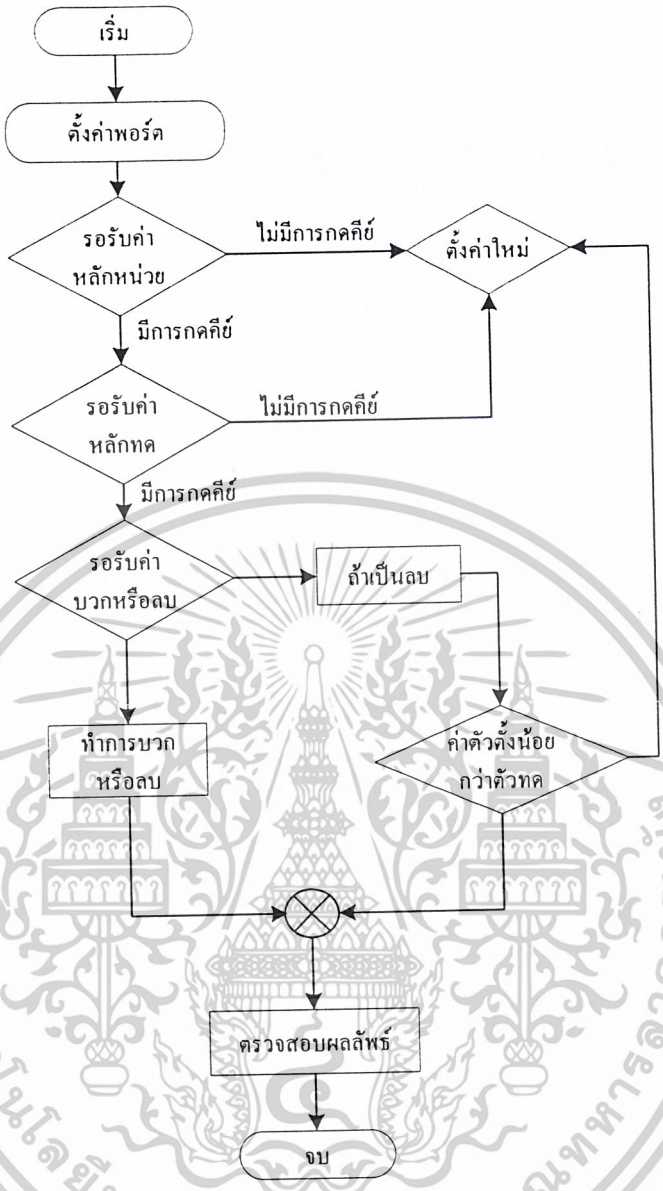
รูปที่ ง.2 (ต่อ) ผังงานควบคุมการเล่นเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.2 (ต่อ) ผังงานควบคุมการเล่นเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.3 ผังงานควบคุมการบวกลบเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา

```
            ORG    0000H
NKEY                EQU    30H
;*****************************************************************
                    MOV    P1,#0FFH
                    CLR    P2.7
                    MOV    P3,#0FFH
                    MOV    P0,#00H
                    MOV    NKEY,#00H
START:              LCALL  KEYIN
OUT:                MOV    A,NKEY
                    MOV    P0,A
                    SJMP   START
;*****************************************************************
KEYIN:              MOV    A,#0FEH
                    MOV    P1,A
                    MOV    P3,#0FFH
                    NOP
                    NOP
                    NOP
                    MOV    A,P3
                    ;ANL   A,#0FEH
                    CJNE   A,#0FEH,ROW0_IN
                    AJMP   CHK_R1
ROW0_IN:            MOV     NKEY,#00H
                    LJMP   CHKCOL
CHK_R1:             MOV    A,#0FDH
                    MOV    P3,A
                    MOV    P3,#0FFH
                    NOP
                    NOP
                    NOP
                    MOV    A,P3
                    ;ANL   A,#03FH
                    CJNE   A,#0FDH,ROW1_IN
                    AJMP   CHK_R2
ROW1_IN:            MOV     NKEY,#06H
                    LJMP   CHKCOL
CHK_R2:             MOV    A,#0FBH
                    MOV    P3,A
                    MOV    P3,#0FFH
                    NOP
                    NOP
                    NOP
                    MOV    A,P3
                    ;ANL   A,#03FH
                    CJNE   A,#0FBH,ROW2_IN
                    AJMP   CHK_R3
ROW2_IN:            MOV     NKEY,#0CH
                    LJMP   CHKCOL
CHK_R3:             MOV    A,#0F7H
                    MOV    P3,A
                    MOV    P3,#0FFH
                    NOP
                    NOP
                    NOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    MOV    A,P3
                    ;ANL   A,#03FH
                    CJNE   A,#0F7H,ROW3_IN
                    AJMP   CHK_R4
ROW3_IN:            MOV    NKEY,#012H
                    LJMP   CHKCOL
CHK_R4:             MOV    A,#0EFH
                    MOV    P3,A
                    MOV    P3,#0FFH
                    NOP
                    NOP
                    NOP
                    MOV    A,P3
                    ;ANL   A,#0F3H
                    CJNE   A,#0EFH,ROW4_IN
                    AJMP   CHK_R5
ROW4_IN:            MOV    NKEY,#018H
                    LJMP   CHKCOL
CHK_R5:             MOV    A,#0DFH
                     MOV   P3,A
                    MOV    P3,#0FFH
                    NOP
                    NOP
                    NOP
                    MOV    A,P3
                    ;ANL   A,#0F3H
                    CJNE   A,#0DFH,ROW5_IN
                    AJMP   KEYIN
ROW5_IN:            MOV    NKEY,#01EH
                    SJMP   CHKCOL
;*************************************************************

CHKCOL:             MOV    A,P1
                    ;ANL   A,#03FH
                    CJNE   A,#0FEH,CHK_C1
                    MOV    A,NKEY
                    ADD    A,#00H
                    MOV    NKEY,A
                    LJMP   OUT
                    RET
CHK_C1:             MOV    A,P1
                    ;ANL   A,#03FH
                    CJNE   A,#0FDH,CHK_C2
                    MOV    A,NKEY
                    ADD    A,#01H
                    MOV    NKEY,A
                    LJMP   OUT
                    RET
CHK_C2:             MOV    A,P1
                    ;ANL   A,#03FH
                    CJNE   A,#0FBH,CHK_C3
                    MOV    A,NKEY
                    ADD    A,#02H
                    MOV    NKEY,A
                    LJMP   OUT
                    RET
CHK_C3:             MOV    A,P1
                    ;ANL   A,#03FH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    CJNE   A,#0F7H,CHK_C4
                    MOV    A,NKEY
                    ADD    A,#03H
                    MOV    NKEY,A
                    LJMP   OUT
                    RET
CHK_C4:             MOV    A,P1
                    ;ANL   A,#0F3H
                    CJNE   A,#0EFH,CHK_C5
                    MOV    A,NKEY
                    ADD    A,#04H
                    MOV    NKEY,A
                    LJMP   OUT
                    RET
CHK_C5:             MOV    A,P1
                    ;ANL   A,#0F3H
                    CJNE   A,#0DFH,NOKEY
                    MOV    A,NKEY
                    ADD    A,#05H
                    MOV    NKEY,A
                    RET
NOKEY:              LJMP   KEYIN
;*************************************************************
                END

                    ORG 0000H
==================SET_UP_SOUND=====================================
S36:  CLR A9
      MOV A,#0B2H
      MOV R0,#02H
      LCALL SOUND
      RET
S35:  CLR A9
      MOV A,#0ABH
      MOV R0,#02H
      LCALL SOUND
      RET
S34:  CLR A9
      MOV A,#0A3H
      MOV R0,#03H
      LCALL SOUND
      RET
S33:  CLR A9
      MOV A,#09CH
      MOV R0,#02H
      LCALL SOUND
      RET
S32:  CLR A9
      MOV A,#07CH
      MOV R0,#06H
      LCALL SOUND
      RET
S31:  CLR A9
      MOV A,#06FH
      MOV R0,#04H
      LCALL SOUND
      RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
S30:  CLR A9
      MOV A,#066H
      MOV R0,#02H
      LCALL SOUND
      RET
S29:  CLR A9
      MOV A,#05CH
      MOV R0,#03H
      LCALL SOUND
      RET
S28:  CLR A9
      MOV A,#08H
      MOV R0,#019H
      LCALL SOUND
      RET
S27:  CLR A9
      MOV A,#00H
      MOV R0,#02H
      LCALL SOUND
      RET
S26:  CLR A9
      MOV A,#08FH
      MOV R0,#03H
      LCALL SOUND
      RET
S25:  SETB A9
      MOV A,#28H
      MOV R0,#02H
LCALL SOUND
      RET
S24:  SETB A9
      MOV A,#1FH
      MOV R0,#02H
      LCALL SOUND
      RET
S23:  SETB A9
      MOV A,#13H
      MOV R0,#04H
      LCALL SOUND
      RET
S22:  SETB A9
      MOV A,#0DH
      MOV R0,#02H
      LCALL SOUND
      RET
S21:  SETB A9
      MOV A,#04H
      MOV R0,#02H
      LCALL SOUND
      RET
S20:  CLR A9
      MOV A,#0FBH
      MOV R0,#02H
      LCALL SOUND
      RET
S19:  CLR A9
      MOV A,#0F4H
      MOV R0,#02H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL SOUND
        RET
S18:    CLR A9
        MOV A,#0EBH
        MOV R0,#02H
        LCALL SOUND
        RET
S17:    CLR A9
        MOV A,#0E3H
        MOV R0,#02H
        LCALL SOUND
        RET
S16:    CLR A9
        MOV A,#0DBH
        MOV R0,#02H
        LCALL SOUND
        RET
S15:    CLR A9
        MOV A,#0D3H
        MOV R0,#03H
        LCALL SOUND
        RET
S14:    CLR A9
        MOV A,#0CBH
        MOV R0,#03H
        LCALL SOUND
        RET
S13:    CLR A9
        MOV A,#0C3H
        MOV R0,#02H
        LCALL SOUND
        RET
S12:    CLR A9
        MOV A,#0BAH
        MOV R0,#03H
        LCALL SOUND
        RET
S11:    CLR A9
        MOV A,#0B2H
        MOV R0,#02H
        LCALL SOUND
        RET
S10:    CLR A9
        MOV A,#0ABH
        MOV R0,#02H
        LCALL SOUND
        RET
S09:    CLR A9
        MOV A,#0A3H
        MOV R0,#03H
        LCALL SOUND
        RET
S08:    CLR A9
        MOV A,#09CH
        MOV R0,#02H
        LCALL SOUND
        RET
S07:    CLR A9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      MOV A,#08FH
      MOV R0,#03H
      LCALL SOUND
      RET
S06:  CLR A9
      MOV A,#07CH
      MOV R0,#06H
      LCALL SOUND
      RET
S05:  CLR A9
      MOV A,#06FH
      MOV R0,#04H
      LCALL SOUND
      RET
S04:  CLR A9
      MOV A,#066H
      MOV R0,#02H
      LCALL SOUND
      RET
S03:  CLR A9
      MOV A,#05CH
      MOV R0,#03H
      LCALL SOUND
      RET
S02:  CLR A9
      MOV A,#08H
      MOV R0,#019H
      LCALL SOUND
      RET
S01:  CLR A9
      MOV A,#00H
      MOV R0,#02H
      LCALL SOUND
      RET
;========================_SOUND=====================================
SOUND:      SETB TX
            MOV P3,A ;SEND BIT ADRESS
            LCALL DELAY ;LACH ADRESS
            CLR PD ;START SOUND
            MOV R1,#0FH
STARTS:     MOV TMOD,#10H ;SET TIMER
            MOV TH1,#03CH ;SET TIMER START
            MOV TL1,#0B0H ;SET TIMER START
            SETB TR1 ;START TIMER
LOOPS:      JNB TF1,LOOPS ;WAIT TIME 50mSEC
            CLR TR1
            CLR TF1
            DEC R1 ;50MSEC X 10
            CJNE R1,#00H,STARTS
            DEC R0 ;500MSEC X R0
            MOV R1,#0AH
            CJNE R0,#00H,STARTS
            SETB PD ;STOP TIMER
            CLR TX
            RET
END
;*********************************************************************;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include<stdio.h>
#include<delay.h>
  unsigned char keypress =0;
  unsigned char res_key[3];
  unsigned char op_key[4];
  unsigned char oper=0;
  unsigned int tempint1=0;
  unsigned int tempint2=0;
  unsigned int tempint3=0;
#include "Setting.c"
#include "interupt.c"
#include "de_en.c"
#include "header2.c"
void main(void)
{
          init_board();
          op_key[0] = 0x00;
          op_key[1] = 0x00;
          op_key[2] = 0x00;
        while(1)
       {
        switch(keypress){
                    case 0 :
                    {
                    if(keypress==18) goto reset;
                     if((((op_key[0])|( op_key[1])|(op_key[2]))) !=
0 ) goto reset_id;
                tempint1 = 1;
                          }break;
                    case 1:
                    {
                     if(keypress==18) goto reset;
                      if((((op_key[0])|( op_key[1])|(op_key[2]))) !=
0 ) goto reset_id;
                       tempint1 = 2;
                       tempint1 = 2;
                          }break;
                    case 2 :
                    {
                      if(keypress==18) goto reset;

if((((op_key[0])|( op_key[1])|(op_key[2]))) != 0 ) goto reset_id;
                          tempint1  =  3;
                               }break;
                      case 3 :
                      {
                      if(keypress==18) goto reset;
                    if((((op_key[0])|(   op_key[1])|(op_key[2])))   !=
0 ) goto reset_id;
                      tempint1 = 4;
                               }break;
                    case 4 :
                    {
                    if(keypress==18) goto reset;

if((((op_key[0])|( op_key[1])|(op_key[2]))) != 0 ) goto reset_id;
                      tempint1 = 5;
                               }break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    case 5 :
                    {
                    if(keypress==18) goto reset;
                      if((((op_key[0])|(  op_key[1])|(op_key[2])))  !=
0 ) goto reset_id;
                       tempint1 = 6;
                              }break;
                    case 6 :
                    {
                    if(keypress==18) goto reset;
                    if((((op_key[0])|(   op_key[1])|(op_key[2])))   !=
0 ) goto reset_id;
                    tempint1= 7;
                              }break;
                    case 7 :
                    {
                    if(keypress==18) goto reset;
                    if((((op_key[0])|(   op_key[1])|(op_key[2])))   !=
0 ) goto reset_id;
                    tempint1=8;
                              }break;
                    case 8 :
                    {
                    if(keypress==18) goto reset;
      if((((op_key[0])|(   op_key[1])|(op_key[2])))   !=   0   )   goto
reset_id;
                    tempint1 = 9;
                                        }break;
                    case 9 :
                    {
                    if(keypress==18) goto reset;
                    if((((op_key[0])|(   op_key[1])|(op_key[2])))   !=
0 ) goto reset_id;
                    if(tempint1 == 0) goto reset;
                    tempint2 = 1;
                              }break;
                       case 10 :
                       {
                       if(keypress==18) goto reset;
                    if((((op_key[0])|(   op_key[1])|(op_key[2])))   !=
0 ) goto reset_id;
                    if(tempint1 ==0) goto reset;
                    tempint2 = 2;
                              }break;
                    case 11 :
                    {
                    if(keypress==18) goto reset;
                    if((((op_key[0])|(   op_key[1])|(op_key[2])))   !=
0 ) goto reset_id;
                    if(tempint1 ==0) goto reset;
                    tempint2 = 3;
                              }break;
                    case 12 :
                    {
                    if(keypress==18) goto reset;
                    if((((op_key[0])|(   op_key[1])|(op_key[2])))   !=
0 ) goto reset_id;
                    if(tempint1 ==0) goto reset;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    tempint2 = 4;
                                }break;
                      case 13 :
                      {
                      if(keypress==18) goto reset;
                    if((((op_key[0])|(   op_key[1])|(op_key[2])))   !=
0 ) goto reset_id;
                    if(tempint1 ==0) goto reset;
                    tempint2 = 5;
                                }break;
                    case 14 :
                    {
                    if(keypress==18) goto reset;
                    if((((op_key[0])|(   op_key[1])|(op_key[2])))   !=
0 ) goto reset_id;
                    if(tempint1 ==0) goto reset;
                    tempint2 = 6;
                               }break;
                    case 15 :
                    {
                    if(keypress==18) goto reset;
                    if((((op_key[0])|( op_key[1])|(op_key[2]))) !=
0 ) goto reset_id;
                       if(tempint1 ==0) goto reset;
                       tempint2 = 7;
                    }break;
                    case 16 :
                    {
                    if(keypress==18) goto reset;
                    if((((op_key[0])|(   op_key[1])|(op_key[2])))   !=
0 ) goto reset_id;
                    if(tempint1 ==0) goto reset;
                    tempint2 = 8;
                               }break;
                     case 17 :
                     {
                     if(keypress==18) goto reset;
                     if((((op_key[0])|(   op_key[1])|(op_key[2])))   !=
0 ) goto reset_id;
                     if(tempint1 ==0) goto reset;
                     tempint2 = 9;
                               }break;
                     case 18 :  {
                     reset:              reset_val();
                       reset_id:           reset_ind();
                                        }break;  // RESET
                                       case 19 :                // Adder
function
                     {
                     tempint3 = tempint1 + tempint2 ;
                                        }break;
                     case 20 :          // Subtrac function
                     {
                      if(tempint1 == tempint2) oper = 0;
                      if(tempint1 < tempint2) goto reset;
                      tempint3 = tempint1 - tempint3;
                                        }break; //sub function
                       case 21 :
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    {
                     if (tempint3<0) goto reset;
                     if (tempint3>18) goto reset;
                     tempint3 = oper;
                     if (oper == 0)           //LSB =0
                                    {
                                        n_0();
                                    }
                                if (oper == 1)
 //LSB  = 1
                                    {
                                        n_1();
                                    }
                                  if(oper == 2)
//LSB  = 2
                                     {
                                     n_2();
                                     }
                                   if(oper == 3)
//LSB  = 3
                                     {
                                           n_3();
                                     }
                                   if(oper == 4)
//LSB  = 4
                                     {
                                        n_4();
                                     }
                                  if(oper == 5)
//LSB  = 5
                                     {
                                        n_5();
                                     }
                                   if(oper == 6)
//LSB  = 6
                                     {
                                       n_6();
                                     }
                                   if(oper == 7)
//LSB  = 7
                                     {
                                      n_7();
                                      }
                                   if(oper == 8)
//LSB  = 8
                                     {
                                       n_8();
                                     }
                                  if(oper == 9)
//LSB  = 9
                                     {
                                      n_9();
                                      }
                                if(oper == 10)
//LSB  = 10
                                     {
                                       n_10();
                                      }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                    if(oper == 11)
//  MSB  1
                                            {
                                              n_11();
                                            }
                                     if(oper == 12)
//  MSB  2
                                            {
                                             n_12();
                                            }
                                     if(oper == 13)
//  MSB  3
                                            {
                                             n_13();
                                            }
                                    if(oper == 14)
//  MSB  4
                                             {
                                              n_14();
                                             }
                                   if(oper == 15)
//  MSB  5
                                             {
                                              n_15();
                                             }
                                    if(oper == 16)
//  MSB  6
                                             {
                                               n_16();
                                             }
                                  if(oper == 17)                    //
MSB  7
                                             {
                                              n_17();
                                             }
                                   if(oper == 18)
// MSB 8
                                              {
                                               n_18();
                                              }
                                             else
                                              {
                                               goto reset;
                                               }
                                                }break;              //
result
                                                default  :    {  goto
reset;}
                                              }
                                }
                                              }

void port_setting(void)
{
// Declare your local variables here
// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;
// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;
// Port C initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;
// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x00;
}
void init_board(void)
{
    port_setting();
// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;
// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 1 Stopped
// Mode: Normal top=FFFFh
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;
// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 2 Stopped
// Mode: Normal top=FFh
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
OCR2=0x00;
// External Interrupt(s) initialization
// INT0: On
// INT0 Mode: Low level
// INT1: On
// INT1 Mode: Low level
GIMSK=0xC0;
MCUCR=0x00;
GIFR=0xC0;
// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x05;
// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
// Analog Comparator Output: Off
ACSR=0x80;
// Watchdog Timer initialization
// Watchdog Timer Prescaler: OSC/16k
WDTCR=0x08;
// Global enable interrupts
#asm("sei")
}
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)
{
    delay_ms(100);
    if(PINA.0 == 0) keypress = 0; res_key[0] =0xff;    // key 1
    if(PINA.1 == 0) keypress = 1; res_key[0] =0xff;    // key 2
    if(PINA.2 == 0) keypress = 2; res_key[0] =0xff;    // key 3
    if(PINA.3 == 0) keypress = 3; res_key[0] =0xff;    // key 4
    if(PINA.4 == 0) keypress = 4; res_key[0] =0xff;    // key 5
    if(PINA.5 == 0) keypress = 5; res_key[0] =0xff;    // key 6
    if(PINA.6 == 0) keypress = 6; res_key[0] =0xff;    // key 7
    if(PINA.7 == 0) keypress = 7; res_key[0] =0xff;    // key 8
    if(PINB.0 == 0) keypress = 8; res_key[0] =0xff;    // key 9
    if(PINB.1 == 0) keypress = 9; res_key[0] =0xff;    // key 10
    if(PINB.2 == 0) keypress = 10; res_key[1] =0xff;   // key 11
    if(PINB.3 == 0) keypress = 11; res_key[1] =0xff;   // key 12
    if(PINB.4 == 0) keypress = 12; res_key[1] =0xff;   // key 13
    if(PINB.5 == 0) keypress = 13; res_key[1] =0xff;   // key 14
}
// Timer 1 overflow interrupt service routine
interrupt [EXT_INT1] void ext_int1_isr(void)
{
    delay_ms(100);
    if(PINB.6 == 0) keypress = 14; res_key[1] =0xff;     // key 15
    if(PINB.7 == 0) keypress = 15; res_key[1] =0xff;     // key 16
    if(PIND.0 == 0) keypress = 16; res_key[1] =0xff;     // key 17
    if(PIND.1 == 0) keypress = 17; res_key[1] =0xff;     // key 18
    if(PIND.4==0)keypress=18;//RESET   // key 19
    if(PIND.5 == 0) keypress = 19; op_key[0] =0xff; // +  // key 20
    if(PIND.6 == 0 )keypress = 20; op_key[1]=0xff; // -  // key 21
    if(PIND.7 == 0) keypress = 21; op_key[2] =0xff; // Sum //key 22
}
// Display  output config
void n_0(void)           // LSB1
{
    DDRC = 0b11110000;
    PORTC = 0b11110000;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    PORTC.0 = 0;
    PORTC.1 = 0;
    PORTC.2 = 0;
    PORTC.3 = 0;
    PORTC.4 = 1;
    PORTC.5 = 1;
    PORTC.6 = 1;
    PORTC.7 = 1;
}
void n_1(void)                  //LSB2
{
    DDRC = 0b11110001;
    PORTC = 0b11110001;
    PORTC.0 = 1;
    PORTC.1 = 0;
    PORTC.2 = 0;
    PORTC.3 = 0;
    PORTC.4 = 1;
    PORTC.5 = 1;
    PORTC.6 = 1;
    PORTC.7 = 1;
}
void n_2(void)                  //LSB3
{
    DDRC = 0b11110010;
    PORTC = 0b11110010;
    PORTC.0 = 0;
    PORTC.1 = 1;
    PORTC.2 = 0;
    PORTC.3 = 0;
    PORTC.4 = 1;
    PORTC.5 = 1;
    PORTC.6 = 1;
    PORTC.7 = 1;
}
void n_3(void)                  //LSB4
{
    DDRC = 0b11110011;
    PORTC = 0b11110011;
    PORTC.0 = 1;
    PORTC.1 = 1;
    PORTC.2 = 0;
    PORTC.3 = 0;
    PORTC.4 = 1;
    PORTC.5 = 1;
    PORTC.6 = 1;
    PORTC.7 = 1;
}
void n_4(void)                  //LSB5
{
    DDRC = 0b11110100;
    PORTC = 0b11110100;
    PORTC.0 = 0;
    PORTC.1 = 0;
    PORTC.2 = 1;
    PORTC.3 = 0;
    PORTC.4 = 1;
    PORTC.5 = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    PORTC.6 = 1;
    PORTC.7 = 1;
 }
 void n_5(void)                  //LSB6
 {
    DDRC = 0b11110101;
    PORTC = 0b11110101;
    PORTC.0 = 1;
    PORTC.1 = 0;
    PORTC.2 = 1;
    PORTC.3 = 0;
    PORTC.4 = 1;
    PORTC.5 = 1;
    PORTC.6 = 1;
    PORTC.7 = 1;
 }
void n_6(void)                   //LSB7
 {
    DDRC = 0b11110011;
    PORTC = 0b11110011;
    PORTC.0 = 1;
    PORTC.1 = 1;
    PORTC.2 = 0;
    PORTC.3 = 0;
    PORTC.4 = 1;
    PORTC.5 = 1;
    PORTC.6 = 1;
    PORTC.7 = 1;
}
void n_7(void)                    //LSB8
{
     DDRC = 0b11110011;
    PORTC = 0b11110011;
    PORTC.0 = 1;
    PORTC.1 = 1;
    PORTC.2 = 0;
    PORTC.3 = 0;
    PORTC.4 = 1;
    PORTC.5 = 1;
    PORTC.6 = 1;
    PORTC.7 = 1;
 }
void n_8(void)                    //LSB9
{
     DDRC = 0b11110011;
    PORTC = 0b11110011;
    PORTC.0 = 1;
    PORTC.1 = 1;
    PORTC.2 = 0;
    PORTC.3 = 0;
    PORTC.4 = 1;
    PORTC.5 = 1;
    PORTC.6 = 1;
    PORTC.7 = 1;
 }
 void n_9(void)                  //LSB10
 {
    DDRC = 0b00001111;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    PORTC = 0b00001111;
    PORTC.0 = 1;
    PORTC.1 = 1;
    PORTC.2 = 1;
    PORTC.3 = 1;
    PORTC.4 = 0;
    PORTC.5 = 0;
    PORTC.6 = 0;
    PORTC.7 = 0;
}
void n_10(void)                    //MSB1
{
    DDRC = 0b00001111;
    PORTC = 0b00001111;
    PORTC.0 = 1;
    PORTC.1 = 1;
PORTC.2 = 1;
    PORTC.3 = 1;
    PORTC.4 = 0;
    PORTC.5 = 0;
    PORTC.6 = 0;
    PORTC.7 = 0;
 }
 void n_11(void)          //MSB2
 {
     DDRC = 0b00011111;
    PORTC = 0b00011111;
    PORTC.0 = 1;
    PORTC.1 = 1;
    PORTC.2 = 1;
    PORTC.3 = 1;
    PORTC.4 = 1;
    PORTC.5 = 0;
    PORTC.6 = 0;
    PORTC.7 = 0;
}
void n_12(void)            //MSB3
{
     DDRC = 0b00101111;
    PORTC = 0b00101111;
    PORTC.0 = 1;
    PORTC.1 = 1;
    PORTC.2 = 1;
    PORTC.3 = 1;
    PORTC.4 = 0;
    PORTC.5 = 1;
    PORTC.6 = 0;
    PORTC.7 = 0;
}
void n_13(void)                  //MSB4
{
    DDRC = 0b00111111;
    PORTC = 0b00111111;
    PORTC.0 = 1;
    PORTC.1 = 1;
    PORTC.2 = 1;
    PORTC.3 = 1;
    PORTC.4 = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    PORTC.5 = 1;
    PORTC.6 = 0;
    PORTC.7 = 0;
}
void n_14(void)                    //MSB5
{
     DDRC = 0b01001111;
    PORTC = 0b01001111;
    PORTC.0 = 1;
    PORTC.1 = 1;
    PORTC.2 = 1;
    PORTC.3 = 1;
    PORTC.4 = 0;
    PORTC.5 = 0;
    PORTC.6 = 1;
    PORTC.7 = 0;
}
void n_15(void)                    //MSB6
{
    DDRC = 0b01011111;
    PORTC = 0b01011111;
    PORTC.0 = 1;
    PORTC.1 = 1;
    PORTC.2 = 1;
    PORTC.3 = 1;
    PORTC.4 = 1;
    PORTC.5 = 0;
    PORTC.6 = 1;
    PORTC.7 = 0;
}
void n_16(void)                    //MSB7
{
    DDRC = 0b01101111;
    PORTC = 0b01101111;
    PORTC.0 = 1;
    PORTC.1 = 1;
    PORTC.2 = 1;
    PORTC.3 = 1;
    PORTC.4 = 0;
    PORTC.5 = 1;
    PORTC.6 = 1;
    PORTC.7 = 0;
}
void n_17(void)                    //MSB8
{
    DDRC = 0b01111111;
    PORTC = 0b01111111;
    PORTC.0 = 1;
    PORTC.1 = 1;
    PORTC.2 = 1;
    PORTC.3 = 1;
    PORTC.4 = 1;
    PORTC.5 = 1;
    PORTC.6 = 1;
    PORTC.7 = 0;
}
void n_18(void)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    DDRC = 0b10011111;
    PORTC = 0b10011111;
    PORTC.0 = 1;
    PORTC.1 = 1;
    PORTC.2 = 1;
    PORTC.3 = 1;
    PORTC.4 = 1;
    PORTC.5 = 0;
    PORTC.6 = 0;
    PORTC.7 = 1;
 }
 void reset_val(void)
 {
     oper=0;
      tempint1=0;
      tempint2=0;
      tempint3=0;
DDRC = 0b00000000;
    PORTC = 0b00000000;
    PORTC.0 = 0;
    PORTC.1 = 0;
    PORTC.2 = 0;
    PORTC.3 = 0;
    PORTC.4 = 0;
    PORTC.5 = 0;
    PORTC.6 = 0;
    PORTC.7 = 0;
 }
 void reset_ind(void)
 {  PORTD |= 0b10000000;
  DDRD = 1;
  PORTD = 1;
  oper=0;
      tempint1=0;
      tempint2=0;
      tempint3=0; }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
ของเล่นอิเล็กทรอนิกส์สำหรับเด็กเพื่อการศึกษา



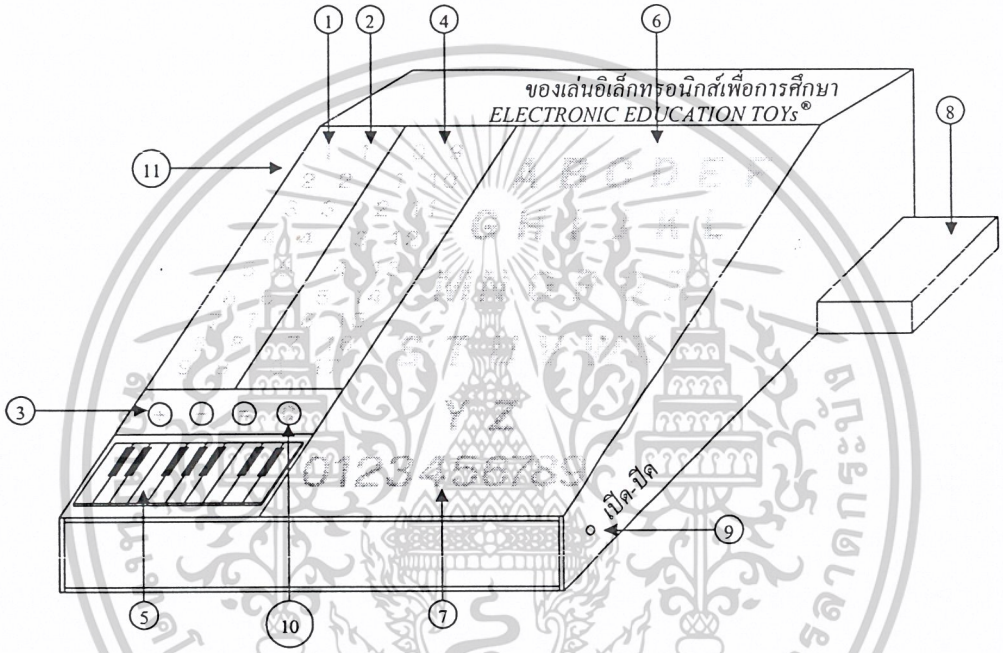
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนเล่นของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจ เพื่อความปลอดภัยแก่ผู้ใช้งานและสามารถเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับของเล่นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของของเล่นอิเล็กทรอนิกส์สำหรับเด็กเพื่อการศึกษา

จากรูปที่ 1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

(1) เลขตัวตั้ง (1- 9)

(2) เลขตัวทด (1-9)

(3) เครื่องหมายทางการคำนวณ +, - , =

(4) ส่วนแสดงผลลัพธ์ตัวเลข (0 – 18)

(5) คีย์บอร์ดโน้ตดนตรี (Melody)

(6) ตัวอักษร A - Z

(7) ตัวเลข 0 - 9

(8) กล่องเก็บตัวเลขและตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

⑨ สวิตซ์เปิด - ปิด (Switch)

⑩ สวิตซ์ รีเซต (Reset)

⑪ ลำโพง

3. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1 เสียบปลั๊กไฟฟ้า

3.2 กดสวิตซ์ให้อยู่ในตำแหน่งเปิด

3.3 ทำการเลื่อนช่องเก็บตัวเลขและตัวอักษรออกจากช่องเก็บ

3.4 เลือกการใช้งานตามแบบฝึกหัดที่กำหนดไว้ ดังนี้

1) เลือกวางตัวอักษร A ถึง Z ในช่องที่กำหนดและกดเพื่อฟังการอ่านออกเสียง

2) เลือกวางตัวเลข 0 ถึง 9 ในช่องที่กำหนดและกดเพื่อฟังการอ่านออกเสียง

3) ทำการบวกและลบเลขตามโจทย์ที่กำหนดไว้ หากลืมกดเครื่องหมายการคำนวณให้กดปุ่มรีเซตเพื่อเริ่มต้นใหม่

3.5 ทดลองกดคีย์บอร์ดโน้ตดนตรีเพื่อฟังเสียงโน้ตดนตรีระดับเสียงต่างๆ

3.6 เมื่อต้องการให้เครื่องหยุดทำงานกดสวิตซ์ไปที่ตำแหน่งปิด และเก็บตัวอักษรไว้ในช่องเก็บดังเดิม

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานของเล่นอิเล็กทรอนิกส์สำหรับเด็กเพื่อการศึกษา สามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางที่แสดงอาการ สาเหตุ และแนวทางแก้ไขข้างล่างนี้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
ไฟที่สวิตซ์ไม่ติด	ตรวจสอบปลั๊กไฟ, ฟิวส์, ไม่ได้เปิดสวิตซ์เบรกเกอร์
ใส่ตัวอักษรและตัวเลขไม่ลงช่อง	ตรวจสอบดูตัวเลขตัวอักษรว่าใส่ตรงด้านหรือไม่ ให้พลิกกลับเพื่อใส่ใหม่ หรือหากมีเศษวัสดุตกอยู่ให้เอาออก
กดตัวอักษรและตัวเลขแล้วไม่มีเสียง	กดไม่ตรงตำแหน่งสวิตซ์ที่วางไว้ ให้กดตรงกลางตัวอักษรและตัวเลขก็จะได้ยินเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
บวกลบเลขแล้วหลอดไฟแสดงผลลัพธ์ไม่ติด	เกิดจากบวก - ลบเลขผิดขั้นตอนหรือลบตัวเลขที่มีตัวตั้งที่ 1 น้อยกว่าตัวตั้งที่ 2 แก้ไขโดยกดสวิตช์รีเซตหรืออ่านคู่มือการใช้งานให้ละเอียดและทำตามขั้นตอนที่กำหนด

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

1) สามารถนำตัวอักษรและตัวเลขออกมาทำความสะอาดได้

2) ทำความสะอาดกล่องโดยใช้ผ้าแห้งเช็ดและควรทำความสะอาดทุกครั้งหลังใช้งาน

3) ตรวจสอบเศษวัสดุที่อาจตกค้างในช่องเสียบตัวอักษรและตัวเลขให้สะอาด

4) เก็บตัวอักษรและตัวเลขในกล่องเก็บหลังการใช้งานทุกครั้งเพื่อป้องกันการหาย

5) ควรเช็ดทำความสะอาดตัวเครื่องเป็นระยะ

5.2 ข้อควรระวัง

1) ระวังมิให้มีสิ่งแปลกปลอมตกลงไปในช่องเสียบตัวอักษรและตัวเลข เพราะอาจทำให้เสียบตัวอักษรและตัวเลขไม่ลง หรือเมื่อกดแล้วทำให้ไม่มีเสียงได้

2) ก่อนการใช้งานทุกครั้งต้องตรวจสอบสภาพการใช้งานของเครื่องว่ามีความพร้อมใช้งานดี

3) อย่าสอดมือหรือเศษวัสดุต่างๆ เข้าไปในส่วนที่ใช้เก็บกล่องตัวอักษรและตัวเลข

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
การวางตัวอักษรและตัวเลข	สามารถวางได้ 36 ตัว คือ A – Z และ 0 - 9
การบวกเลข	บวกได้ตั้งแต่เลข 1 – 9 ผลลัพธ์สูงสุดเท่ากับ 18 ต่ำสุดเท่ากับ 2
การลบเลข	ตัวตั้งที่ 1 ต้องมีค่ามากกว่าตัวตั้งที่ 2 หรือมีค่าเท่ากัน ผลลัพธ์สูงสุดเท่ากับ 8 ต่ำสุดเท่ากับ 0
ความกว้าง	55 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ความยาว	40 เซนติเมตร
สูงสุด	15 เซนติเมตร
ต่ำสุด	7 เซนติเมตร
แหล่งจ่ายไฟ	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 – 60 เฮิรตซ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

รหัสและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-Level Program Memory Lock
- 128 x 8-Bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-Bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low Power Idle and Power Down Modes

Description

The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash Programmable and Erasable Read Only Memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard MCS-51™ instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

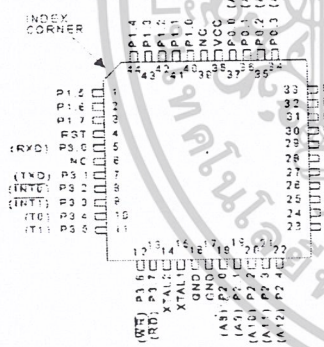
(continued)

Pin Configurations

PDIP



PQFP/TQFP



PLCC



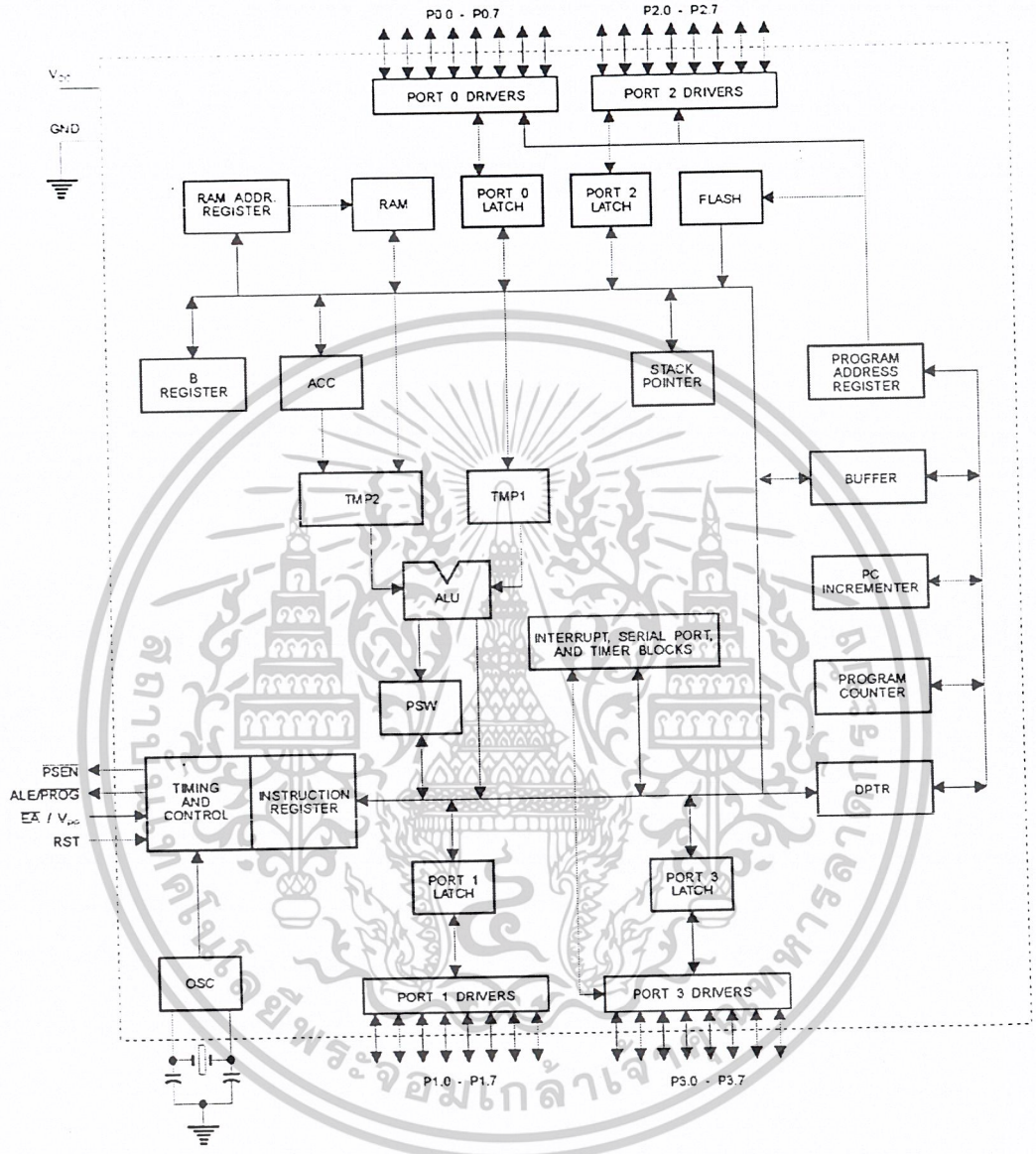
8-Bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

AT89C51

0265F-A-12/97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3. Programming the Flash

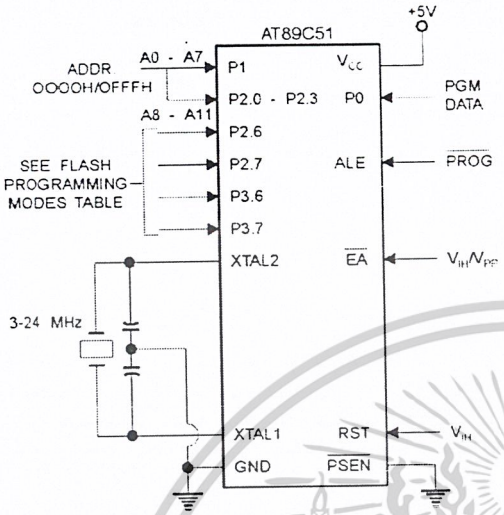
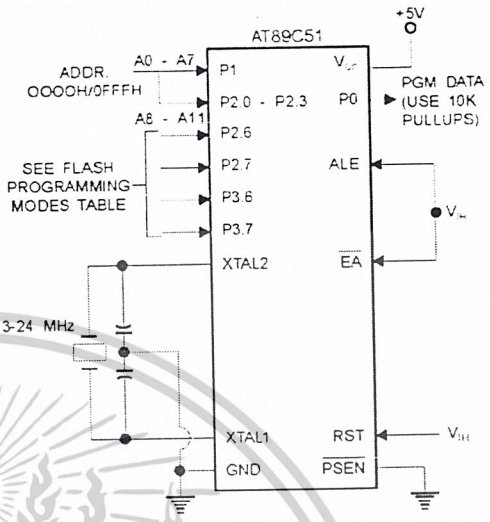


Figure 4. Verifying the Flash



Flash Programming and Verification Characteristics

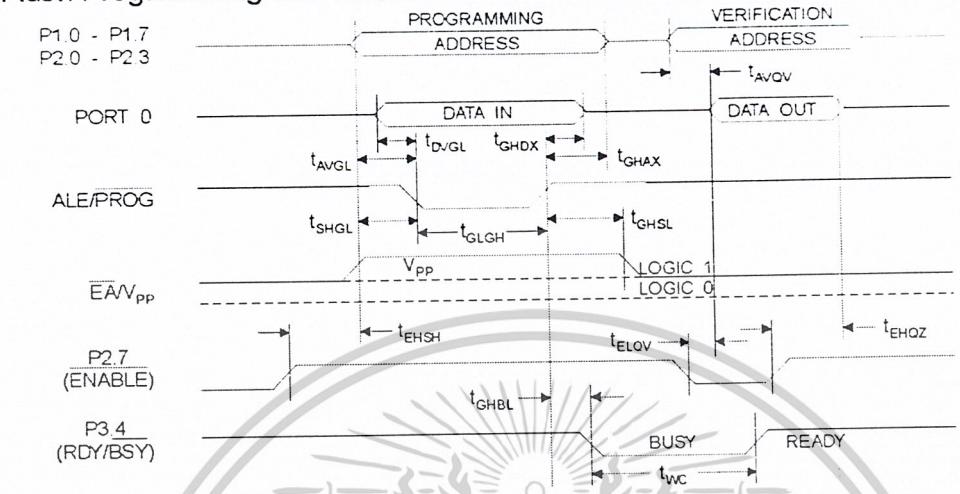
T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}[1]	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}[1]	Programming Enable Current		1.0	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	24	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHAX}	Address Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHDX}	Data Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{EHSH}	P2.7 ($\overline{ENABLE}$) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{PROG}$ Low	10		µs
t_{GHSL}[1]	V_{PP} Hold After $\overline{PROG}$	10		µs
t_{GLGH}	$\overline{PROG}$ Width	1	110	µs
t_{AVQV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{ELQV}	$\overline{ENABLE}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{EHQZ}	Data Float After $\overline{ENABLE}$	0	$48t_{CLCL}$	
t_{GHBL}	$\overline{PROG}$ High to $\overline{BUSY}$ Low		1.0	µs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

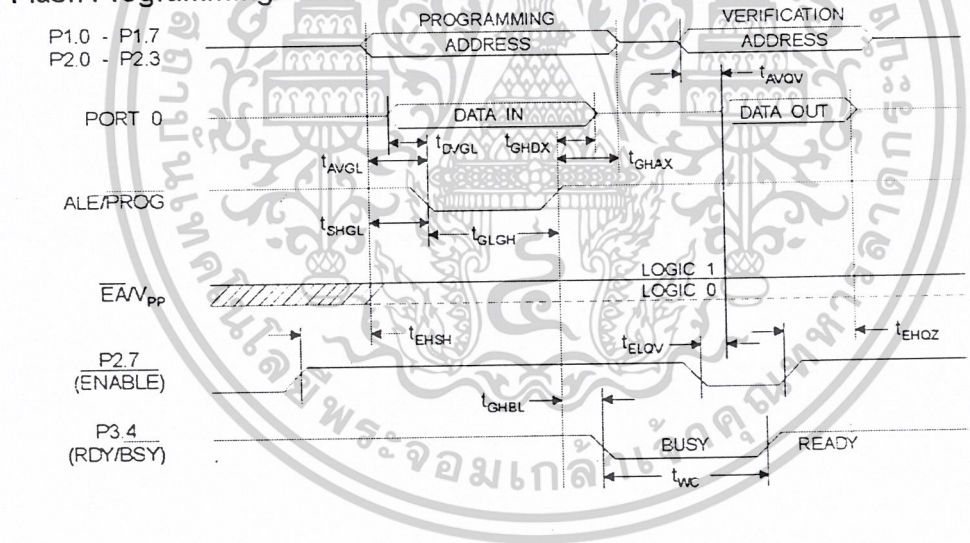
Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming and Verification Waveforms - High Voltage Mode (V_{PP} = 12V)



Flash Programming and Verification Waveforms - Low Voltage Mode (V_{PP} = 5V)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

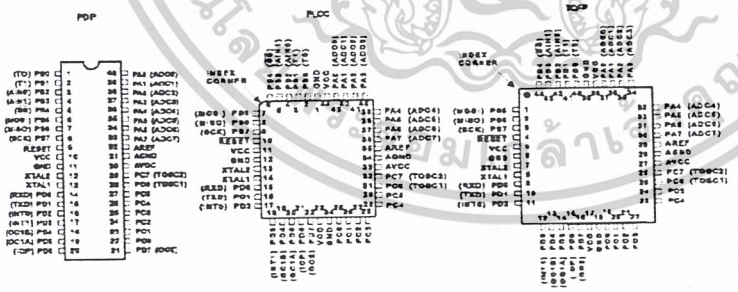
- Utilizes the AVR® Enhanced RISC Architecture
- AVR - High Performance and Low Power RISC Architecture
- 118 Powerful Instructions - Most Single Clock Cycle Execution
- 8K bytes of In-System Programmable Flash AT90S/LS8535
  4K bytes of In-System Programmable Flash AT90S/LS4434
  - SPI Serial Interface for In-System Programming
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- 512 bytes EEPROM AT90S/LS8535
  256 bytes EEPROM AT90S/LS4434
  - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
- 512 bytes Internal SRAM AT90S/LS8535
  256 bytes Internal SRAM AT90S/LS4434
- 8-Channel, 10-Bit ADC
- 32 x 8 General Purpose Working Registers
- 32 Programmable I/O Lines
- Programmable Serial UART
- V_{CC}: 4.0 - 6.0V AT90S4434/AT90S8535
- V_{CC}: 2.7 - 6.0V AT90LS4434/AT90LS8535
- Speed Grades:
  0 - 8 MHz AT90S4434/AT90S8535.
  0 - 4 MHz (AT90LS4434/AT90LS8535
- Power-On Reset Circuit
- Up to 8 MIPS Throughput at 8 MHz
- RTC with Separate Oscillator and Counter Mode
- Two 8-Bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
- One 16-Bit Timer/Counter with Separate Prescaler and Compare and Capture Modes
- 3 PWM channels
- External and Internal Interrupt Sources
- Programmable Watchdog Timer with On-Chip Oscillator
- On-Chip Analog Comparator
- Three Sleep Modes: Idle, Power Save, and Power Down
- Programming Lock for Software Security

Description

The AT90S4434/8535 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR® enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the AT90S4434/8535 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

(continued)

Pin Configurations



ATMEL

8-Bit AVR® Microcontroller with 4K/8K Bytes In-System Programmable Flash

AT90S4434
AT90LS4434
AT90S8535
AT90LS8535
Advance Information

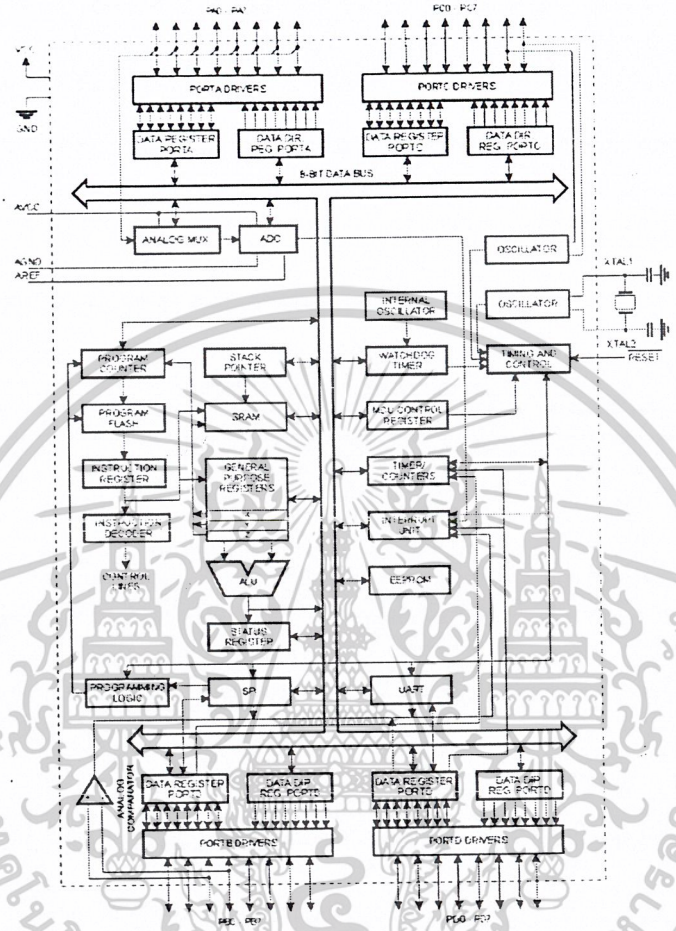
Rev. 1041AS–05/98

ATMEL

Note: This is a summary document. For the complete 80 page document, please visit our website at *www.atmel.com* or e-mail at *literature@atmel.com* and request literature #1041A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

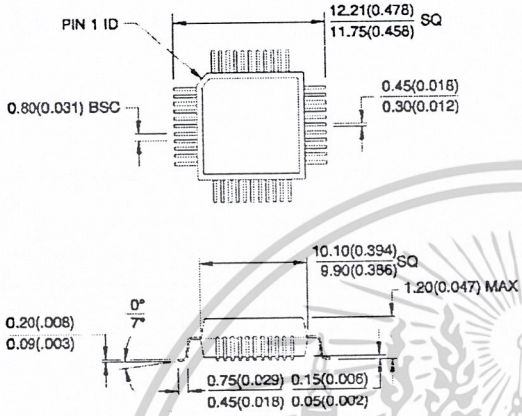
The AT90S4434/8535 provides the following features: 4K/8K bytes of In-System Programmable Flash, 256/512 bytes EEPROM, 256/512 bytes SRAM, 32 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, RTC, three flexible timer/counters with compare modes, internal and external interrupts, a programmable serial UART, 8-channel, 10-bit ADC, programmable Watchdog Timer with internal oscillator, an SPI serial port and three software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the SRAM, timer/counters, SPI port and interrupt system to continue functioning. The Power Down mode saves the register contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or hardware reset. In Power Save mode, the timer oscillator continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping.

The device is manufactured using Atmel's high density non-volatile memory technology. The on-chip ISP Flash

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

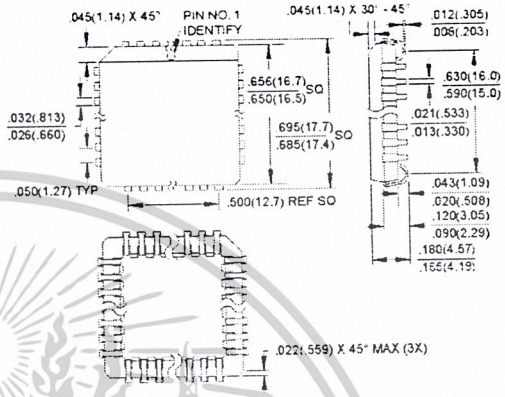
Packaging Information

44A, 44-Lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flat Package (TQFP)
Dimensions in Millimeters and (Inches)

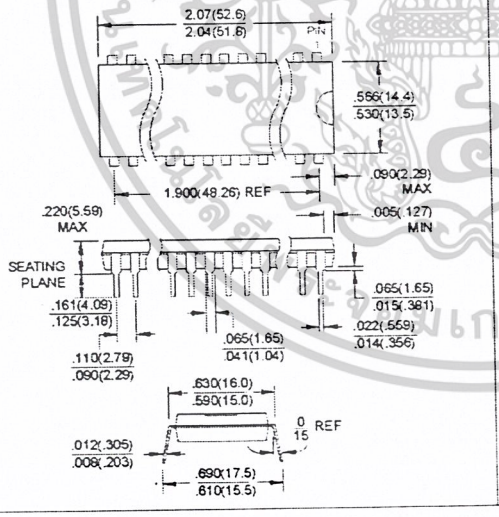


*Controlling dimension: millimeters

44J, 44-Lead, Plastic J-Leaded Chip Carrier (PLCC)
Dimensions in Inches and (Millimeters)



40P6, 40-Lead, 0.600" Wide,
Plastic Dual Inline Package (PDIP)
Dimensions in Inches and (Millimeters)
JEDEC STANDARD MS-011 AC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEXAS INSTRUMENTS

Data sheet acquired from Harris Semiconductor
SCHS033

CD4028B Types

BCD-to-Decimal Decoder

High-Voltage Types (20-Volt Rating)

■ CD4028B types are BCD-to-decimal or binary-to-octal decoders consisting of buffering on all 4 inputs, decoding-logic gates, and 10 output buffers. A BCD code applied to the four inputs, A to D, results in a high level at the selected one of 10 decimal decoded outputs. Similarly, a 3-bit binary code applied to inputs A through C is decoded in octal code at output 0 to 7 if D = "0". High drive capability is provided at all outputs to enhance dc and dynamic performance in high fan-out applications.

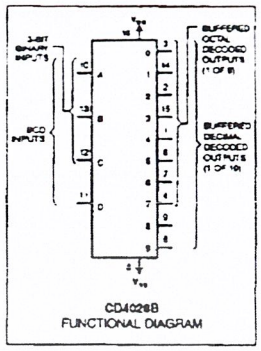
The CD4028B-Series types are supplied in 16-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (D and F suffixes), 16-lead dual-in-line plastic packages (E suffix), and in chip form (H suffix).

Features:

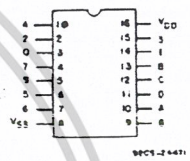
- BCD-to-decimal decoding or binary-to-octal decoding
- High decoded output drive capability
- "Positive logic" inputs and outputs. . . .
  . . . . . decoded outputs go high on selection
- Medium-speed operation. . . .
  t_{PHL}, t_{PLH} = 80 ns (typ.) @ V_{DD} = 10 V
- Standardized, symmetrical output characteristics
- 100% tested for quiescent current at 20 V
- Maximum input current of 1 μA at 18 V over full package-temperature range; 100 nA at 18 V and 25°C
- Noise margin (over full package-temperature range):
  1 V at V_{DD} = 5 V
  2 V at V_{DD} = 10 V
  2.5 V at V_{DD} = 15 V
- 5-V, 10-V, and 15-V parametric ratings
- Meets all requirements of JEDEC Tentative Standard No. 13B, "Standard Specifications for Description of 'B' Series CMOS Devices"

Applications:

- Code conversion
- Indicator-tube decoder
- Address decoding—memory selection control



CD4028B
FUNCTIONAL DIAGRAM



Top View
TERMINAL DIAGRAM

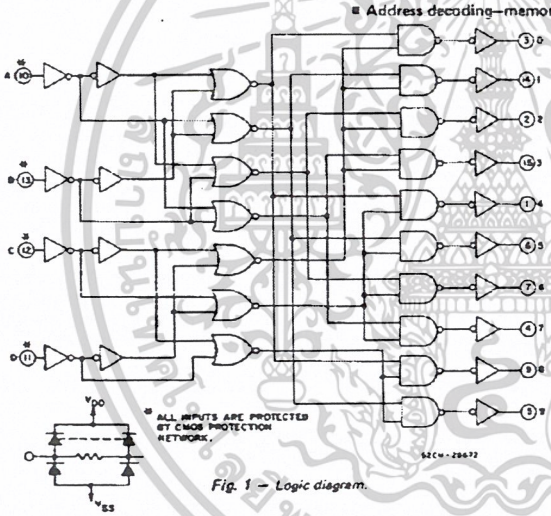


Fig. 1 – Logic diagram.

TABLE I – TRUTH TABLE

D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1 = HIGH LEVEL 0 = LOW LEVEL

MAXIMUM RATINGS, *Absolute-Maximum Values:*

DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE, (V_{DD})
(Voltages referenced to V_{SS} Terminal) ..... -0.5V to +20V
INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS ..... -0.5V to V_{DD} +0.5V
DC INPUT CURRENT, ANY ONE INPUT ..... ±10mA
POWER DISSIPATION PER PACKAGE (P_D):
For T_A = -55°C to +100°C 500mW
For T_A = +100°C to +125°C ..... Derate Linearly at 12mW/°C to 200mW
DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR
FOR T_A = FULL PACKAGE-TEMPERATURE RANGE (All Package Types) 100mW
OPERATING-TEMPERATURE RANGE (T_A) ..... -55°C to +125°C
STORAGE TEMPERATURE RANGE (T_{stg}) ..... -65°C to +150°C
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING):
At distance 1/16 ± 1/32 inch (1.59 ± 0.79mm) from case for 10s max ..... +265°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE II – CODE CONVERSION CHART

INPUTS				INPUT CODES					OUTPUT NUMBER																	
				Hexa-Decimal		Decimal																				
D	C	B	A	4-BIT BINARY	4-BIT GRAY	EXCESS-3	EXCESS-3 GRAY	AIKEN 4-2-2-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0	0	0	0	0			0 0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1			1 1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	2	3		0	2 2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	3	2	0	3	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	4	7	1	4	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	5	6	2			0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	6	4	3	1	3 4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	7	5	4	2		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	8	15	5			0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	9	14	6		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	10	12	7	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	11	13	8		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	12	8	9	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	13	9		6	7 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	1	0	14	11		8	8 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	1	15	10		7	9 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

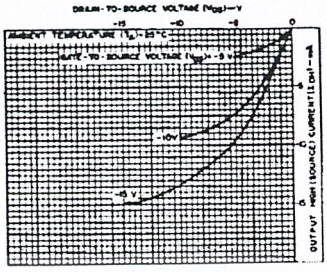


Fig. 6 – Minimum output high (source) current characteristics.

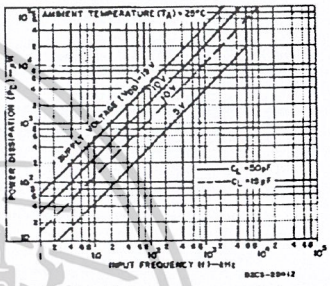


Fig. 7 – Typical dynamic power dissipation as a function of input frequency.

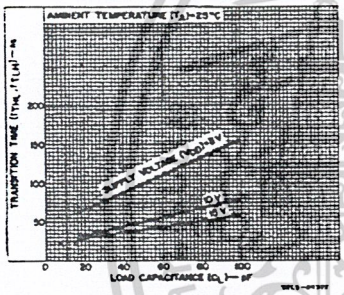


Fig. 8 – Typical transition time as a function of load capacitance.

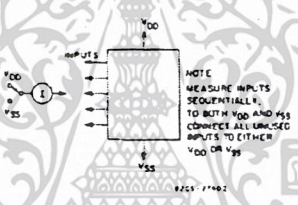


Fig. 9 – Input current test circuit.

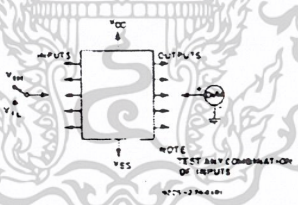


Fig. 11 – Input voltage test circuit.

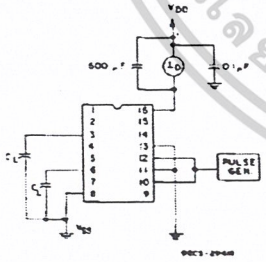


Fig. 10 – Dynamic power dissipation test circuit.

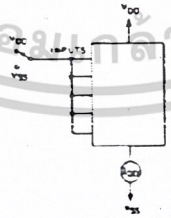


Fig. 12 – Quiescent device current test circuit.

TYPICAL APPLICATIONS

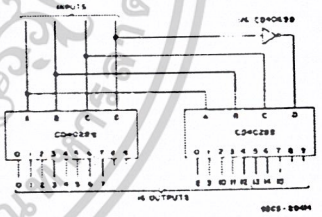


Fig. 13 – Code conversion circuit.

The circuit shown in Fig.13 converts any 4-bit code to a decimal or hexadecimal code. Table 2 shows a number of codes and the decimal or hexadecimal number in these codes which must be applied to the input terminals of the CD4028B to select a particular output. For example, in order to get a high on output No. 8 the input must be either an 8 expressed in 4 Bit Binary code, a 15 expressed in 4-Bit Gray code, or a 5 expressed in Excess 3 code.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Octal D-type transparent latch; 3-state | 74HC/HCT573

FEATURES

- Inputs and outputs on opposite sides of package allowing easy interface with microprocessors
- Useful as input or output port for microprocessors/microcomputers
- 3-state non-inverting outputs for bus oriented applications
- Common 3-state output enable input
- Functionally identical to the "563" and "373"
- Output capability: bus driver
- I_{CC} category: MSI

GENERAL DESCRIPTION

The 74HC/HCT573 are high-speed Si-gate CMOS devices and are pin compatible with low power Schottky TTL (LSTTL). They are specified in compliance with JEDEC standard no. 7A.

The 74HC/HCT573 are octal D-type transparent latches featuring separate D-type inputs for each latch and 3-state outputs for bus oriented applications.
A latch enable (LE) input and an output enable ($\overline{OE}$) input are common to all latches.

The "573" consists of eight D-type transparent latches with 3-state true outputs. When LE is HIGH, data at the D_n inputs enter the latches. In this condition the latches are transparent, i.e. a latch output will change state each time its corresponding D-input changes.

When LE is LOW the latches store the information that was present at the D-inputs a set-up time preceding the HIGH-to-LOW transition of LE.
When $\overline{OE}$ is LOW, the contents of the 8 latches are available at the outputs.
When $\overline{OE}$ is HIGH, the outputs go to the high impedance OFF-state.
Operation of the $\overline{OE}$ input does not affect the state of the latches.

The "573" is functionally identical to the "563" and "373", but the "563" has inverted outputs and the "373" has a different pin arrangement.

QUICK REFERENCE DATA

GND = 0 V; T_{amb} = 25 °C; $t_r = t_f$ = 6 ns

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYPICAL		UNIT
			HC	HCT	
t_{PHL}/t_{PLH}	propagation delay	C_L = 15 pF; V_{CC} = 5 V			
	D_n to Q_n		14	17	ns
	LE to Q_n		15	15	ns
C_I	input capacitance		3.5	3.5	pF
C_{PD}	power dissipation capacitance per latch	notes 1 and 2	26	26	pF

Notes

1. C_{PD} is used to determine the dynamic power dissipation (P_D in µW):
   $P_D = C_{PD} \times V_{CC}^2 \times f_i + \Sigma (C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$ where:
   f_i = input frequency in MHz; f_o = output frequency in MHz
   $\Sigma (C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$ = sum of outputs
   C_L = output load capacitance in pF; V_{CC} = supply voltage in V
2. For HC the condition is V_I = GND to V_{CC}; for HCT the condition is V_I = GND to V_{CC} − 1.5 V

ORDERING INFORMATION

See "74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Information".

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTION

PIN NO.	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	D_0 to D_7	data inputs
11	LE	latch enable input (active HIGH)
1	$\overline{OE}$	3-state output enable input (active LOW)
10	GND	ground (0 V)
19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12	Q_0 to Q_7	3-state latch outputs
20	V_{CC}	positive supply voltage

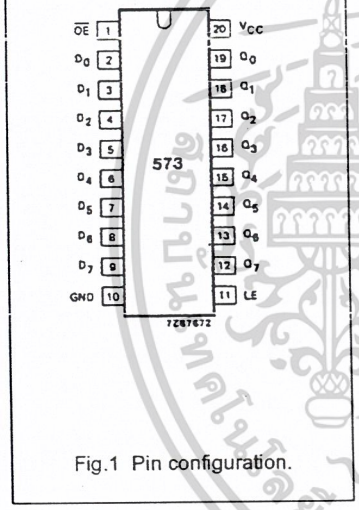


Fig.1 Pin configuration.

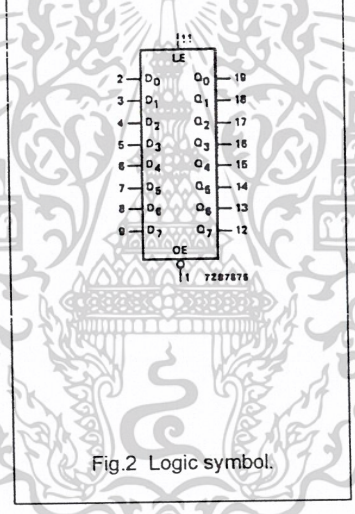


Fig.2 Logic symbol.

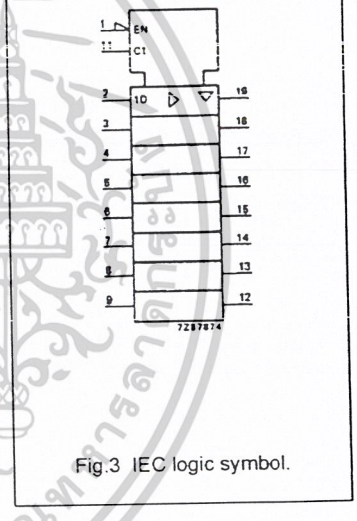


Fig.3 IEC logic symbol.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

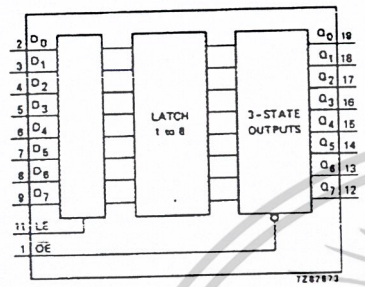


Fig.4 Functional diagram.

FUNCTION TABLE

OPERATING MODES	INPUTS			INTERNAL LATCHES	OUTPUTS
	$\overline{OE}$	LE	D_N		Q_0 to Q_7
enable and read register (transparent mode)	L	H	L	L	L
	L	H	H	H	H
latch and read register	L	L	l	L	L
	L	L	h	H	H
latch register and disable outputs	H	L	l	L	Z
	H	L	h	H	Z

Notes

1. H = HIGH voltage level
   h = HIGH voltage level one set-up time prior to the HIGH-to-LOW LE transition
   L = LOW voltage level
   l = LOW voltage level one set-up time prior to the HIGH-to-LOW LE transition
   Z = high impedance OFF-state

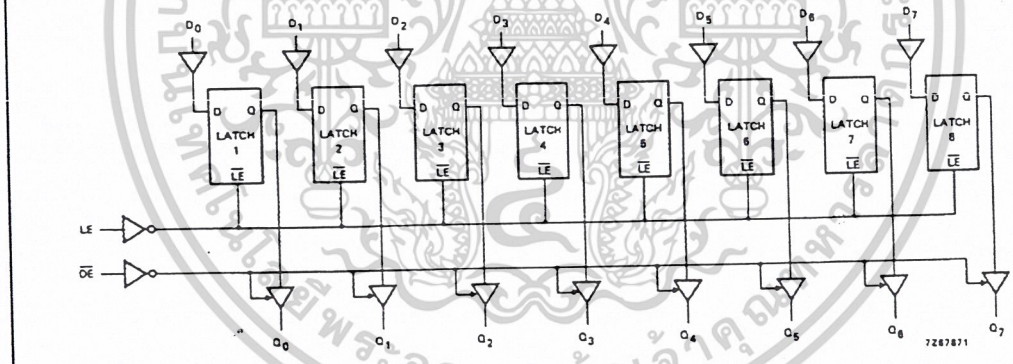


Fig.5 Logic diagram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESCRIPTION

The 555 monolithic timing circuit is a highly stable controller capable of producing accurate time delays, or oscillation. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and the duty cycle are both accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output structure can source or sink up to 200 mA.

PIN CONFIGURATION

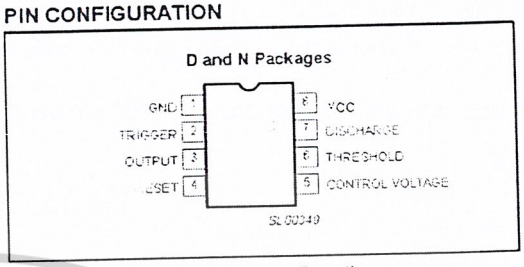


Figure 1. Pin configuration

FEATURES

- Turn-off time less than 2 µs
- Max. operating frequency greater than 500 kHz
- Timing from microseconds to hours
- Operates in both astable and monostable modes
- High output current
- Adjustable duty cycle
- TTL compatible
- Temperature stability of 0.005% per °C

BLOCK DIAGRAM

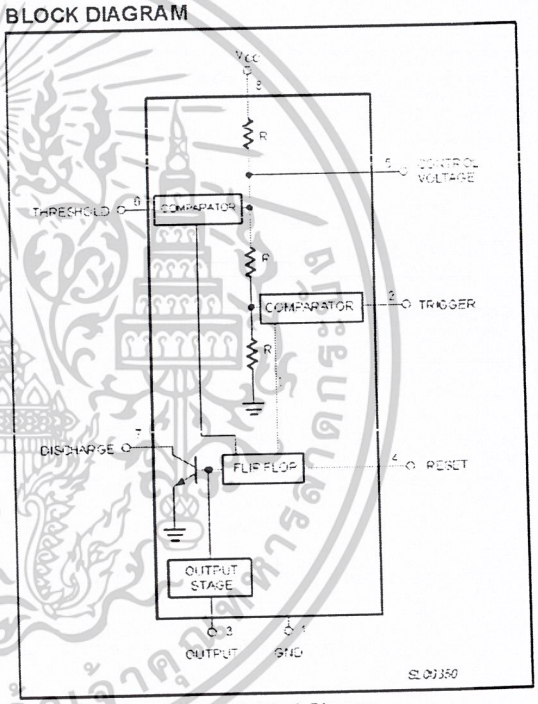


Figure 2. Block Diagram

APPLICATIONS

- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation

ORDERING INFORMATION

DESCRIPTION	TEMPERATURE RANGE	ORDER CODE	DWG #
8-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	0 to +70 °C	NE555D	SOT96-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0 to +70 °C	NE555N	SOT97-1
8-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	–40 °C to +85 °C	SA555D	SOT96-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	–40 °C to +85 °C	SA555N	SOT97-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	–55 °C to +125 °C	SE555CN	SOT97-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	–55 °C to +125 °C	SE555N	SOT97-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EQUIVALENT SCHEMATIC

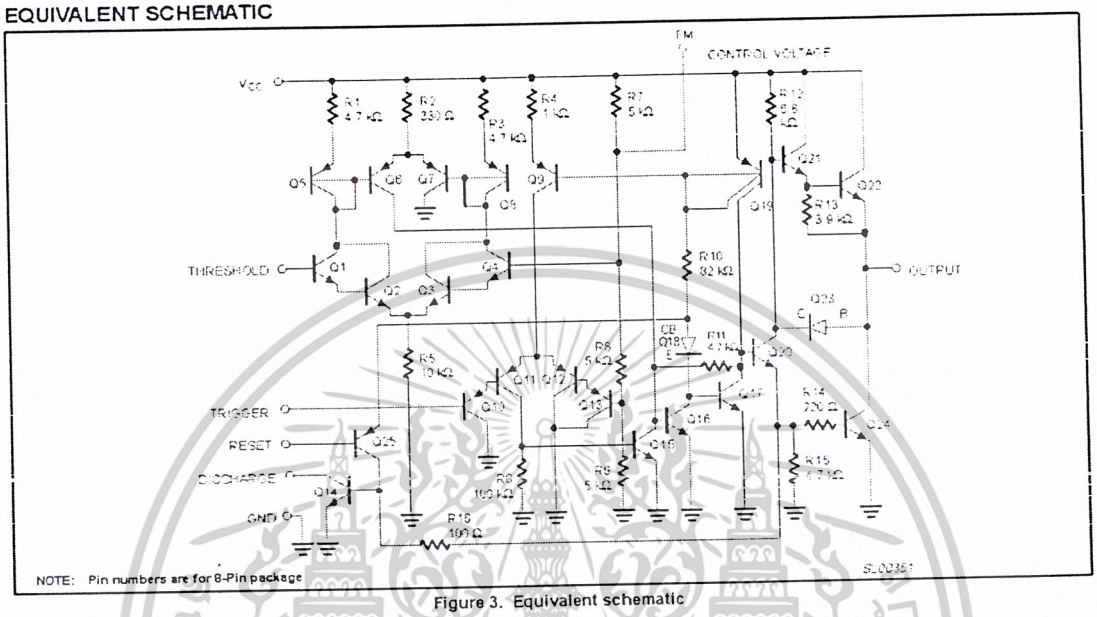


Figure 3. Equivalent schematic

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

SYMBOL	PARAMETER	RATING	UNIT
V_{CC}	Supply voltage SE555 NE555, SE555C, SA555	 +18 +16	 V V
P_D	Maximum allowable power dissipation[1]	600	mW
T_{amb}	Operating ambient temperature range NE555 SA555 SE555, SE555C	 0 to +70 –40 to +85 –55 to +125	 °C °C °C
T_{stg}	Storage temperature range	–65 to +150	°C
T_{SOLD}	Lead soldering temperature (10 sec max)	+230	°C

NOTE:
1. The junction temperature must be kept below 125 °C for the D package and below 150°C for the N package.
At ambient temperatures above 25 °C, where this limit would be derated by the following factors:
D package 160 °C/W
N package 100 °C/W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC AND AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

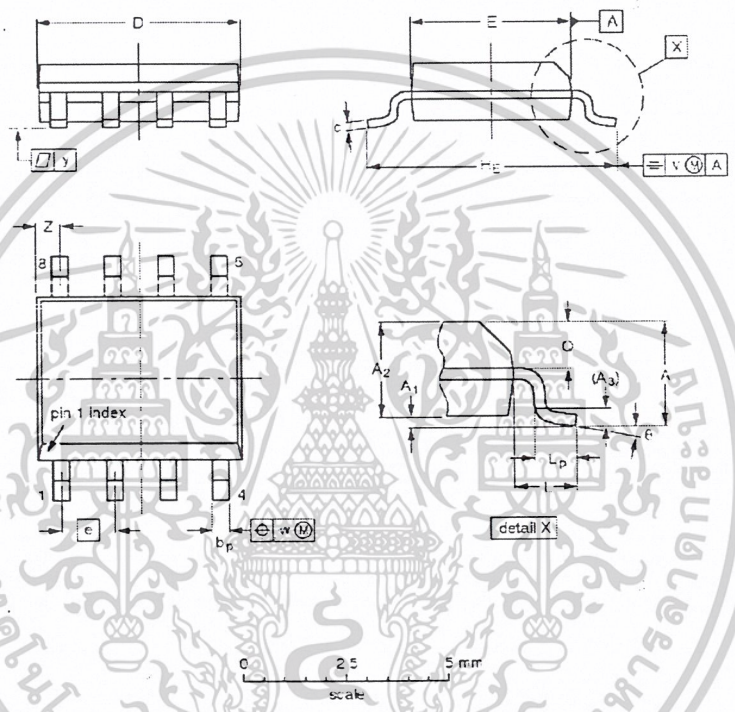
T_{amb} = 25 °C. V_{CC} = +5 V to +15 V unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	SE555			NE555/SA555/SE555C			UNIT
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_{CC}	Supply voltage		4.5		18	4.5		16	V
I_{CC}	Supply current (low state)[1]	V_{CC} = 5 V, R_L = ∞		3	5		3	6	mA
		V_{CC} = 15 V, R_L = ∞		10	12		10	15	mA
t_M	Timing error (monostable)	R_A = 2 kΩ to 100 kΩ							
	Initial accuracy[2]	C=0.1 µF		0.5	2.0		1.0	3.0	%
$\Delta t_M/\Delta T$	Drift with temperature			30	100		50	150	ppm/°C
$\Delta t_M/\Delta V_S$	Drift with supply voltage			0.05	0.2		0.1	0.5	%/V
t_A	Timing error (astable)	R_A, R_B = 1 kΩ to 100 kΩ							
	Initial accuracy[2]	C = 0.1 µF		4	6		5	13	%
$\Delta t_A/\Delta T$	Drift with temperature	V_{CC} = 15 V			500			500	ppm/°C
$\Delta t_A/\Delta V_S$	Drift with supply voltage			0.15	0.6		0.3	1	%/V
V_C	Control voltage level	V_{CC} = 15 V	9.6	10.0	10.4	9.0	10.0	11.0	V
		V_{CC} = 5 V	2.9	3.33	3.8	2.6	3.33	4.0	V
V_{TH}	Threshold voltage	V_{CC} = 15 V	9.4	10.0	10.6	8.8	10.0	11.2	V
		V_{CC} = 5 V	2.7	3.33	4.0	2.4	3.33	4.2	V
I_{TH}	Threshold current[3]			0.1	0.25		0.1	0.25	µA
V_{TRIG}	Trigger voltage	V_{CC} = 15 V	4.8	5.0	5.2	4.5	5.0	5.6	V
		V_{CC} = 5 V	1.45	1.67	1.9	1.1	1.67	2.2	V
I_{TRIG}	Trigger current	V_{TRIG} = 0 V		0.5	0.9		0.5	2.0	µA
V_{RESET}	Reset voltage[4]	V_{CC} = 15 V, V_{TH} = 10.5 V	0.3		1.0	0.3		1.0	V
I_{RESET}	Reset current	V_{RESET} = 0.4 V		0.1	0.4		0.1	0.4	mA
	Reset current	V_{RESET} = 0 V		0.4	1.0		0.4	1.5	mA
V_{OL}	LOW-level output voltage	V_{CC} = 15 V							
		I_{SINK} = 10 mA		0.1	0.15		0.1	0.25	V
		I_{SINK} = 50 mA		0.4	0.5		0.4	0.75	V
		I_{SINK} = 100 mA		2.0	2.2		2.0	2.5	V
		I_{SINK} = 200 mA		2.5			2.5		V
		V_{CC} = 5 V							
		I_{SINK} = 8 mA		0.1	0.25		0.3	0.4	V
		I_{SINK} = 5 mA		0.05	0.2		0.25	0.35	V
V_{OH}	HIGH-level output voltage	V_{CC} = 15 V							
		I_{SOURCE} = 200 mA		12.5			12.5		V
		I_{SOURCE} = 100 mA	13.0	13.3		12.75	13.3		V
		V_{CC} = 5 V							
		I_{SOURCE} = 100 mA	3.0	3.3		2.75	3.3		V
t_{OFF}	Turn-off time[5]	V_{RESET} = V_{CC}		0.5	2.0		0.5	2.0	µs
t_R	Rise time of output			100	200		100	300	ns
t_F	Fall time of output			100	200		100	300	ns
	Discharge leakage current			20	100		20	100	nA

NOTES:
1. Supply current when output high typically 1 mA less.
2. Tested at V_{CC} = 5 V and V_{CC} = 15 V.
3. This will determine the max value of R_A+R_B, for 15 V operation, the max total R = 10 MΩ, and for 5 V operation, the max. total R = 3.4 MΩ.
4. Specified with trigger input HIGH.
5. Time measured from a positive-going input pulse from 0 to 0.8×V_{CC} into the threshold to the drop from HIGH to LOW of the output. Trigger is tied to threshold.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SO8: plastic small outline package; 8 leads; body width 3.9 mm **SOT96-1**



DIMENSIONS (inch dimensions are derived from the original mm dimensions)

UNIT	A max.	A_1	A_2	A_3	b_p	c	$D^{(1)}$	$E^{(2)}$	e	H_E	L	L_p	Q	v	w	y	$Z^{(1)}$	θ
mm	1.75	0.25 0.10	1.45 1.25	0.25	0.49 0.36	0.25 0.19	5.0 4.8	4.0 3.8	1.27	6.2 5.8	1.05	1.0 0.4	0.7 0.6	0.25	0.25	0.1	0.7 0.3	8° 0°
inches	0.069	0.010 0.004	0.057 0.049	0.01	0.019 0.014	0.0100 0.0075	0.20 0.19	0.16 0.15	0.050	0.244 0.228	0.041	0.039 0.016	0.028 0.024	0.01	0.01	0.004	0.028 0.012	

Notes

1. Plastic or metal protrusions of 0.15 mm maximum per side are not included.
2. Plastic or metal protrusions of 0.25 mm maximum per side are not included.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT96-1	076E03	MS-012				~~97-05-22~~ 99-12-27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

February 1995

LM78XX Series Voltage Regulators

General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expanded to make the LM78XX series of regulators easy to use and mininize the number of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

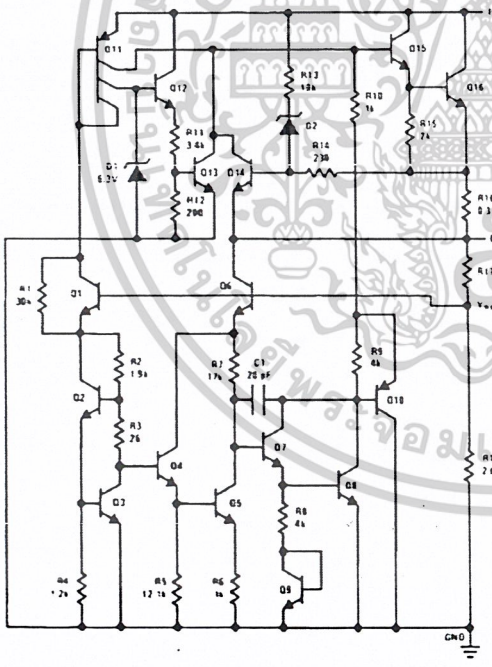
Features

- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

Schematic and Connection Diagrams



TL/H/7746-1

Metal Can Package
TO-3 (K)
Aluminum

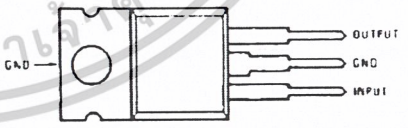


TL/H/7746-2

Bottom View

Order Number LM7805CK, LM7812CK or LM7815CK
See NS Package Number KC02A

Plastic Package
TO-220 (T)



TL/H/7746-3

Top View

Order Number LM7805CT, LM7812CT or LM7815CT
See NS Package Number T03B

©1995 National Semiconductor Corporation TL/H/7746

RRD-B30M115/Printed in U.S.A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Input Voltage (V_O = 5V, 12V and 15V)	35V
Internal Power Dissipation (Note 1)	Internally Limited
Operating Temperature Range (T_A)	0°C to + 70°C
Maximum Junction Temperature (K Package)	150°C
(T Package)	150°C
Storage Temperature Range	−65°C to + 150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)	
TO-3 Package K	300°C
TO-220 Package T	230°C

Electrical Characteristics LM78XXC (Note 2) 0°C ≤ Tj ≤ 125°C unless otherwise noted

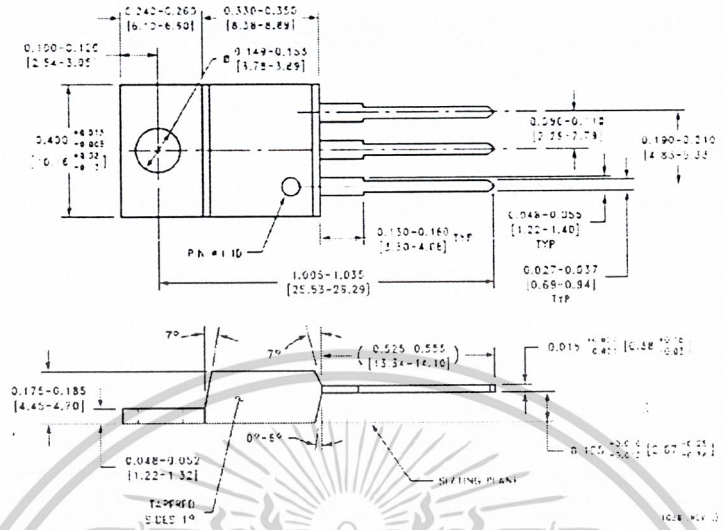
Output Voltage				5V			12V			15V			Units
Input Voltage (unless otherwise noted)				10V			19V			23V			
Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_O	Output Voltage	T_j = 25°C, 5 mA ≤ I_O ≤ 1A		4.8	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.6	V
		P_D ≤ 15W, 5 mA ≤ I_O ≤ 1A		4.75		5.25	11.4		12.6	14.25		15.75	V
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		(7.5 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(14.5 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(17.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
ΔV_O	Line Regulation	I_O = 500 mA	T_j = 25°C		3	50		4	120		4	150	mV
			ΔV_{IN}	(7 ≤ V_{IN} ≤ 25)			14.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			(17.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
			0°C ≤ T_j ≤ + 125°C			50			120			150	mV
			ΔV_{IN}	(8 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(15 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(18.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
		I_O ≤ 1A	T_j = 25°C			50			120			150	mV
			ΔV_{IN}	(7.5 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(14.6 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(17.7 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
			0°C ≤ T_j ≤ + 125°C			25			60			75	mV
			ΔV_{IN}	(8 ≤ V_{IN} ≤ 12)			(16 ≤ V_{IN} ≤ 22)			(20 ≤ V_{IN} ≤ 26)			V
ΔV_O	Load Regulation	T_j = 25°C	5 mA ≤ I_O ≤ 1.5A		10	50		12	120		12	150	mV
			250 mA ≤ I_O ≤ 750 mA			25			60			75	mV
		5 mA ≤ I_O ≤ 1A, 0°C ≤ T_j ≤ + 125°C				50			120			150	mV
I_Q	Quiescent Current	I_O ≤ 1A	T_j = 25°C			8			8			8	mA
			0°C ≤ T_j ≤ + 125°C			8.5			8.5			8.5	mA
ΔI_Q	Quiescent Current Change	5 mA ≤ I_O ≤ 1A				0.5			0.5			0.5	mA
		T_j = 25°C, I_O ≤ 1A				1.0			1.0			1.0	mA
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		(7.5 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(14.8 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(17.9 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
		I_O ≤ 500 mA, 0°C ≤ T_j ≤ + 125°C				1.0			1.0			1.0	mA
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		(7 ≤ V_{IN} ≤ 25)			(14.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			(17.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
V_N	Output Noise Voltage	T_A = 25°C, 10 Hz ≤ f ≤ 100 kHz			40			75			90		μV
$\frac{\Delta V_{IN}}{\Delta V_{OUT}}$	Ripple Rejection	f = 120 Hz	I_O ≤ 1A, T_j = 25°C or	62	80		55	72		54	70		dB
			I_O ≤ 500 mA	62			55			54			dB
			0°C ≤ T_j ≤ + 125°C										
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		(8 ≤ V_{IN} ≤ 18)			(15 ≤ V_{IN} ≤ 25)			(18.5 ≤ V_{IN} ≤ 28.5)			V
R_O	Dropout Voltage	T_j = 25°C, I_{OUT} = 1A			2.0			2.0			2.0		V
	Output Resistance	f = 1 kHz			8			18			19		mΩ
	Short-Circuit Current	T_j = 25°C			2.1			1.5			1.2		A
	Peak Output Current	T_j = 25°C			2.4			2.4			2.4		A
	Average TC of V_{OUT}	0°C ≤ T_j ≤ + 125°C, I_O = 5 mA			0.6			1.5			1.8		mV/°C
V_{IN}	Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	T_j = 25°C, I_O ≤ 1A			7.5		14.6			17.7			V

Note 1: Thermal resistance of the TO-3 package (K, KC) is typically 4°C/W junction to case and 35°C/W case to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package (T) is typically 4°C/W junction to case and 50°C/W case to ambient.

Note 2: All characteristics are measured with capacitor across the input of 0.22 μF, and a capacitor across the output of 0.1 μF. All characteristics except noise voltage and ripple rejection ratio are measured using pulse techniques (t_w < 10 ms, duty cycle < 5%). Output voltage changes due to changes in internal temperature must be taken into account separately.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



TO-220 Package (T)
Order Number LM7805CT, LM7812CT or LM7815CT
NS Package Number T03B

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.

2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

National Semiconductor Corporation
1111 West Bardin Road
Arlington, TX 76017
Tel: 1(800) 272-9959
Fax: 1(800) 737-7018

National Semiconductor Europe
Fax: (+49) 0-180-530 85 86
Email: cnwge@tevm2.nsc.com
Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85
English Tel: (+49) 0-180-532 78 32
Français Tel: (+49) 0-180-532 93 58
Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

National Semiconductor Hong Kong Ltd.
13th Floor, Straight Block,
Ocean Centre, 5 Canton Rd
Tsimshatsui, Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2737-1600
Fax: (852) 2736-9960

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-043-299-2309
Fax: 81-043-299-2408

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

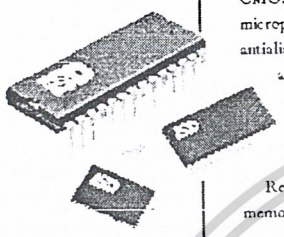
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Product Brief

ChipCorder®

ISD2500 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices
32-, 40-, 48-, 64-, 60-, 75-, 90- and 120-Second Durations



The ISD2500 ChipCorder® Series provides high-quality, single-chip record/playback solutions for 32- to 120-second messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone preamplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, speaker amplifier and high density multilevel storage array. In addition, the ISD2500 is microcontroller compatible, allowing complex messaging and addressing to be achieved.

Recordings are stored in on-chip nonvolatile memory cells, providing zero-power message storage. This unique, single-chip solution is made possible through ISD's patented multilevel storage technology. Voice and audio signals are stored directly into memory in their natural form, providing high-quality, solid-state voice reproduction.

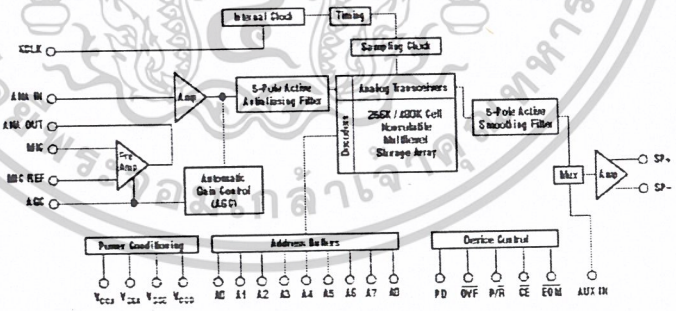
ISD2500 SERIES CAN BE USED IN VARIOUS APPLICATIONS:

- Personal message recorders
- Medical applications
- Caller ID systems
- Point of sale displays
- Announcement systems
- Toys
- Pagers
- Car stereos
- Security systems

FEATURES

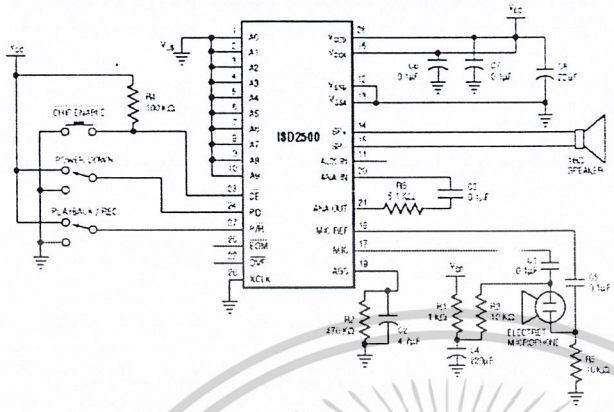
- Easy-to-use single-chip voice record/playback solution
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- Manual switch or microcontroller compatible playback can be edge- or level-activated
- Single-chip durations of 32, 40, 48, 64, 60, 75, 90, and 120 seconds
- Directly cascadable for longer durations
- Automatic Power-Down (Push-Button Mode)
- Standby current 1µA (typical)
- Zero-power message storage
- Eliminates battery backup circuits
- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)
- 100,000 record cycles (typical)
- On-chip clock source
- Programmer support for play-only applications
- Single +5 volt power supply
- Available in die form, PDIP, SOIC and TSOP packaging
- Industrial temperature (– 40°C to +85°C) versions available

ISD2500 SERIES BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISD2560 SERIES APPLICATION EXAMPLE



ISD2500 SERIES PACKAGE AND TEMPERATURE AVAILABILITY

	ISD2532 (32 Seconds)				ISD2540 (40 Seconds)				ISD2548 (48 Seconds)				ISD2564 (64 Seconds)			
	TSOP	PDIP	SOIC	DIE	TSOP	PDIP	SOIC	DIE	TSOP	PDIP	SOIC	DIE	TSOP	PDIP	SOIC	DIE
Commercial Die (0° to +50°)			•				•				•					•
Commercial Packaged (0° to +70°)	•	•			•	•			•	•			•			
Industrial (–40° to +85°)	•	•			•	•										

	ISD2560 (60 Seconds)				ISD2575 (75 Seconds)				ISD2590 (90 Seconds)				ISD25120 (120 Seconds)			
	TSOP	PDIP	SOIC	DIE	TSOP	PDIP	SOIC	DIE	TSOP	PDIP	SOIC	DIE	TSOP	PDIP	SOIC	DIE
Commercial Die (0° to +50°)			•				•				•					•
Commercial Packaged (0° to +70°)	•	•	•		•	•	•		•	•	•		•	•		

ORDERING THE ISD2500 PRODUCTS

ISD25__-__

Product Series	*Duration*	*Package Type*	*Special Temperature Suffix*
ISD2500 Series	32 = 32 seconds	E = 28 Lead 8 x 14 mm TSOP	Blank = Commercial Die (0°C to +50°C) or Commercial Packaged (0°C to +70°C)
	40 = 40 seconds	P = 28 Lead 0.600-inch PDIP	
	48 = 48 seconds	S = 28 Lead 0.300-inch SOIC	
	64 = 64 seconds	X = Die	
	60 = 60 seconds		I = Industrial (–40°C to +85°C)
	75 = 75 seconds		
	90 = 90 seconds		
	120 = 120 seconds		

ISO9001 CERTIFIED

ISD and ChipCorder are registered trademarks of ISD.
Printed in the U.S.A. ISD2500PB1-99

A Winbond Company

To Order Products or More Information:

ADDRESS
2727 N. First Street
San Jose, CA 95134

PHONE
1-800-677-0769 (US Only)
408-943-6666
408-544-1786 (Fax)

WEBSITE
www.isd.com

e-mail
info@isd.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ChipCorder®
TECHNOLOGY BY ISD

APPLICATION INFORMATION FOR ALL ISD ChipCorder PRODUCTS

Address Segment Resolution

	Address Inputs											Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
												1016A 1416 2532 2560	1110 1210 1020A 1420 2540 2575	1212 2548 2590	2564 25120	33060 33120	33075 33150	33090 33180	33120-4 33240
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0									
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0 1	0.1	0.125	0.15	0.2	0.15	0.1875	0.225	0.3
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0 2	0.2	0.25	0.3	0.4	0.3	0.375	0.45	0.6
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0 3	0.3	0.375	0.45	0.6	0.45	0.5625	0.675	0.9
4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0 4	0.4	0.5	0.6	0.8	0.6	0.75	0.9	1.2
5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0 5	0.5	0.625	0.75	1	0.75	0.9375	1.125	1.5
6	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0 6	0.6	0.75	0.9	1.2	0.9	1.125	1.35	1.8
7	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0 7	0.7	0.875	1.05	1.4	1.05	1.3125	1.575	2.1
8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0 8	0.8	1	1.2	1.6	1.2	1.5	1.8	2.4
9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0 9	0.9	1.125	1.35	1.8	1.35	1.6875	2.025	2.7
10	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0 A	1	1.25	1.5	2	1.5	1.875	2.25	3
11	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0 B	1.1	1.375	1.65	2.2	1.65	2.0625	2.475	3.3
12	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0 C	1.2	1.5	1.8	2.4	1.8	2.25	2.7	3.6
13	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0 D	1.3	1.625	1.95	2.6	1.95	2.4375	2.925	3.9
14	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0 E	1.4	1.75	2.1	2.8	2.1	2.625	3.15	4.2
15	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0 F	1.5	1.875	2.25	3	2.25	2.8125	3.375	4.5
16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1 0	1.6	2	2.4	3.2	2.4	3	3.6	4.8
17	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1 1	1.7	2.125	2.55	3.4	2.55	3.1875	3.825	5.1
18	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1 2	1.8	2.25	2.7	3.6	2.7	3.375	4.05	5.4
19	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1 3	1.9	2.375	2.85	3.8	2.85	3.5625	4.275	5.7
20	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1 4	2	2.5	3	4	3	3.75	4.5	6
21	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1 5	2.1	2.625	3.15	4.2	3.15	3.9375	4.725	6.3
22	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1 6	2.2	2.75	3.3	4.4	3.3	4.125	4.95	6.6
23	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1 7	2.3	2.875	3.45	4.6	3.45	4.3125	5.175	6.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
												1016A	1110 1210 1020A	1212					
												1416	1420						
	Address Inputs											2532	2540	2548	2564	33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
24	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1 8	2.4	3	3.6	4.8	3.6	4.5	5.4	7.2
25	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1 9	2.5	3.125	3.75	5	3.75	4.6875	5.625	7.5
26	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1 A	2.6	3.25	3.9	5.2	3.9	4.875	5.85	7.8
27	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1 B	2.7	3.375	4.05	5.4	4.05	5.0625	6.075	8.1
28	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1 C	2.8	3.5	4.2	5.6	4.2	5.25	6.3	8.4
29	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1 D	2.9	3.625	4.35	5.8	4.35	5.4375	6.525	8.7
30	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1 E	3	3.75	4.5	6	4.5	5.625	6.75	9
31	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1 F	3.1	3.875	4.65	6.2	4.65	5.8125	6.975	9.3
32	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2 0	3.2	4	4.8	6.4	4.8	6	7.2	9.6
33	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2 1	3.3	4.125	4.95	6.6	4.95	6.1875	7.425	9.9
34	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2 2	3.4	4.25	5.1	6.8	5.1	6.375	7.65	10.2
35	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2 3	3.5	4.375	5.25	7	5.25	6.5625	7.875	10.5
36	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2 4	3.6	4.5	5.4	7.2	5.4	6.75	8.1	10.8
37	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	2 5	3.7	4.625	5.55	7.4	5.55	6.9375	8.325	11.1
38	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2 6	3.8	4.75	5.7	7.6	5.7	7.125	8.55	11.4
39	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	2 7	3.9	4.875	5.85	7.8	5.85	7.3125	8.775	11.7
40	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2 8	4	5	6	8	6	7.5	9	12
41	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	2 9	4.1	5.125	6.15	8.2	6.15	7.6875	9.225	12.3
42	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2 A	4.2	5.25	6.3	8.4	6.3	7.875	9.45	12.6
43	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	2 B	4.3	5.375	6.45	8.6	6.45	8.0625	9.675	12.9
44	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	2 C	4.4	5.5	6.6	8.8	6.6	8.25	9.9	13.2
45	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	2 D	4.5	5.625	6.75	9	6.75	8.4375	10.125	13.5
46	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	2 E	4.6	5.75	6.9	9.2	6.9	8.625	10.35	13.8
47	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	2 F	4.7	5.875	7.05	9.4	7.05	8.8125	10.575	14.1
48	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3 0	4.8	6	7.2	9.6	7.2	9	10.8	14.4
49	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	3 1	4.9	6.125	7.35	9.8	7.35	9.1875	11.025	14.7
50	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	3 2	5	6.25	7.5	10	7.5	9.375	11.25	15
51	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	3 3	5.1	6.375	7.65	10.2	7.65	9.5625	11.475	15.3
52	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	3 4	5.2	6.5	7.8	10.4	7.8	9.75	11.7	15.6
53	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	3 5	5.3	6.625	7.95	10.6	7.95	9.9375	11.925	15.9
54	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	3 6	5.4	6.75	8.1	10.8	8.1	10.125	12.15	16.2
55	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	3 7	5.5	6.875	8.25	11	8.25	10.3125	12.375	16.5
56	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3 8	5.6	7	8.4	11.2	8.4	10.5	12.6	16.8
57	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	3 9	5.7	7.125	8.55	11.4	8.55	10.6875	12.825	17.1
58	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	3 A	5.8	7.25	8.7	11.6	8.7	10.875	13.05	17.4
59	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	3 B	5.9	7.375	8.85	11.8	8.85	11.0625	13.275	17.7
60	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	3 C	6	7.5	9	12	9	11.25	13.5	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

											Sample Rates								
											8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
											ISD Part Numbers								
											1016A 1416 2532 2560	1110 1210 1020A 1420 2540 2575	1212 2548 2590	2564 25120	33060 33120	33075 33150	33090 33180	33120-4 33240
	Address Inputs																		
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0									
61	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	3 D	6.1	7.625	9.15	12.2	9.15	11.4375	13.725	18.3
62	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	3 E	6.2	7.75	9.3	12.4	9.3	11.625	13.95	18.6
63	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	3 F	6.3	7.875	9.45	12.6	9.45	11.8125	14.175	18.9
64	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4 0	6.4	8	9.6	12.8	9.6	12	14.4	19.2
65	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4 1	6.5	8.125	9.75	13	9.75	12.1875	14.625	19.5
66	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	4 2	6.6	8.25	9.9	13.2	9.9	12.375	14.85	19.8
67	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	4 3	6.7	8.375	10.05	13.4	10.05	12.5625	15.075	20.1
68	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	4 4	6.8	8.5	10.2	13.6	10.2	12.75	15.3	20.4
69	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	4 5	6.9	8.625	10.35	13.8	10.35	12.9375	15.525	20.7
70	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	4 6	7	8.75	10.5	14	10.5	13.125	15.75	21
71	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	4 7	7.1	8.875	10.65	14.2	10.65	13.3125	15.975	21.3
72	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	4 8	7.2	9	10.8	14.4	10.8	13.5	16.2	21.6
73	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	4 9	7.3	9.125	10.95	14.6	10.95	13.6875	16.425	21.9
74	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	4 A	7.4	9.25	11.1	14.8	11.1	13.875	16.65	22.2
75	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	4 B	7.5	9.375	11.25	15	11.25	14.0625	16.875	22.5
76	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	4 C	7.6	9.5	11.4	15.2	11.4	14.25	17.1	22.8
77	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	4 D	7.7	9.625	11.55	15.4	11.55	14.4375	17.325	23.1
78	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	4 E	7.8	9.75	11.7	15.6	11.7	14.625	17.55	23.4
79	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	4 F	7.9	9.875	11.85	15.8	11.85	14.8125	17.775	23.7

"End of Message Storage Space for ISD1110, ISD1210, and ISD1212 Devices"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
												1016A 1416	1020A 1420						
	Address Inputs											2532	2540	2548	2564	33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
80	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	5 0	8	10	12	16	12	15	16	24
81	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	5 1	8.1	10.125	12.15	16.2	12.15	15.1875	18.225	24.3
82	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	5 2	8.2	10.25	12.3	16.4	12.3	15.375	18.45	24.6
83	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	5 3	8.3	10.375	12.45	16.6	12.45	15.5625	18.675	24.9
84	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	5 4	8.4	10.5	12.6	16.8	12.6	15.75	18.9	25.2
85	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	5 5	8.5	10.625	12.75	17	12.75	15.9375	19.125	25.5
86	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	5 6	8.6	10.75	12.9	17.2	12.9	16.125	19.35	25.8
87	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	5 7	8.7	10.875	13.05	17.4	13.05	16.3125	19.575	26.1
88	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	5 8	8.8	11	13.2	17.6	13.2	16.5	19.8	26.4
89	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	5 9	8.9	11.125	13.35	17.8	13.35	16.6875	20.025	26.7
90	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	5 A	9	11.25	13.5	18	13.5	16.875	20.25	27
91	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	5 B	9.1	11.375	13.65	18.2	13.65	17.0625	20.475	27.3
92	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	5 C	9.2	11.5	13.8	18.4	13.8	17.25	20.7	27.6
93	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	5 D	9.3	11.625	13.95	18.6	13.95	17.4375	20.925	27.9
94	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	5 E	9.4	11.75	14.1	18.8	14.1	17.625	21.15	28.2
95	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	5 F	9.5	11.875	14.25	19	14.25	17.8125	21.375	28.5
96	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	6 0	9.6	12	14.4	19.2	14.4	18	21.6	28.8
97	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	6 1	9.7	12.125	14.55	19.4	14.55	18.1875	21.825	29.1
98	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	6 2	9.8	12.25	14.7	19.6	14.7	18.375	22.05	29.4
99	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	6 3	9.9	12.375	14.85	19.8	14.85	18.5625	22.275	29.7
100	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	6 4	10	12.5	15	20	15	18.75	22.5	30
101	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	6 5	10.1	12.625	15.15	20.2	15.15	18.9375	22.725	30.3
102	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	6 6	10.2	12.75	15.3	20.4	15.3	19.125	22.95	30.6
103	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	6 7	10.3	12.875	15.45	20.6	15.45	19.3125	23.175	30.9
104	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	6 8	10.4	13	15.6	20.8	15.6	19.5	23.4	31.2
105	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	6 9	10.5	13.125	15.75	21	15.75	19.6875	23.625	31.5
106	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	6 A	10.6	13.25	15.9	21.2	15.9	19.875	23.85	31.8
107	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	6 B	10.7	13.375	16.05	21.4	16.05	20.0625	24.075	32.1
108	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	6 C	10.8	13.5	16.2	21.6	16.2	20.25	24.3	32.4
109	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	6 D	10.9	13.625	16.35	21.8	16.35	20.4375	24.525	32.7
110	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	6 E	11	13.75	16.5	22	16.5	20.625	24.75	33
111	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	6 F	11.1	13.875	16.65	22.2	16.65	20.8125	24.975	33.3
112	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	7 0	11.2	14	16.8	22.4	16.8	21	25.2	33.6
113	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	7 1	11.3	14.125	16.95	22.6	16.95	21.1875	25.425	33.9
114	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	7 2	11.4	14.25	17.1	22.8	17.1	21.375	25.65	34.2
115	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	7 3	11.5	14.375	17.25	23	17.25	21.5625	25.875	34.5
116	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	7 4	11.6	14.5	17.4	23.2	17.4	21.75	26.1	34.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
												1016A 1416	1020A 1420						
	Address Inputs											2532	2540	2548	2564	33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
117	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	7 5	11.7	14.625	17.55	23.4	17.55	21.9375	26.325	35.1
118	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	7 6	11.8	14.75	17.7	23.6	17.7	22.125	26.55	35.4
119	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	7 7	11.9	14.875	17.85	23.8	17.85	22.3125	26.775	35.7
120	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	7 8	12	15	18	24	18	22.5	27	36
121	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	7 9	12.1	15.125	18.15	24.2	18.15	22.6875	27.225	36.3
122	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	7 A	12.2	15.25	18.3	24.4	18.3	22.875	27.45	36.6
123	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	7 B	12.3	15.375	18.45	24.6	18.45	23.0625	27.675	36.9
124	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	7 C	12.4	15.5	18.6	24.8	18.6	23.25	27.9	37.2
125	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	7 D	12.5	15.625	18.75	25	18.75	23.4375	28.125	37.5
126	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	7 E	12.6	15.75	18.9	25.2	18.9	23.625	28.35	37.8
127	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	7 F	12.7	15.875	19.05	25.4	19.05	23.8125	28.575	38.1
128	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8 0	12.8	16	19.2	25.6	19.2	24	28.8	38.4
129	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8 1	12.9	16.125	19.35	25.8	19.35	24.1875	29.025	38.7
130	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	8 2	13	16.25	19.5	26	19.5	24.375	29.25	39
131	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	8 3	13.1	16.375	19.65	26.2	19.65	24.5625	29.475	39.3
132	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	8 4	13.2	16.5	19.8	26.4	19.8	24.75	29.7	39.6
133	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	8 5	13.3	16.625	19.95	26.6	19.95	24.9375	29.925	39.9
134	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	8 6	13.4	16.75	20.1	26.8	20.1	25.125	30.15	40.2
135	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	8 7	13.5	16.875	20.25	27	20.25	25.3125	30.375	40.5
136	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	8 8	13.6	17	20.4	27.2	20.4	25.5	30.6	40.8
137	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	8 9	13.7	17.125	20.55	27.4	20.55	25.6875	30.825	41.1
138	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	8 A	13.8	17.25	20.7	27.6	20.7	25.875	31.05	41.4
139	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	8 B	13.9	17.375	20.85	27.8	20.85	26.0625	31.275	41.7
140	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	8 C	14	17.5	21	28	21	26.25	31.5	42
141	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	8 D	14.1	17.625	21.15	28.2	21.15	26.4375	31.725	42.3
142	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	8 E	14.2	17.75	21.3	28.4	21.3	26.625	31.95	42.6
143	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	8 F	14.3	17.875	21.45	28.6	21.45	26.8125	32.175	42.9
144	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	9 0	14.4	18	21.6	28.8	21.6	27	32.4	43.2
145	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	9 1	14.5	18.125	21.75	29	21.75	27.1875	32.625	43.5
146	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	9 2	14.6	18.25	21.9	29.2	21.9	27.375	32.85	43.8
147	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	9 3	14.7	18.375	22.05	29.4	22.05	27.5625	33.075	44.1
148	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	9 4	14.8	18.5	22.2	29.6	22.2	27.75	33.3	44.4
149	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	9 5	14.9	18.625	22.35	29.8	22.35	27.9375	33.525	44.7
150	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	9 6	15	18.75	22.5	30	22.5	28.125	33.75	45
151	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	9 7	15.1	18.875	22.65	30.2	22.65	28.3125	33.975	45.3
152	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	9 8	15.2	19	22.8	30.4	22.8	28.5	34.2	45.6
153	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	9 9	15.3	19.125	22.95	30.6	22.95	28.6875	34.425	45.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
												1016A 1416	1020A 1420						
	Address Inputs											2532	2540	2548	2564	33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
154	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	9 A	15.4	19.25	23.1	30.8	23.1	28.875	34.65	46.2
155	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	9 B	15.5	19.375	23.25	31	23.25	29.0625	34.875	46.5
156	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	9 C	15.6	19.5	23.4	31.2	23.4	29.25	35.1	46.8
157	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	9 D	15.7	19.625	23.55	31.4	23.55	29.4375	35.325	47.1
158	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	9 E	15.8	19.75	23.7	31.6	23.7	29.625	35.55	47.4
159	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	9 F	15.9	19.875	23.85	31.8	23.85	29.8125	35.775	47.7
"End of Message Storage Space for ISD1416, ISD1420, ISD1016A, and ISD1020A Devices"																			

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs											2532	2540	2548	2564	33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
160	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	A 0	16	20	24	32	24	30	36	48
161	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	A 1	16.1	20.125	24.15	32.2	24.15	30.1875	36.225	48.3
162	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	A 2	16.2	20.25	24.3	32.4	24.3	30.375	36.45	48.6
163	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	A 3	16.3	20.375	24.45	32.6	24.45	30.5625	36.675	48.9
164	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	A 4	16.4	20.5	24.6	32.8	24.6	30.75	36.9	49.2
165	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	A 5	16.5	20.625	24.75	33	24.75	30.9375	37.125	49.5
166	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	A 6	16.6	20.75	24.9	33.2	24.9	31.125	37.35	49.8
167	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	A 7	16.7	20.875	25.05	33.4	25.05	31.3125	37.575	50.1
168	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	A 8	16.8	21	25.2	33.6	25.2	31.5	37.8	50.4
169	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	A 9	16.9	21.125	25.35	33.8	25.35	31.6875	38.025	50.7
170	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	A A	17	21.25	25.5	34	25.5	31.875	38.25	51
171	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	A B	17.1	21.375	25.65	34.2	25.65	32.0625	38.475	51.3
172	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	A C	17.2	21.5	25.8	34.4	25.8	32.25	38.7	51.6
173	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	A D	17.3	21.625	25.95	34.6	25.95	32.4375	38.925	51.9
174	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	A E	17.4	21.75	26.1	34.8	26.1	32.625	39.15	52.2
175	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	A F	17.5	21.875	26.25	35	26.25	32.8125	39.375	52.5
176	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	B 0	17.6	22	26.4	35.2	26.4	33	39.6	52.8
177	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	B 1	17.7	22.125	26.55	35.4	26.55	33.1875	39.825	53.1
178	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	B 2	17.8	22.25	26.7	35.6	26.7	33.375	40.05	53.4
179	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	B 3	17.9	22.375	26.85	35.8	26.85	33.5625	40.275	53.7
180	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	B 4	18	22.5	27	36	27	33.75	40.5	54
181	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	B 5	18.1	22.625	27.15	36.2	27.15	33.9375	40.725	54.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs											2532	2540	2548	2564	33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
182	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	B 6	18.2	22.75	27.3	36.4	27.3	34.125	40.95	54.6
183	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	B 7	18.3	22.875	27.45	36.6	27.45	34.3125	41.175	54.9
184	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	B 8	18.4	23	27.6	36.8	27.6	34.5	41.4	55.2
185	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	B 9	18.5	23.125	27.75	37	27.75	34.6875	41.625	55.5
186	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	B A	18.6	23.25	27.9	37.2	27.9	34.875	41.85	55.8
187	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	B B	18.7	23.375	28.05	37.4	28.05	35.0625	42.075	56.1
188	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	B C	18.8	23.5	28.2	37.6	28.2	35.25	42.3	56.4
189	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	B D	18.9	23.625	28.35	37.8	28.35	35.4375	42.525	56.7
190	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	B E	19	23.75	28.5	38	28.5	35.625	42.75	57
191	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	B F	19.1	23.875	28.65	38.2	28.65	35.8125	42.975	57.3
192	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	C 0	19.2	24	28.8	38.4	28.8	36	43.2	57.6
193	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	C 1	19.3	24.125	28.95	38.6	28.95	36.1875	43.425	57.9
194	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	C 2	19.4	24.25	29.1	38.8	29.1	36.375	43.65	58.2
195	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	C 3	19.5	24.375	29.25	39	29.25	36.5625	43.875	58.5
196	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	C 4	19.6	24.5	29.4	39.2	29.4	36.75	44.1	58.8
197	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	C 5	19.7	24.625	29.55	39.4	29.55	36.9375	44.325	59.1
198	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	C 6	19.8	24.75	29.7	39.6	29.7	37.125	44.55	59.4
199	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	C 7	19.9	24.875	29.85	39.8	29.85	37.3125	44.775	59.7
200	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	C 8	20	25	30	40	30	37.5	45	60
201	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	C 9	20.1	25.125	30.15	40.2	30.15	37.6875	45.225	60.3
202	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	C A	20.2	25.25	30.3	40.4	30.3	37.875	45.45	60.6
203	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	C B	20.3	25.375	30.45	40.6	30.45	38.0625	45.675	60.9
204	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	C C	20.4	25.5	30.6	40.8	30.6	38.25	45.9	61.2
205	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	C D	20.5	25.625	30.75	41	30.75	38.4375	46.125	61.5
206	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	C E	20.6	25.75	30.9	41.2	30.9	38.625	46.35	61.8
207	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	C F	20.7	25.875	31.05	41.4	31.05	38.8125	46.575	62.1
208	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	D 0	20.8	26	31.2	41.6	31.2	39	46.8	62.4
209	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	D 1	20.9	26.125	31.35	41.8	31.35	39.1875	47.025	62.7
210	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	D 2	21	26.25	31.5	42	31.5	39.375	47.25	63
211	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	D 3	21.1	26.375	31.65	42.2	31.65	39.5625	47.475	63.3
212	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	D 4	21.2	26.5	31.8	42.4	31.8	39.75	47.7	63.6
213	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	D 5	21.3	26.625	31.95	42.6	31.95	39.9375	47.925	63.9
214	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	D 6	21.4	26.75	32.1	42.8	32.1	40.125	48.15	64.2
215	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	D 7	21.5	26.875	32.25	43	32.25	40.3125	48.375	64.5
216	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	D 8	21.6	27	32.4	43.2	32.4	40.5	48.6	64.8
217	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	D 9	21.7	27.125	32.55	43.4	32.55	40.6875	48.825	65.1
218	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	D A	21.8	27.25	32.7	43.6	32.7	40.875	49.05	65.4
219	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	D B	21.9	27.375	32.85	43.8	32.85	41.0625	49.275	65.7
220	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	D C	22	27.5	33	44	33	41.25	49.5	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs											2532	2540	2548	2564	33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
221	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	D D	22.1	27.625	33.15	44.2	33.15	41.4375	49.725	66.3
222	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	D E	22.2	27.75	33.3	44.4	33.3	41.625	49.95	66.6
223	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	D F	22.3	27.875	33.45	44.6	33.45	41.8125	50.175	66.9
224	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	E 0	22.4	28	33.6	44.8	33.6	42	50.4	67.2
225	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	E 1	22.5	28.125	33.75	45	33.75	42.1875	50.625	67.5
226	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	E 2	22.6	28.25	33.9	45.2	33.9	42.375	50.85	67.8
227	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	E 3	22.7	28.375	34.05	45.4	34.05	42.5625	51.075	68.1
228	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	E 4	22.8	28.5	34.2	45.6	34.2	42.75	51.3	68.4
229	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	E 5	22.9	28.625	34.35	45.8	34.35	42.9375	51.525	68.7
230	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	E 6	23	28.75	34.5	46	34.5	43.125	51.75	69
231	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	E 7	23.1	28.875	34.65	46.2	34.65	43.3125	51.975	69.3
232	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	E 8	23.2	29	34.8	46.4	34.8	43.5	52.2	69.6
233	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	E 9	23.3	29.125	34.95	46.6	34.95	43.6875	52.425	69.9
234	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	E A	23.4	29.25	35.1	46.8	35.1	43.875	52.65	70.2
235	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	E B	23.5	29.375	35.25	47	35.25	44.0625	52.875	70.5
236	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	E C	23.6	29.5	35.4	47.2	35.4	44.25	53.1	70.8
237	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	E D	23.7	29.625	35.55	47.4	35.55	44.4375	53.325	71.1
238	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	E E	23.8	29.75	35.7	47.6	35.7	44.625	53.55	71.4
239	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	E F	23.9	29.875	35.85	47.8	35.85	44.8125	53.775	71.7
240	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	F 0	24	30	36	48	36	45	54	72
241	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	F 1	24.1	30.125	36.15	48.2	36.15	45.1875	54.225	72.3
242	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	F 2	24.2	30.25	36.3	48.4	36.3	45.375	54.45	72.6
243	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	F 3	24.3	30.375	36.45	48.6	36.45	45.5625	54.675	72.9
244	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	F 4	24.4	30.5	36.6	48.8	36.6	45.75	54.9	73.2
245	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	F 5	24.5	30.625	36.75	49	36.75	45.9375	55.125	73.5
246	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	F 6	24.6	30.75	36.9	49.2	36.9	46.125	55.35	73.8
247	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	F 7	24.7	30.875	37.05	49.4	37.05	46.3125	55.575	74.1
248	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	F 8	24.8	31	37.2	49.6	37.2	46.5	55.8	74.4
249	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	F 9	24.9	31.125	37.35	49.8	37.35	46.6875	56.025	74.7
250	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	F A	25	31.25	37.5	50	37.5	46.875	56.25	75
251	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	F B	25.1	31.375	37.65	50.2	37.65	47.0625	56.475	75.3
252	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	F C	25.2	31.5	37.8	50.4	37.8	47.25	56.7	75.6
253	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	F D	25.3	31.625	37.95	50.6	37.95	47.4375	56.925	75.9
254	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	F E	25.4	31.75	38.1	50.8	38.1	47.625	57.15	76.2
255	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	F F	25.5	31.875	38.25	51	38.25	47.8125	57.375	76.5
256	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1C 0	25.6	32	38.4	51.2	38.4	48	57.6	76.8
257	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1C 1	25.7	32.125	38.55	51.4	38.55	48.1875	57.825	77.1
258	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1C 2	25.8	32.25	38.7	51.6	38.7	48.375	58.05	77.4
259	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1C 3	25.9	32.375	38.85	51.8	38.85	48.5625	58.275	77.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs											2532	2540	2548	2564	33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
260	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	10 4	26	32.5	39	52	39	48.75	58.5	78
261	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	10 5	26.1	32.625	39.15	52.2	39.15	48.9375	58.725	78.3
262	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	10 6	26.2	32.75	39.3	52.4	39.3	49.125	58.95	78.6
263	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	10 7	26.3	32.875	39.45	52.6	39.45	49.3125	59.175	78.9
264	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	10 8	26.4	33	39.6	52.8	39.6	49.5	59.4	79.2
265	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	10 9	26.5	33.125	39.75	53	39.75	49.6875	59.625	79.5
266	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	10 A	26.6	33.25	39.9	53.2	39.9	49.875	59.85	79.8
267	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	10 B	26.7	33.375	40.05	53.4	40.05	50.0625	60.075	80.1
268	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	10 C	26.8	33.5	40.2	53.6	40.2	50.25	60.3	80.4
269	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	10 D	26.9	33.625	40.35	53.8	40.35	50.4375	60.525	80.7
270	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	10 E	27	33.75	40.5	54	40.5	50.625	60.75	81
271	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	10 F	27.1	33.875	40.65	54.2	40.65	50.8125	60.975	81.3
272	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	11 0	27.2	34	40.8	54.4	40.8	51	61.2	81.6
273	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	11 1	27.3	34.125	40.95	54.6	40.95	51.1875	61.425	81.9
274	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	11 2	27.4	34.25	41.1	54.8	41.1	51.375	61.65	82.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rates							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs											2532	2540	2548	2564	33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
299	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	12 B	29.9	37.375	44.85	59.8	44.85	56.0625	67.275	89.7
300	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	12 C	30	37.5	45	60	45	56.25	67.5	90
301	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	12 D	30.1	37.625	45.15	60.2	45.15	56.4375	67.725	90.3
302	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	12 E	30.2	37.75	45.3	60.4	45.3	56.625	67.95	90.6
303	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	12 F	30.3	37.875	45.45	60.6	45.45	56.8125	68.175	90.9
304	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	13 0	30.4	38	45.6	60.8	45.6	57	68.4	91.2
305	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	13 1	30.5	38.125	45.75	61	45.75	57.1875	68.625	91.5
306	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	13 2	30.6	38.25	45.9	61.2	45.9	57.375	68.85	91.8
307	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	13 3	30.7	38.375	46.05	61.4	46.05	57.5625	69.075	92.1
308	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	13 4	30.8	38.5	46.2	61.6	46.2	57.75	69.3	92.4
309	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	13 5	30.9	38.625	46.35	61.8	46.35	57.9375	69.525	92.7
310	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	13 6	31	38.75	46.5	62	46.5	58.125	69.75	93
311	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	13 7	31.1	38.875	46.65	62.2	46.65	58.3125	69.975	93.3
312	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	13 8	31.2	39	46.8	62.4	46.8	58.5	70.2	93.6
313	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	13 9	31.3	39.125	46.95	62.6	46.95	58.6875	70.425	93.9
314	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	13 A	31.4	39.25	47.1	62.8	47.1	58.875	70.65	94.2
315	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	13 B	31.5	39.375	47.25	63	47.25	59.0625	70.875	94.5
316	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	13 C	31.6	39.5	47.4	63.2	47.4	59.25	71.1	94.8
317	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	13 D	31.7	39.625	47.55	63.4	47.55	59.4375	71.325	95.1
318	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	13 E	31.8	39.75	47.7	63.6	47.7	59.625	71.55	95.4
319	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	13 F	31.9	39.875	47.85	63.8	47.85	59.8125	71.775	95.7
"End of Message Storage Space for ISD2532, ISD2540, ISD2548, and ISD2564 Devices"																			

												Sample Rating							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs															33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
320	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	14 0	32	40	48	64	48	60	72	96
321	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	14 1	32.1	40.125	48.15	64.2	48.15	60.1875	72.225	96.3
322	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	14 2	32.2	40.25	48.3	64.4	48.3	60.375	72.45	96.6
323	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	14 3	32.3	40.375	48.45	64.6	48.45	60.5625	72.675	96.9
324	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	14 4	32.4	40.5	48.6	64.8	48.6	60.75	72.9	97.2
325	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	14 5	32.5	40.625	48.75	65	48.75	60.9375	73.125	97.5
326	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	14 6	32.6	40.75	48.9	65.2	48.9	61.125	73.35	97.8
327	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	14 7	32.7	40.875	49.05	65.4	49.05	61.3125	73.575	98.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rating							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs															33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
328	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	14 8	32.8	41	49.2	65.6	49.2	61.5	73.8	98.4
329	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	14 9	32.9	41.125	49.35	65.8	49.35	61.6875	74.025	98.7
330	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	14 A	33	41.25	49.5	66	49.5	1.875	74.25	99
331	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	14 B	33.1	41.375	49.65	66.2	49.65	62.0625	74.475	99.3
332	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	14 C	33.2	41.5	49.8	66.4	49.8	62.25	74.7	99.6
333	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	14 D	33.3	41.625	49.95	66.6	49.95	62.4375	74.925	99.9
334	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	14 E	33.4	41.75	50.1	66.8	50.1	62.625	75.15	100.2
335	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	14 F	33.5	41.875	50.25	67	50.25	62.8125	75.375	100.5
336	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	15 0	33.6	42	50.4	67.2	50.4	63	75.6	100.8
337	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	15 1	33.7	42.125	50.55	67.4	50.55	63.1875	75.825	101.1
338	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	15 2	33.8	42.25	50.7	67.6	50.7	63.375	76.05	101.4
339	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	15 3	33.9	42.375	50.85	67.8	50.85	63.5625	76.275	101.7
340	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	15 4	34	42.5	51	68	51	63.75	76.5	102
341	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	15 5	34.1	42.625	51.15	68.2	51.15	63.9375	76.725	102.3
342	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	15 6	34.2	42.75	51.3	68.4	51.3	64.125	76.95	102.6
343	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	15 7	34.3	42.875	51.45	68.6	51.45	64.3125	77.175	102.9
344	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	15 8	34.4	43	51.6	68.8	51.6	64.5	77.4	103.2
345	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	15 9	34.5	43.125	51.75	69	51.75	64.6875	77.625	103.5
346	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	15 A	34.6	43.25	51.9	69.2	51.9	64.875	77.85	103.8
347	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	15 B	34.7	43.375	52.05	69.4	52.05	65.0625	78.075	104.1
348	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	15 C	34.8	43.5	52.2	69.6	52.2	65.25	78.3	104.4
349	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	15 D	34.9	43.625	52.35	69.8	52.35	65.4375	78.525	104.7
350	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	15 E	35	43.75	52.5	70	52.5	65.625	78.75	105
351	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	15 F	35.1	43.875	52.65	70.2	52.65	65.8125	78.975	105.3
352	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	16 0	35.2	44	52.8	70.4	52.8	66	79.2	105.6
353	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	16 1	35.3	44.125	52.95	70.6	52.95	66.1875	79.425	105.9
354	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	16 2	35.4	44.25	53.1	70.8	53.1	66.375	79.65	106.2
355	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	16 3	35.5	44.375	53.25	71	53.25	66.5625	79.875	106.5
356	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	16 4	35.6	44.5	53.4	71.2	53.4	66.75	80.1	106.8
357	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	16 5	35.7	44.625	53.55	71.4	53.55	66.9375	80.325	107.1
358	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	16 6	35.8	44.75	53.7	71.6	53.7	67.125	80.55	107.4
359	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	16 7	35.9	44.875	53.85	71.8	53.85	67.3125	80.775	107.7
360	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	16 8	36	45	54	72	54	67.5	81	108
361	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	16 9	36.1	45.125	54.15	72.2	54.15	67.6875	81.225	108.3
362	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	16 A	36.2	45.25	54.3	72.4	54.3	67.875	81.45	108.6
363	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	16 B	36.3	45.375	54.45	72.6	54.45	68.0625	81.675	108.9
364	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	16 C	36.4	45.5	54.6	72.8	54.6	68.25	81.9	109.2
365	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	16 D	36.5	45.625	54.75	73	54.75	68.4375	82.125	109.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rating							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs															33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
366	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	16 E	36.6	45.75	54.9	73.2	54.9	68.625	82.35	109.8
367	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	16 F	36.7	45.875	55.05	73.4	55.05	68.8125	82.575	110.1
368	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	17 0	36.8	46	55.2	73.6	55.2	69	82.8	110.4
369	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	17 1	36.9	46.125	55.35	73.8	55.35	69.1875	83.025	110.7
370	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	17 2	37	46.25	55.5	74	55.5	69.375	83.25	111
371	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	17 3	37.1	46.375	55.65	74.2	55.65	69.5625	83.475	111.3
372	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	17 4	37.2	46.5	55.8	74.4	55.8	69.75	83.7	111.6
373	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	17 5	37.3	46.625	55.95	74.6	55.95	69.9375	83.925	111.9
374	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	17 6	37.4	46.75	56.1	74.8	56.1	70.125	84.15	112.2
375	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	17 7	37.5	46.875	56.25	75	56.25	70.3125	84.375	112.5
376	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	17 8	37.6	47	56.4	75.2	56.4	70.5	84.6	112.8
377	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	17 9	37.7	47.125	56.55	75.4	56.55	70.6875	84.825	113.1
378	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	17 A	37.8	47.25	56.7	75.6	56.7	70.875	85.05	113.4
379	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	17 B	37.9	47.375	56.85	75.8	56.85	71.0625	85.275	113.7
380	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	17 C	38	47.5	57	76	57	71.25	85.5	114
381	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	17 D	38.1	47.625	57.15	76.2	57.15	71.4375	85.725	114.3
382	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	17 E	38.2	47.75	57.3	76.4	57.3	71.625	85.95	114.6
383	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	17 F	38.3	47.875	57.45	76.6	57.45	71.8125	86.175	114.9
384	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	18 0	38.4	48	57.6	76.8	57.6	72	86.4	115.2
385	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	18 1	38.5	48.125	57.75	77	57.75	72.1875	86.625	115.5
386	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	18 2	38.6	48.25	57.9	77.2	57.9	72.375	86.85	115.8
387	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	18 3	38.7	48.375	58.05	77.4	58.05	72.5625	87.075	116.1
388	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	18 4	38.8	48.5	58.2	77.6	58.2	72.75	87.3	116.4
389	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	18 5	38.9	48.625	58.35	77.8	58.35	72.9375	87.525	116.7
390	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	18 6	39	48.75	58.5	78	58.5	73.125	87.75	117
391	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	18 7	39.1	48.875	58.65	78.2	58.65	73.3125	87.975	117.3
392	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	18 8	39.2	49	58.8	78.4	58.8	73.5	88.2	117.6
393	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	18 9	39.3	49.125	58.95	78.6	58.95	73.6875	88.425	117.9
394	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	18 A	39.4	49.25	59.1	78.8	59.1	73.875	88.65	118.2
395	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	18 B	39.5	49.375	59.25	79	59.25	74.0625	88.875	118.5
396	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	18 C	39.6	49.5	59.4	79.2	59.4	74.25	89.1	118.8
397	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	18 D	39.7	49.625	59.55	79.4	59.55	74.4375	89.325	119.1
398	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	18 E	39.8	49.75	59.7	79.6	59.7	74.625	89.55	119.4
399	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	18 F	39.9	49.875	59.85	79.8	59.85	74.8125	89.775	119.7
"End of Message Storage Space for ISD33060, ISD33075, ISD33090, and ISD33120-4 Devices"																			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rating							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs															33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
400	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	19 0	40	50	60	80	60	75	90	120
401	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	19 1	40.1	50.125	60.15	80.2	60.15	75.1875	90.225	120.3
402	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	19 2	40.2	50.25	60.3	80.4	60.3	75.375	90.45	120.6
403	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	19 3	40.3	50.375	60.45	80.6	60.45	75.5625	90.675	120.9
404	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	19 4	40.4	50.5	60.6	80.8	60.6	75.75	90.9	121.2
405	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	19 5	40.5	50.625	60.75	81	60.75	75.9375	91.125	121.5
406	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	19 6	40.6	50.75	60.9	81.2	60.9	76.125	91.35	121.8
407	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	19 7	40.7	50.875	61.05	81.4	61.05	76.3125	91.575	122.1
408	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	19 8	40.8	51	61.2	81.6	61.2	76.5	91.8	122.4
409	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	19 9	40.9	51.125	61.35	81.8	61.35	76.6875	92.025	122.7
410	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	19 A	41	51.25	61.5	82	61.5	76.875	92.25	123
411	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	19 B	41.1	51.375	61.65	82.2	61.65	77.0625	92.475	123.3
412	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	19 C	41.2	51.5	61.8	82.4	61.8	77.25	92.7	123.6
413	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	19 D	41.3	51.625	61.95	82.6	61.95	77.4375	92.925	123.9
414	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	19 E	41.4	51.75	62.1	82.8	62.1	77.625	93.15	124.2
415	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	19 F	41.5	51.875	62.25	83	62.25	77.8125	93.375	124.5
416	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1A 0	41.6	52	62.4	83.2	62.4	78	93.6	124.8
417	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1A 1	41.7	52.125	62.55	83.4	62.55	78.1875	93.825	125.1
418	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1A 2	41.8	52.25	62.7	83.6	62.7	78.375	94.05	125.4
419	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1A 3	41.9	52.375	62.85	83.8	62.85	78.5625	94.275	125.7
420	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1A 4	42	52.5	63	84	63	78.75	94.5	126
421	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1A 5	42.1	52.625	63.15	84.2	63.15	78.9375	94.725	126.3
422	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1A 6	42.2	52.75	63.3	84.4	63.3	79.125	94.95	126.6
423	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1A 7	42.3	52.875	63.45	84.6	63.45	79.3125	95.175	126.9
424	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1A 8	42.4	53	63.6	84.8	63.6	79.5	95.4	127.2
425	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1A 9	42.5	53.125	63.75	85	63.75	79.6875	95.625	127.5
426	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1A A	42.6	53.25	63.9	85.2	63.9	79.875	95.85	127.8
427	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1A B	42.7	53.375	64.05	85.4	64.05	80.0625	96.075	128.1
428	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1A C	42.8	53.5	64.2	85.6	64.2	80.25	96.3	128.4
429	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1A D	42.9	53.625	64.35	85.8	64.35	80.4375	96.525	128.7
430	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1A E	43	53.75	64.5	86	64.5	80.625	96.75	129
431	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1A F	43.1	53.875	64.65	86.2	64.65	80.8125	96.975	129.3
432	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1B 0	43.2	54	64.8	86.4	64.8	81	97.2	129.6
433	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1B 1	43.3	54.125	64.95	86.6	64.95	81.1875	97.425	129.9
434	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1B 2	43.4	54.25	65.1	86.8	65.1	81.375	97.65	130.2
435	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1B 3	43.5	54.375	65.25	87	65.25	81.5625	97.875	130.5
436	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1B 4	43.6	54.5	65.4	87.2	65.4	81.75	98.1	130.8
437	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1B 5	43.7	54.625	65.55	87.4	65.55	81.9375	98.325	131.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rating							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs															33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
438	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1B 6	43.8	54.75	65.7	87.6	65.7	82.125	98.55	131.4
439	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1B 7	43.9	54.875	65.85	87.8	65.85	82.3125	98.775	131.7
440	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1B 8	44	55	66	88	66	82.5	99	132
441	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1B 9	44.1	55.125	66.15	88.2	66.15	82.6875	99.225	132.3
442	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1B A	44.2	55.25	66.3	88.4	66.3	82.875	99.45	132.6
443	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1B B	44.3	55.375	66.45	88.6	66.45	83.0625	99.675	132.9
444	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1B C	44.4	55.5	66.6	88.8	66.6	83.25	99.9	133.2
445	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1B D	44.5	55.625	66.75	89	66.75	83.4375	100.125	133.5
446	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1B E	44.6	55.75	66.9	89.2	66.9	83.625	100.35	133.8
447	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1B F	44.7	55.875	67.05	89.4	67.05	83.8125	100.575	134.1
448	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1C 0	44.8	56	67.2	89.6	67.2	84	100.8	134.4
449	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1C 1	44.9	56.125	67.35	89.8	67.35	84.1875	101.025	134.7
450	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1C 2	45	56.25	67.5	90	67.5	84.375	101.25	135
451	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1C 3	45.1	56.375	67.65	90.2	67.65	84.5625	101.475	135.3
452	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1C 4	45.2	56.5	67.8	90.4	67.8	84.75	101.7	135.6
453	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1C 5	45.3	56.625	67.95	90.6	67.95	84.9375	101.925	135.9
454	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1C 6	45.4	56.75	68.1	90.8	68.1	85.125	102.15	136.2
455	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1C 7	45.5	56.875	68.25	91	68.25	85.3125	102.375	136.5
456	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1C 8	45.6	57	68.4	91.2	68.4	85.5	102.6	136.8
457	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1C 9	45.7	57.125	68.55	91.4	68.55	85.6875	102.825	137.1
458	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1C A	45.8	57.25	68.7	91.6	68.7	85.875	103.05	137.4
459	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1C B	45.9	57.375	68.85	91.8	68.85	86.0625	103.275	137.7
460	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1C C	46	57.5	69	92	69	86.25	103.5	138
461	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1C D	46.1	57.625	69.15	92.2	69.15	86.4375	103.725	138.3
462	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1C E	46.2	57.75	69.3	92.4	69.3	86.625	103.95	138.6
463	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1C F	46.3	57.875	69.45	92.6	69.45	86.8125	104.175	138.9
464	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1D 0	46.4	58	69.6	92.8	69.6	87	104.4	139.2
465	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1D 1	46.5	58.125	69.75	93	69.75	87.1875	104.625	139.5
466	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1D 2	46.6	58.25	69.9	93.2	69.9	87.375	104.85	139.8
467	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1D 3	46.7	58.375	70.05	93.4	70.05	87.5625	105.075	140.1
468	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1D 4	46.8	58.5	70.2	93.6	70.2	87.75	105.3	140.4
469	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1D 5	46.9	58.625	70.35	93.8	70.35	87.9375	105.525	140.7
470	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1D 6	47	58.75	70.5	94	70.5	88.125	105.75	141
471	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1D 7	47.1	58.875	70.65	94.2	70.65	88.3125	105.975	141.3
472	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1D 8	47.2	59	70.8	94.4	70.8	88.5	106.2	141.6
473	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1D 9	47.3	59.125	70.95	94.6	70.95	88.6875	106.425	141.9
474	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1D A	47.4	59.25	71.1	94.8	71.1	88.875	106.65	142.2
475	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1D B	47.5	59.375	71.25	95	71.25	89.0625	106.875	142.5
476	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1D C	47.6	59.5	71.4	95.2	71.4	89.25	107.1	142.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rating							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs															33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
477	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1D D	47.7	59.625	71.55	95.4	71.55	89.4375	107.325	143.1
478	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1D E	47.8	59.75	71.7	95.6	71.7	89.625	107.55	143.4
479	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1D F	47.9	59.875	71.85	95.8	71.8	89.8125	107.775	143.7
480	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1E 0	48	60	72	96	72	90	108	144
481	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1E 1	48.1	60.125	72.15	96.2	72.15	90.1875	108.225	144.3
482	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1E 2	48.2	60.25	72.3	96.4	72.3	90.375	108.45	144.6
483	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1E 3	48.3	60.375	72.45	96.6	72.45	90.5625	108.675	144.9
484	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1E 4	48.4	60.5	72.6	96.8	72.6	90.75	108.9	145.2
485	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1E 5	48.5	60.625	72.75	97	72.75	90.9375	109.125	145.5
486	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1E 6	48.6	60.75	72.9	97.2	72.9	91.125	109.35	145.8
487	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1E 7	48.7	60.875	73.05	97.4	73.05	91.3125	109.575	146.1
488	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1E 8	48.8	61	73.2	97.6	73.2	91.5	109.8	146.4
489	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1E 9	48.9	61.125	73.35	97.8	73.35	91.6875	110.025	146.7
490	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1E A	49	61.25	73.5	98	73.5	91.875	110.25	147
491	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1E B	49.1	61.375	73.65	98.2	73.65	92.0625	110.475	147.3
492	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1E C	49.2	61.5	73.8	98.4	73.8	92.25	110.7	147.6
493	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1E D	49.3	61.625	73.95	98.6	73.95	92.4375	110.925	147.9
494	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1E E	49.4	61.75	74.1	98.8	74.1	92.625	111.15	148.2
495	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1E F	49.5	61.875	74.25	99	74.25	92.8125	111.375	148.5
496	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1F 0	49.6	62	74.4	99.2	74.4	93	111.6	148.8
497	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1F 1	49.7	62.125	74.55	99.4	74.55	93.1875	111.825	149.1
498	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1F 2	49.8	62.25	74.7	99.6	74.7	93.375	112.05	149.4
499	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1F 3	49.9	62.375	74.85	99.8	74.85	93.5625	112.275	149.7
500	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1F 4	50	62.5	75	100	75	93.75	112.5	150
501	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1F 5	50.1	62.625	75.15	100.2	75.15	93.9375	112.725	150.3
502	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1F 6	50.2	62.75	75.3	100.4	75.3	94.125	112.95	150.6
503	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1F 7	50.3	62.875	75.45	100.6	75.45	94.3125	113.175	150.9
504	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1F 8	50.4	63	75.6	100.8	75.6	94.5	113.4	151.2
505	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1F 9	50.5	63.125	75.75	101	75.75	94.6875	113.625	151.5
506	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1F A	50.6	63.25	75.9	101.2	75.9	94.875	113.85	151.8
507	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1F B	50.7	63.375	76.05	101.4	76.05	95.0625	114.075	152.1
508	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1F C	50.8	63.5	76.2	101.6	76.2	95.25	114.3	152.4
509	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1F D	50.9	63.625	76.35	101.8	76.35	95.4375	114.525	152.7
510	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1F E	51	63.75	76.5	102	76.5	95.625	114.75	153
511	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1F F	51.1	63.875	76.65	102.2	76.65	95.8125	114.975	153.3
512	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20 0	51.2	64	76.8	102.4	76.8	96	115.2	153.6
513	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20 1	51.3	64.125	76.95	102.6	76.95	96.1875	115.425	153.9
514	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	20 2	51.4	64.25	77.1	102.8	77.1	96.375	115.65	154.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rating							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs															33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
515	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	20 3	51.5	64.375	77.25	103	77.25	96.5625	115.875	154.5
516	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	20 4	51.6	64.5	77.4	103.2	77.4	96.75	116.1	154.8
517	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	20 5	51.7	64.625	77.55	103.4	77.55	96.9375	116.325	155.1
518	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	20 6	51.8	64.75	77.7	103.6	77.7	97.125	116.55	155.4
519	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	20 7	51.9	64.875	77.85	103.8	77.85	97.3125	116.775	155.7
520	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	20 8	52	65	78	104	78	97.5	117	156
521	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	20 9	52.1	65.125	78.15	104.2	78.15	97.6875	117.225	156.3
522	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	20 A	52.2	65.25	78.3	104.4	78.3	97.875	117.45	156.6
523	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	20 B	52.3	65.375	78.45	104.6	78.45	98.0625	117.675	156.9
524	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	20 C	52.4	65.5	78.6	104.8	78.6	98.25	117.9	157.2
525	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	20 D	52.5	65.625	78.75	105	78.75	98.4375	118.125	157.5
526	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	20 E	52.6	65.75	78.9	105.2	78.9	98.625	118.35	157.8
527	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	20 F	52.7	65.875	79.05	105.4	79.05	98.8125	118.575	158.1
528	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	21 0	52.8	66	79.2	105.6	79.2	99	118.8	158.4
529	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	21 1	52.9	66.125	79.35	105.8	79.35	99.1875	119.025	158.7
530	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	21 2	53	66.25	79.5	106	79.5	99.375	119.25	159
531	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	21 3	53.1	66.375	79.65	106.2	79.65	99.5625	119.475	159.3
532	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	21 4	53.2	66.5	79.8	106.4	79.8	99.75	119.7	159.6
533	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	21 5	53.3	66.625	79.95	106.6	79.95	99.9375	119.925	159.9
534	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	21 6	53.4	66.75	80.1	106.8	80.1	100.125	120.15	160.2
535	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	21 7	53.5	66.875	80.25	107	80.25	100.3125	120.375	160.5
536	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	21 8	53.6	67	80.4	107.2	80.4	100.5	120.6	160.8
537	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	21 9	53.7	67.125	80.55	107.4	80.55	100.6875	120.825	161.1
538	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	21 A	53.8	67.25	80.7	107.6	80.7	100.875	121.05	161.4
539	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	21 B	53.9	67.375	80.85	107.8	80.85	101.0625	121.275	161.7
540	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	21 C	54	67.5	81	108	81	101.25	121.5	162
541	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	21 D	54.1	67.625	81.15	108.2	81.15	101.4375	121.725	162.3
542	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	21 E	54.2	67.75	81.3	108.4	81.3	101.625	121.95	162.6
543	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	21 F	54.3	67.875	81.45	108.6	81.45	101.8125	122.175	162.9
544	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	22 0	54.4	68	81.6	108.8	81.6	102	122.4	163.2
545	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	22 1	54.5	68.125	81.75	109	81.75	102.1875	122.625	163.5
546	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	22 2	54.6	68.25	81.9	109.2	81.9	102.375	122.85	163.8
547	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	22 3	54.7	68.375	82.05	109.4	82.05	102.5625	123.075	164.1
548	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	22 4	54.8	68.5	82.2	109.6	82.2	102.75	123.3	164.4
549	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	22 5	54.9	68.625	82.35	109.8	82.35	102.9375	123.525	164.7
550	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	22 6	55	68.75	82.5	110	82.5	103.125	123.75	165
551	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	22 7	55.1	68.875	82.65	110.2	82.65	103.3125	123.975	165.3
552	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	22 8	55.2	69	82.8	110.4	82.8	103.5	124.2	165.6
553	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	22 9	55.3	69.125	82.95	110.6	82.95	103.6875	124.425	165.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rating							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs															33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
554	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	22 A	55.4	69.25	83.1	110.8	83.1	103.875	124.65	166.2
555	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	22 B	55.5	69.375	83.25	111	83.25	104.0625	124.875	166.5
556	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	22 C	55.6	69.5	83.4	111.2	83.4	104.25	125.1	166.8
557	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	22 D	55.7	69.625	83.55	111.4	83.55	104.4375	125.325	167.1
558	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	22 E	55.8	69.75	83.7	111.6	83.7	104.625	125.55	167.4
559	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	22 F	55.9	69.875	83.85	111.8	83.85	104.8125	125.775	167.7
560	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	23 0	56	70	84	112	84	105	126	168
561	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	23 1	56.1	70.125	84.15	112.2	84.15	105.1875	126.225	168.3
562	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	23 2	56.2	70.25	84.3	112.4	84.3	105.375	126.45	168.6
563	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	23 3	56.3	70.375	84.45	112.6	84.45	105.5625	126.675	168.9
564	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	23 4	56.4	70.5	84.6	112.8	84.6	105.75	126.9	169.2
565	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	23 5	56.5	70.625	84.75	113	84.75	105.9375	127.125	169.5
566	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	23 6	56.6	70.75	84.9	113.2	84.9	106.125	127.35	169.8
567	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	23 7	56.7	70.875	85.05	113.4	85.05	106.3125	127.575	170.1
568	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	23 8	56.8	71	85.2	113.6	85.2	106.5	127.8	170.4
569	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	23 9	56.9	71.125	85.35	113.8	85.35	106.6875	128.025	170.7
570	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	23 A	57	71.25	85.5	114	85.5	106.875	128.25	171
571	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	23 B	57.1	71.375	85.65	114.2	85.65	107.0625	128.475	171.3
572	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	23 C	57.2	71.5	85.8	114.4	85.8	107.25	128.7	171.6
573	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	23 D	57.3	71.625	85.95	114.6	85.95	107.4375	128.925	171.9
574	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	23 E	57.4	71.75	86.1	114.8	86.1	107.625	129.15	172.2
575	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	23 F	57.5	71.875	86.25	115	86.25	107.8125	129.375	172.5
576	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	24 0	57.6	72	86.4	115.2	86.4	108	129.6	172.8
577	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	24 1	57.7	72.125	86.55	115.4	86.55	108.1875	129.825	173.1
578	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	24 2	57.8	72.25	86.7	115.6	86.7	108.375	130.05	173.4
579	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	24 3	57.9	72.375	86.85	115.8	86.85	108.5625	130.275	173.7
580	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	24 4	58	72.5	87	116	87	108.75	130.5	174
581	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	24 5	58.1	72.625	87.15	116.2	87.15	108.9375	130.725	174.3
582	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	24 6	58.2	72.75	87.3	116.4	87.3	109.125	130.95	174.6
583	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	24 7	58.3	72.875	87.45	116.6	87.45	109.3125	131.175	174.9
584	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	24 8	58.4	73	87.6	116.8	87.6	109.5	131.4	175.2
585	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	24 9	58.5	73.125	87.75	117	87.75	109.6875	131.625	175.5
586	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	24 A	58.6	73.25	87.9	117.2	87.9	109.875	131.85	175.8
587	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	24 B	58.7	73.375	88.05	117.4	88.05	110.0625	132.075	176.1
588	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	24 C	58.8	73.5	88.2	117.6	88.2	110.25	132.3	176.4
589	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	24 D	58.9	73.625	88.35	117.8	88.35	110.4375	132.525	176.7
590	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	24 E	59	73.75	88.5	118	88.5	110.625	132.75	177
591	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	24 F	59.1	73.875	88.65	118.2	88.65	110.8125	132.975	177.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

												Sample Rating							
												8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
												ISD Part Numbers							
	Address Inputs															33060	33075	33090	33120-4
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		2560	2575	2590	25120	33120	33150	33180	33240
592	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	25 0	59.2	74	88.8	118.4	88.8	111	133.2	177.6
593	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	25 1	59.3	74.125	88.95	118.6	88.95	111.1875	133.425	177.9
594	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	25 2	59.4	74.25	89.1	118.8	89.1	111.375	133.65	178.2
595	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	25 3	59.5	74.375	89.25	119	89.25	111.5625	133.875	178.5
596	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	25 4	59.6	74.5	89.4	119.2	89.4	111.75	134.1	178.8
597	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	25 5	59.7	74.625	89.55	119.4	89.55	111.9375	134.325	179.1
598	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	25 6	59.8	74.75	89.7	119.6	89.7	112.125	134.55	179.4
599	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	25 7	59.9	74.875	89.85	119.8	89.85	112.3125	134.775	179.7
"End of Message Storage Space for ISD2560, ISD2575, ISD2590, and ISD25120 Devices"																			

											Sample Rates							
											8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz	8.0 KHz	6.4 KHz	5.3 KHz	4.0 KHz
	Address Inputs														ISD Part Numbers				
DEC	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0						33120	33150	33180	33240
600	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	25 8					90	112.5	135	180
601	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	25 9					90.15	112.6875	135.225	180.3
602	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	25 A					90.3	112.875	135.45	180.6
603	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	25 B					90.45	113.0625	135.675	180.9
604	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	25 C					90.6	113.25	135.9	181.2
605	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	25 D					90.75	113.4375	136.125	181.5
606	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	25 E					90.9	113.625	136.35	181.8
607	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	25 F					91.05	113.8125	136.575	182.1
608	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	26 0					91.2	114	136.8	182.4
609	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	26 1					91.35	114.1875	137.025	182.7
610	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	26 2					91.5	114.375	137.25	183
611	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	26 3					91.65	114.5625	137.475	183.3
612	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	26 4					91.8	114.75	137.7	183.6
613	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	26 5					91.95	114.9375	137.925	183.9
614	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	26 6					92.1	115.125	138.15	184.2
615	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	26 7					92.25	115.3125	138.375	184.5
616	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	26 8					92.4	115.5	138.6	184.8
617	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	26 9					92.55	115.6875	138.825	185.1
618	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	26 A					92.7	115.875	139.05	185.4
619	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	26 B					92.85	116.0625	139.275	185.7
620	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	26 C					93	116.25	139.5	186
621	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	26 D					93.15	116.4375	139.725	186.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายธวัชชัย ริวรรณา
วัน เดือน ปีเกิด	30 มิถุนายน พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	77/14 หมู่บ้านชัยพฤกษ์ 1 ถนนคุ้มเกล้า แขวงแสนแสบ
	เขตมีนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10510
	โทรศัพท์ 0-9123-2770
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนชุมชนบ้านป่าซาง จังหวัดลำพูน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนจักรคำคณาทร จังหวัดลำพูน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคลำพูน จังหวัดลำพูน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	มหาบุรุษ ไม่จำเป็นต้องเก่งทุกอย่าง
	อยู่ที่ใช้คนให้เป็นและใช้คนให้ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายสมคิด เจริญราช
วัน เดือน ปีเกิด	28 ตุลาคม พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	6 หมู่ที่ 2 ตำบลโนน กิ่งอำเภอโนนนารายณ์
	จังหวัดสุรินทร์ 32130
	โทรศัพท์ 0-4023-4979
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านหนองบัวงาม จังหวัดสุรินทร์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนรัตนบุรี จังหวัดสุรินทร์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยการอาชีพท่าตูม จังหวัดสุรินทร์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	อดีตเป็นตัวทด อนาคตเป็นตัวตั้ง ปัจจุบันคือผลลัพธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายตวงวิทย์ เสียงสนั่น
วัน เดือน ปีเกิด	19 ธันวาคม พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	129 หมู่ที่ 12 ตำบลนอกเมือง อำเภอเมือง
	จังหวัดสุรินทร์ 3200
	โทรศัพท์ 0-9440-6153
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสุรวิทยาคาร จังหวัดสุรินทร์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	2 ไม่ได้มาจาก 1+1 เสมอไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้