สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชุดจำลองการรับส่งดาวเทียม

Sattellite System Model

พีรพงษ์ ยศธสาร

สุเจตน์ เพลิงภากร

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42319
วัน, เดือน, ปี 16 พ.ค. 2545

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ชุดจำลองการรับส่งดาวเทียม Sattellite System Model
นักศึกษา	นายพีรพงษ์ ยศธสาร เลขประจำตัว 42015648 นายสุเจตน์ เพลิงภากร เลขประจำตัว 42015664
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2544

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

_____อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ. ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์)

_____กรรมการ
( )

_____กรรมการ
( )

_____กรรมการ
( )

_____กรรมการ
( )

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวะกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1		1
	บทนำ	1
บทที่ 2		3
	ทฤษฎีเกี่ยวกับการสื่อสารดาวเทียม	3
	2.1 ความเป็นมาของดาวเทียมบนฟากฟ้า (Exploring the satellite)	3
	2.2 ศึกษาวิธีการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม	7
	2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับแสง	22
	2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC MOTOR)	27
บทที่3		34
	หลักการและการสร้าง	34
	3.1 ภาคส่ง (TRANSMITTER)	36
	3.2 ตัวดาวเทียม(SATTLELITE)	38
	3.3 ภาครับ (RECEIVER)	39
	3.4 BOARD MICROCONTROLLER	40
บทที่ 4		44
	ผลการทดลอง	44
บทที่5		45
	บทสรุป	45
	5.1 ปัญหาและอุปสรรค	45
	5.2 การแก้ไขปัญหา	46
	5.3 การพัฒนา	46
ภาคผนวก ก	โปรแกรมควบคุม DC มอเตอร์	48
ภาคผนวก ข	DATASHEET	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบการทำงาน 1
รูปที่ 2.1 ลักษณะของสัญญาณที่มีคลื่นแบบเชิงเส้นแนวตั้งและแนวนอน 11
รูปที่ 2.2 การรับคลื่นที่มีขั้วคลื่นวงกลม Circular Polarization 12
รูปที่ 2.3 ฟุตปริ้นสัญญาณดาวเทียมทำให้ขนาดจานแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากัน 14
รูปที่ 2.4 พิกัดของมุมกวาดและมุมเงยของจานรับสัญญาณ 18
รูปที่ 2.5 อุปกรณ์วัดมุมเอียง (Angle Finder) 19
รูปที่ 2.6 มิเตอร์วัดความเข้มของสัญญาณดาวเทียมซึ่งสามารถแสดงผลด้วยเข็มและเสีย 20
รูปที่ 2.7 แสดงการไบอัสตรงของไดโอดแอลอีดีและลักษณะการเกิดแสง 23
รูปที่ 2.8 แสดงรูปร่างโครงสร้างของอุปกรณ์ตัวปล่อยแสงและดีเทคแสง 24
รูปที่ 2.9 อุปกรณ์ตรวจสอบการสะท้อนสร้างขันจากตัวรับแสงและปล่อยแสง 25
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างการใช้อุปกรณ์ตรวจสอบการตัดแสงและ
การสะท้อนแสงสำหรับวัดความเร็วของเพลา 25
รูปที่ 2.11 อุปกรณ์การเชื่อมต่อด้วยแสง และสัญลักษณ์ 26
รูปที่ 2.12 อุปกรณ์ไวแสง 26
รูปที่ 2.13 ค่าประสิทธิผลของตัวให้แสงบนตัวรับแสง 27
รูปที่ 2.14 แสดงหลักการของมอเตอร์ 28
รูปที่ 2.15 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 31
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ 34
รูปที่ 3.1 วงจรที่ภาคส่ง 35
รูปที่ 3.3 วงจรรับและส่งที่ตัวดาวเทียม 38
รูปที่ 3.4 วงจรที่ภาครับ 39
รูปที่ 3.5 ก ลายแผ่นทองแดงของวงจรที่ดาวเทียม 41
รูปที่ 3.5 ข ลายแผ่นทองแดงของวงจรที่ภาครับ 41
รูปที่ 3.6 สถานีภาคส่ง (Base station) 42
รูปที่ 3.7 ดาวเทียม 42
รูปที่ 3.8 ภาครับ 43
รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณที่จุดต่างๆของระบบ 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ชุดจำลองการรับส่งดาวเทียม
Sattlelite System Model

นักศึกษา นายพีรพงษ์ ยศธสาร เลขประจำตัว 42015648
นายสุเจตน์ เพลิงภากร เลขประจำตัว 42015664

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์

ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการสร้างแบบจำลองของระบบการสื่อสารดาวเทียมขึ้นมาโดยใช้หลักการของแสงอินฟาเรดมาใช้ในระบบการรับส่ง เนื่องจากว่าการรับส่งของสัญญาณนั้นเป็นเพียงการรับส่งในระยะใกล้ๆเท่านั้น จึงไม่สามารถนำหลักการของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือคลื่นวิทยุมาใช้ในการรับส่งได้ ส่วนประกอบหลักมีอยู่ด้วยกัน 3 ส่วนคือ วงจรภาคส่ง วงจรที่ดาวเทียม วงจรภาครับ ซึ่งวงจรทั้ง 3 ส่วนนั้นจะใช้วงจรชุดเดียวกัน คือวงจรส่งอินฟาเรด ซึ่งประกอบด้วย ภาคขยายสัญญาณจาก OSC 1KHz และ 500Hz มาเข้าภาค Voltage Controll Oscillater (VCO) เพื่อให้ได้สัญญาณที่เป็นพัลส์ส่งออกไปเป็น FSK และมีวงจรทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวขยายสัญญาณ เพื่อขับ LED ที่เป็นตัวส่งอินฟาเรด สามารถส่งสัญญาณออกไปที่ดาวเทียมรับสัญญาณโดยอุปกรณ์ INFARED RECEIVER MODULE เพื่อดีเทคเอาสัญญาณ 1 KHz 500Hzที่มาจากภาคส่ง เข้าวงจรส่งอินฟาเรดอีกครั้ง และส่งต่อไปยังภาครับที่ภาครับก็จะมีอุปกรณ์ INFARED RECEIVER MODULE ดีเทคเอาสัญญาณ 1 KHz อีกครั้งหนึ่งมาเข้าวงจรขยายเพื่อที่จะขับลำโพงให้เป็นสัญญาณเสียง 1 KHz 500Hz ออกมาได้ยินโดยสัญญาณที่ได้จะเหมือนกับสัญญาณอินพุทที่ภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title Sattlelite System Model

Student Mr. Peerapong Yosthasarn ID 42015648
Mr. Sujed Plangpakorn ID 42015664

Advisor Asst.Prof.Pradit Vatcharapibool

Academic Year 2001

ABSTRACT

In this thesis ,we proposed the simulation of satellite communication system by using infrared in transmitter and receiver . Due to ,in this project, the Tx/Rx system is used in a short distance ,so it can not use electromagnetic or radio wave to present the wave propagation. The system consist of 3 parts, transmitter circuit ,satellite circuit and receiver circuit, which use only one infrared transmitter circuit. The infrared transmitter circuit consist of an input amplifier to send input signal to voltage control oscillator unit for change signal to be pulse. Transistor is used for driving the infrared LED for transmit the infrared signal to the satellite circuit. At the satellite unit,the signal is detected by the infrared receiver module and send it to infrared transmitter circuit again transmit the signal back to the receiver at the base station again. At the receiver unit, the infrared receiver module detect the signal that transmit from the satellite unit and send it to amplifier circuit . The amplified signal is sent to speaker and change to be voice signal.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น เพราะได้รับคำแนะนำและคำปรึกษาอย่างดียิ่งจาก ผศ. ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ท่านได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดทั้งปัญหาที่เกิดขึ้นกับโครงงานจนสำเร็จด้วยดีตลอดมา รวมทั้งเพื่อนและพี่ร่วมสถาบันที่ให้คำแนะนำและได้รับการช่วยเหลือในการทำโครงงาน

ท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา คณะอาจารย์ทุกท่าน และเพื่อนๆทุกที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนมาโดยตลอดจนสำเร็จการศึกษา

นาย พีรพงษ์ ยศธสาร
นาย สุเจตน์ เพลิงภากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในโลกยุคปัจจุบันนี้เทคโนโลยีด้านการสื่อสารดาวเทียมนั้นนับได้ว่าได้เข้ามามีบทบาทในหลายๆ วงการ เช่น วงการแพทย์และสาธารณสุข วงการทหาร การอุตุนิยมวิทยา การศึกษา และธุรกิจด้านการสื่อสารโทรคมนาคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวงการสื่อสารโทรคมนาคมนั้นเทคโนโลยีด้านดาวเทียมนั้นนับว่าเข้ามามีบทบาทเกือบร้อยเปอร์เซนต์ก็ว่าได้ จะเห็นได้จากเทคโนโลยีทางด้านโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Telephone)ในปัจจุบันนั้นส่วนใหญ่จะเป็นการส่งผ่านดาวเทียม หรือเป็นระบบใหม่ที่เรียกว่า Code Division Multiplex Access (CDMA) ก็เป็นการเชื่อมโยงโครงข่ายโดยผ่านดาวเทียม เนื่องจากว่าระบบของดาวเทียมนั้นมีความแน่นอนกว่าในระบบของการสื่อสารภาคพื้นดิน (Microwave) โดยจะเห็นได้ว่าหลายประเทศในโลกขณะนี้ได้มีดาวเทียมเป็นของตัวเองแล้วรวมถึงประเทศไทยด้วย ซึ่งในอนาคตนั้นเชื่อได้ว่าเทคโนโลยีด้านการสื่อสารดาวเทียมนั้นจะเข้ามามีบทบาทอย่างเต็มตัวในชีวิตประจำวันของมนุษย์ในยุคไฮเทคโนโลยีอย่างแน่นอน

มีหลายสถาบันการศึกษา ทั้งในประเทศไทย หรือประเทศอื่นๆได้มีรายวิชาที่เปิดสอนในด้านเกี่ยวกับดาวเทียม ซึ่งผู้จัดทำก็ได้ศึกษาในรายวิชานี้ด้วย ซึ่งเห็นว่าเนื้อหาของรายวิชาที่เกี่ยวกับการสื่อสารดาวเทียมนั้นมีความยุ่งยากและซับซ้อนมากการที่จะศึกษาหรือทำความเข้าใจได้จริงๆนั้น จำเป็นต้องอาศัยผู้สอนที่มีประสบการณ์และมีความรู้ด้านนี้โดยเฉพาะอีกทั้งผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานทางวิชาคณิตศาสตร์มาเป็นอย่างดี ซึ่งผู้จัดทำคิดว่าผู้ที่เข้ามาศึกษาในสาขาวิชาทางด้านการสื่อสารโทรคมนาคมนั้น ควรจะต้องเข้าใจในระบบของการสื่อสารดาวเทียมบ้างอาจจะไม่รู้ในรายละเอียดภายในระบบทั้งหมด แต่รู้ระบบหลักๆของการสื่อสารดาวเทียมก็ยังดี เพื่อที่จะพอมีความรู้พื้นฐานบ้างเมื่อสำเร็จออกไปทำงานยังองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารโทรคมนาคม

ในโครงงานนี้ที่ชื่อว่า ชุดจำลองการรับส่งดาวเทียมนั้นผู้จัดทำได้ใช้หลักการของแสงอินฟาเรดเข้ามาใช้ในการจำลองการรับและส่งสัญญาณเพื่อให้เห็นว่าเมื่อเราส่งสัญญาณอะไรซักอย่าง อาจจะเป็นสัญญาณเสียง สัญญาณภาพ หรือแม้กระทั่งเป็นรหัสต่างๆ จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งนั้น ตัวดาวเทียมมีหน้าที่ในการทวนสัญญาณเดิมแล้วส่งต่อไปถึงปลายทางที่ผู้ส่งต้องการได้ ในโครงงานนี้ผู้จัดทำได้ทำการส่งสัญญาณเสียงไป 2 ความถี่แล้วให้ที่ภาครับแสดงผลทางเอาท์พุทลำโพงเพื่อแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถรับส่งได้จริงโดยใช้แสงเป็นตัวนำพาสัญญาณไป แล้วก็มีตัวดีเทคเอาสัญญาณที่ภาครับทั้งของที่ดาวเทียมและที่ภาครับที่พื้นดิน

สาเหตุที่ต้องใช้แสงในการจำลองการรับส่งนั้นก็เพราะว่าเราไม่สามารถที่จะใช้คลื่นวิทยุ (Radio Wave) หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเหมือนระบบจริงๆได้ เพราะจำกัดในเรื่องของระยะทางเพราะจะเป็นเพียงการรับส่งในระยะทางใกล้ๆ เท่านั้น และอีกอย่างก็คือที่ต้องใช้หลักการของแสงอินฟาเรดนั้นก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะแสงอินฟาเรดนั้นมีการเดินทางเป็นเส้นตรงในขณะที่คลื่นวิทยุนั้นมีลักษณะการกระจายเป็นแบบรอบทิศทาง ซึ่งก็ตรงกับหลักการของการสื่อสารดาวเทียมจริงๆ ก็คือมีการส่งสัญญาณจากระยะทางไกลๆ เป็นเส้นตรงไม่ได้กระจายรอบ
ทิศทางดังรูป

รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบการทำงาน

หน้าที่การทำงานของแต่ละส่วนมีดังนี้

TRANSMITTER มีการที่ในการส่งสัญญาณอินพุทที่เป็นสัญญาณเสียงเข้าวงจรภาคขยาย และมีวงจร Voltage Controll Oscillator (VCO) ซึ่งทำการมอทกับสัญญาณอินพุทที่ป้อนเข้ามา ซึ่งจะใช้หลักการของ FSK 1 แล้วส่งให้วงจรทรานซิสเตอร์เป็นสวิทช์ ON OFF ให้ตัวส่งอินฟาเรดที่เป็นไดโอดสามารถส่งสัญญาณไปได้

SATTELLITE รับสัญญาณที่มาจากภาคส่ง โดยมีอุปกรณ์ INFARED RECEIVER MODULE เป็นตัวดีเทคเอาสัญญาณเดิมที่มาจากภาคส่งที่เป็นพัลส์มาเข้าวงจรส่งอินฟาเรดซึ่งใช้วงจรเดียวกันกับที่ภาคส่ง

RECEIVER รับสัญญาณที่ส่งมาจากดาวเทียมซึ่งยังคงเป็นสัญญาณเดิมที่มาจากภาคส่งอยู่ แล้วไปเข้าวงจรขยายสัญญาณเสียง LM386 เพื่อให้แสดงผลที่เอาท์พุทเป็นสัญญาณเสียงออกทางลำโพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีเกี่ยวกับการสื่อสารดาวเทียม

2.1 ความเป็นมาของดาวเทียมบนฟากฟ้า (Exploring the satellite)

" อาเธอร์ ซี คลาด " (Arthur C Clarke) ได้เสนอแนวความคิด ในการที่จะใช้สถานีดาวเทียมซึ่งลอยอยู่ในอวกาศเพื่อส่งสัญญาณโทรทัศน์ และสัญญาณที่ใช้ติดต่อสื่อสารต่างๆ ลงมาบนพื้นโลก โดยใช้ดาวเทียมโคจรอยู่ในวงโคจรค้างรูปวงกลมที่เรียกว่า Geosynchronous Orbit หรือ Geostationary Orbit ดาวเทียมต้องลอยอยู่ในอวกาศเหนือเส้นศูนย์สูตร (Equator) ณ ความสูงระดับหนึ่งซึ่งจะทำให้การโคจรดาวเทียมมีความเร็วพอดีกับการหมุนของโลก เมื่อโลกของเราใช้เวลาหมุนรอบตัวเองหนึ่งรอบ 24 ชั่วโมง จะเท่ากับดาวเทียมโคจรรอบโลกหนึ่งรอบพอดี และหากว่าเราสามารถควบคุมให้ดาวเทียมเดินทางไปในทิศทางเดียวกับการหมุนรอบตัวเองของโลก ก็จะมีผลทำให้เหมือนกับว่า ดาวเทียมนั้นลอยอยู่ตำแหน่งเดิมตลอดเวลา เมื่อเทียบกับจุดสังเกตการณ์บนพื้นโลก และดาวเทียมจะต้องอยู่ระดับ 35,786 กิโลเมตร เหนือพื้นโลก

หากใช้ดาวเทียมเพียงดาวเดียวลอยเหนืออเมริกา จะสามารถทำให้สะดวกแก่การส่งสัญญาณรายการโทรทัศน์และวิทยุเป็นอันมาก อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพสูง และการลงทุนค่อนข้างต่ำ เพราะว่าไม่ต้องสร้างสถานีทวนสัญญาณ (Repeater) ภาคพื้นดินมากมาย เพียงแต่ส่งสัญญาณดังกล่าวจากดาวเทียมลงมาที่บ้านของประชาชนโดยตรงได้เลย

2.1.1 ความถี่ขาขึ้นและลง (Uplink and Down link)

ดาวเทียมแต่ละดาวนั้นเป็นเสมือนกับสถานีทวนสัญญาณ หรือที่เรียกว่ารีพีทเตอร์ ที่ติดตั้งอยู่สูงมากถึง 35,786 กิโลเมตร จึงต้องทำหน้าที่เป็นทั้งเครื่องรับและเครื่องส่งสัญญาณเพื่อติดต่อกับสถานีภาคพื้นดินโดยสถานีภาคพื้นดินจะส่งสัญญาณในช่วง "ขาขึ้น" ที่ความถี่หนึ่งซึ่งเรียกว่า Uplink ไปให้กับดาวเทียมเมื่อดาวเทียมได้รับการเปลี่ยนความถี่ที่ได้รับได้ให้เป็นอีกความถี่หนึ่ง และส่งกลับมาให้สถานีภาคพื้นดินอื่นๆ ซึ่งสัญญาณที่ส่งลงมาจากดาวเทียมจะเรียกว่า Down link หรือความถี่ขาลง โดยที่สัญญาณที่ส่งลงมานี้สามารถจะครอบคลุมพื้นผิวโลกได้ถึง 40% ของจำนวนทั้งหมด

2.1.2 ช่องสัญญาณของดาวเทียม (Transponder)

ดาวเทียมทุกดวงที่ใช้อยู่นี้จะมีช่องสัญญาณซึ่งเรียกว่าทรานสปอนเดอร์ (Transponder) ซึ่งมีหลายๆรูปแบบเพื่อใช้ในการสื่อสารลักษณะต่างๆกัน ดาวเทียมดวงหนึ่งๆ สามารถจะมีทรานสปอนเดอร์ได้มากถึง 24 ช่องสัญญาณหรือมากกว่าเพื่อใช้ในงานต่างๆ ได้อย่างครบถ้วน โดยที่แต่ละช่องสามารถถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ได้หนึ่งสัญญาณหรือสามารถรับส่งสัญญาณโทรศัพท์พูดติต่อพร้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันได้เป็นจำนวนหลายพันคู่ ส่วนทรานสปอนเดอร์อื่นๆ อาจจะใช้ในการส่งสัญญาณวิทยุให้กับเครือข่าย หรือข่าวสารที่เรียกว่า (Teletext) หรือข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ (Data Communication) ก็ย่อมกระทำได้

สัญญาณความถี่ในทุกทรานสปอนเดอร์จะมีการจัดขั้วของคลื่น (Polarization) เอาไว้ให้มีทั้งแนวตั้ง (Vertical) และขั้วทางแนวนอน (Horizontal) เพื่อให้เหมือนกับการขยายช่องสัญญาณจากความถี่ที่มีจำนวนจำกัดให้ได้ช่องสัญญาณมากขึ้นในการรับสัญญาณที่สถานีภาคพื้นดินนั้นสามารถแยกรับได้ด้วยตนเองว่าจะรับทางแนวตั้งหรือแนวนอน ซึ่งดาวเทียมจำนวนมากจะมีทรานสปอนเดอร์ที่รับ-ส่งสัญญาณทางแนวตั้งและแนวนอนอย่างละ 12 ทรานสปอนเดอร์และมีความถี่ซ้อนกันอยู่ แต่จะไม่เกิดการรบกวนของสัญญาณ(Interferrence) กันเอง

ทรานสปอนเดอร์ของดาวเทียมจะทำงานที่ความถี่สูงกว่าความถี่ใช้ในสถานีโทรทัศน์ภาคพื้นดิน เนื่องจากความถี่ที่ใช้นี้อยู่ในย่าน SHF (Super High Frequency) จึงไม่มีผลกระทบจากสภาพของดาวเทียมนี้มีความเชื่อถือได้ 24 ชม. ความถี่ที่ใช้ในสถานีโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อส่งตรงไปยังที่พักอาศัยในเอเชียจะใช้ความถี่ในย่าน 3.7-4.2 GHz หรือมักจะเรียกว่า "ความถี่ย่าน C" (C Band) ส่วนใหญ่ในประเทศญี่ปุ่นและออสเตรเลีย จะใช้ความถี่สูงกว่าคือ ตั้งแต่ 11.9 - 12.0 GHz และ 12.25 - 12.75 GHz ในการส่งกระจายสัญญาณโทรทัศน์ไปยังบ้านพักอาศัยของประชาชน ความถี่ดังกล่าวจะเรียกว่า "ความถี่ย่าน Ku-band"

2.1.3 ฟุตปริ้นท์ (Footprint)

ส่วนที่เป็นสายอากาศของดาวเทียม จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณโทรทัศน์ลงมายังพื้นโลกให้มีรูปร่างเฉพาะตัวได้ ดังตัวอย่างเช่น หากต้องการส่งสัญญาณโทรทัศน์มายังประเทศไทยโดยเฉพาะก็ออกแบบสายอากาศของดาวเทียมให้มีลำคลื่น (Beam) ครอบคลุมเฉพาะประเทศไทยโดยลำคลื่นจะออกมาครอบคลุมพื้นที่ของประเทศไทยมากที่สุด ลักษณะของลำคลื่นที่ออกแบบไว้ให้ครอบคลุมเฉพาะที่ที่ต้องการนี้เรียกว่า ฟุต-ปริ้นท์ โดยดาวเทียมแต่ละดวงจะมีฟุตปริ้นท์ลักษณะเฉพาะตัวของตัวเอง ซึ่งพื้นที่ที่จะได้รับสัญญาณจากดาวเทียมได้ดีหรือแรงที่สุดจะอยู่ในส่วนที่เรียกว่าศูนย์กลาง (Center) ของฟุตปริ้นท์ หากหลุดไปจากศูนย์กลางนี้ความแรงของสัญญาณก็จะลดน้อยลง ผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่เป็นศูนย์กลางฟุตปริ้นท์นี้ เช่น กรุงเทพฯ และจังหวัดใกล้เคียง สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมด้วยจานรับสัญญาณที่มีขนาดเล็กกว่าผู้ที่อาศัยอยู่ภายนอกศูนย์กลางออกไป เช่น ผู้ที่อาศัยในประเทศอินโดจีนอาจจะต้องใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมขนาด 10 ฟุต เพื่อรับสัญญาณที่มีคุณภาพ ของภาพชัดเจนเท่ากันกับผู้อาศัยอยู่ในประเทศไทย ซึ่งใช้จานขนาดเพียง 4 ฟุต แต่โดยทั่วไปแล้ว จานที่ใช้รับสัญญาณดาวเทียมสำหรับพักอาศัยมักจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดตั้งแต่ 6-12 ฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดาวเทียมที่ส่งสัญญาณในความถี่ย่าน C-Band นั้น มักจะมีกำลังส่งค่อนข้างต่ำประมาณ 8-16 วัตต์เท่านั้น ดังนั้นเมื่อสัญญาณเดินทางมาถึงเราจึงมีขนาดของสัญญาณที่อ่อนมากเราจึงจำเป็นที่จะต้องใช้จานรับสัญญาณที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางค่อนข้างใหญ่ แต่มีข้อดีตรงที่สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างขวางมากรวมทั้งสามารถสามารถตั้งมุมยิงของสายอากาศให้มีจุดศูนย์กลางของสัญญาณเน้นความเข้มไว้สองจุดก็ได้

ทุกวันนี้ดาวเทียมที่ส่งสัญญาณในย่านความถี่ Ku-Band จะส่งสัญญาณด้วยกำลังส่งปานกลาง 20 -50 วัตต์ แต่ในประเทศญี่ปุ่นใช้กำลังส่งสูงมากประมาณ 80-100 วัตต์ ในการส่งสัญญาณจากดาวเทียม Japanese DBS (Direct Broadcasing Satellie) ตรงไปยังจานรับสัญญาณ ซึ่งมีขนาดเล็กมากๆ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 1.5 ฟุตเท่านั้น ก็สามารถรับสัญญาณได้แล้ว ทั้งนี้รวมทั้งดาวเทียม " ไทยคม "

2.1.4 ดาวเทียมไทยคม1 และดาวเทียมไทยคม2

เมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2534 บริษัท ชินวัตร คอมพิวเตอร์ แอนด์คอมมิวนิเคชั่น จำกัด ได้ลงนามสัญญาว่าจ้างบริษัทฮิวส์ คอมมิวนิเคชั่น อินเตอร์เนชั่นแนล (Hughes Communication International) และบริษัทแอดวานซ์ อิเล็กทรอนิกส์ ซิสเตมส์อินเตอร์เนชั่นแนล (Advanced Eletronic Systems Company) ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยให้การออกแบบสร้างดาวเทียมสื่อสารแห่งชาติสองดวงให้แก่ประเทศไทย

คุณลักษณะของดาวเทียมทั้งสองดวง

Operational History

Orbit Assignment:	Both satellites will be co-located at same slot of 78.5°
Launch Data:	December 1993 and mid-1994
Launch Vehicle:	Thaicom-1 : Ariane
	Thaicom-2 : Ariane
Status:	Under construction
Design Life:	13/15 years (minimum/maximum)

Communications Payload

Frequency Band(s):	Receive: 14.3159 ~ 14.4951 GHz
	Transmit: 12.5679 ~ 12.7471 GHz
	3.7 ~ 4.2 GHz
Active Channels:	2 Ku-band Channels (27 or 54 MHz wide)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K1-12.5949 GHz

K2-12.6575 GHz

K3-12.7201 GHz

Plus 1 back-up channel

10 C- back-up channel (36 MHz)

Plus 2 back-up channel

Polarization: Ku-band :Horizontal on downlink

C-band: Vertical on downlink

C1 - 3.720 GHz

C2 - 3.760 GHz

C3 - 3.800 GHz

C4 - 3.840 GHz

C5 - 3.880 GHz

C6 - 3.920 GHz

C7 - 3.960 GHz

C8 - 4.000 GHz

C9 - 4.040 GHz

C10 - 4.080 GHz

C11 - 4.120 GHz

C12 - 4.160 GHz

Signal Power (EIRP) : Ku-band : 51 dBW at beam center

C-band : 37 dBw over Thailand

35 dBw over North Pacifi

Coverage Area : Ku-band :Southeast Asia

C-band: Thailand & neighboring countries

Including Malaysia,Singapore, Indonesia

,Laos,Combodia,Vietnam Burma,Chaina,

Taiwai,Korea,and Japan

TWTA Power : Ku-band: 47 watts

SSPA Power : C-band: 11 watts

Capacity : 14 TV Channels

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Spcecraft

Satellite Type :	Lightweight version of Hughes HS-376
Manufacturer :	Hughes Space & Communications Group
Initial On-Station Weight :	629 kg (1,386.81lbs) on station
Dimensions :	2.16 m Diameter,6.6m height
Electrical Power :	700 watts at beginning of life

2.2 ศึกษาวิธีการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม

การสื่อสารระบบไมโครเวฟในภาคพื้นดิน มีข้อจำกัดในเรื่องระยะทางการรับ-ส่ง เนื่องจากลักษณะของคลื่นไมโครเวฟจะเคลื่อนในแนวตรงได้ไกลที่สุดเพียงเส้นระดับแนวสายตาเท่านั้น และในการรับส่งจะมีสิ่งกีดขวางไม่ได้ หากเพิ่มระยะการติดต่อกว้างไกลสักเท่าไรต้องมีสถานีทวนสัญญาณหรือถ่ายทอดสัญญาณจำนวนมาก และตัวสายอากาศรูปจานกลมจะติดตั้งอยู่บนที่สูงหรือยอดอาคาร

ถ้าสามารถนำเอาจานไมโครเวฟและอุปกรณ์ทวนสัญญาณขึ้นไปลอยบนท้องฟ้าสูงได้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสถานีทวนสัญญาณหรือเครือข่ายภาคพื้นดินได้อย่างมหาศาล ด้วยเหตุนี้เองเป็นจุดเริ่มต้นในการส่งดาวเทียมขึ้นไปลอยนิ่งบนท้องฟ้า ภายในบรรจุด้วยอุปกรณ์ถ่ายทอดสัญญาณภายนอกติดตั้งจานรับสัญญาณหันตรงมายังพื้นโลกครอบคลุมพื้นที่กว้างใหญ่ไพศาล

2.2.1 ชนิดดาวเทียม

ดาวเทียมมีอยู่ 2 ชนิด ซึ่งแบ่งตามลักษณะแนวโคจรของดาวเทียมคือ

2.2.1.1 ดาวเทียมโคจรเป็นรูปวงรี

การโคจรเป็นรูปวงรีรอบโลกมีระนาบไม่แน่นอน ตำแหน่งของตัวดาวเทียมเมื่อเทียบกับโลกก็ไม่แน่นอนเช่นดาวเทียมที่ใช้ตรวจสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศแหล่งทรัพยากรธรณี หรืองานจารกรรมทางทหาร

2.2.1.2 ดาวเทียมค้างฟ้า (GEOSTATIONARY SATELLITE)

เป็นดาวเทียวที่นิ่งอยู่กับที่เมื่อเทียบกับโลก โดยมีวงโคจรเป็นรูปวงกลมอยู่ในระนาบเดียวกันกับเส้นศูนย์สูตรของโลก (EQUATOR) ซึ่งอยู่สูงจากพื้นผิวโลกประมาณ 35,876 กิโลเมตรวงโคจรนี้เรียกว่า GEOSYNCHRONOUS ORBIT หรือ GEOSTATIONARY ORBIT และเพื่อเป็นเกียรติแก่ผู้ค้นพบวงโคจรนี้ อาจเรียกว่า CLARKE ORBIT ก็ได้ โดยกำหนดไว้ว่า เป็นวงโคจรในระนาบเส้นศูนย์สูตร ที่มีความสูงเป็นระยะที่ทำให้ดาวเทียมเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงมุมเท่าการหมุนของโลกใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศทางเดียวกัน หรือก็คือ เมื่อโลกหมุนรอบตัวเอง 1 รอบ ในเวลา 24 ชั่วโมง ดาวเทียมก็โคจรรอบโลกพอดีเช่นกัน แล้วทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง มีค่าเท่ากับแรงดึงดูดของโลกพอดี เป็นผล ทำให้เหมือนกับว่า ดาวเทียมลอยอยู่ในตำแหน่งเดิมอยู่ตลอดเวลาเมื่อเทียบกับจุดสังเกตการณ์บนภาคพื้นดินของโลก

2.2.2 ดาวเทียวค้างฟ้าส่วนใหญ่ใช้สำหรับ

1. เพื่อการสื่อสารเรียกว่าดาวเทียมสื่อสาร (COMMMUNICATION SATELLITE : CS)

2. เพื่อส่งวิทยุกระจายเสียงเรียกว่า ดาวเทียมกระจายเสียง (BROADCASTING SATELLITE : BS หรือ DBS) มีจุดประสงค์เพื่อส่งสัญญาณวิทยุหรือโทรทัศน์ ไปผู้ชมโดยภาคพื้นโดยตรง

2.2.2.1 ย่านความถี่ในการสื่อสารสัญญาณผ่านดาวเทียม

แต่เดิมสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศได้กำหนดเรียกชื่อย่านวิทยุ ในช่วงความถี่สูงดังนี้

ความถี่สูงมาก (VHF: Very High Frequency) 30-300 MHz

ความถี่สูงยิ่ง (UHF: Ultra High Frequency) 300-3,000 MHz

ความถี่สูงยิ่งยวด (SHF: Super High Frequency) 3-30 GHz

ปัจจุบันมีการกำหนดชื่อ ย่านความถี่ที่ใช้เพื่อการโทรคมนาคมกับดาวเทียมสื่อสารสำหรับส่งสัญญาณกระจายเสียง วิทยุ โทรทัศน์ ข้อมูลการสำรวจ และอื่นๆ มาให้สถานีคมนาคมภาคพื้นดินดังนี้

ตารางที่ 2.1 แถบความถี่

ชื่อแถบความถี่	ความถี่ (GHz)
UHF	0.3 -1.0
L	1 – 2
S	2 – 4
C	4 – 8
X	8 – 12
Ku	12 – 18
K	18 – 27
Ka	27 – 40
V	40 – 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

W	75 – 110
Mm	110 – 300

ดาวเทียมที่ใช้ในการสื่อสาร มีอุปกรณ์การรับส่งคลื่นวิทยุภายใน ทำหน้าที่ถ่ายทอดสัญญาณไปยังสถานีภาคพื้นดิน หรือก็คือทำหน้าที่รับและส่งสัญญาณความถี่คลื่นไมโครเวฟ ถ้าเป็นการส่งสัญญาณขึ้นไปยังดาวเทียม เรียกว่าการเชื่อมโยงขาขึ้น เมื่อจานดาวเทียมรับบนดาวเทียมรับคลื่นสัญญาณภาพเสียง ข้อมูล และอื่นๆ แล้วก็จะนำไปขยายให้แรงขึ้น จากนั้นก็จะส่งมายังสถานีภาคพื้นดินที่ต้องการ คลื่นที่ส่งมาเรียกการเชื่อมโยงขาลง ความถี่ขาขึ้นขาลงจะต้องแตกกันเพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนกัน ความถี่ขาขึ้นจะสูงกว่าขาลงเสมอ ดังอย่างเช่น

1) ย่าน C-BAND

ความถี่สำหรับ Up-link 5.72 - 7.045 GHz เฉลี่ย 6 GHz

ความถี่สำหรับ Down-link 3.4 - 4.8 GHz เฉลี่ย 4 GHz

แบบนี้สัญญาณที่ส่งมาจะมีฟุตปริ้นท์ (Foot Print) ครอบคลุมพื้นที่ได้กว้าง สามารถส่งสัญญาณครอบคลุมพื้นที่ได้หลายประเทศ จึงเหมาะสมกับประที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ แต่ก็ทำให้เกิดข้อเสียคือ ความของสัญญาณจะต่ำลง การรับสัญญาณต้องใช้จานขนาดใหญ่ เช่น 4-12 ฟุต สัญญาณจึงมีความชัดเจน

2) ย่าน KU-BAND

ความถี่สำหรับขาขึ้น 12.75 - 14.8 GHz เฉลี่ย 13.0 GHz

ความถี่สำหรับขาลง 10.7 - 12.3 GHz เฉลี่ย 11 GHz

แบบนี้สัญญาณครอบคลุมพื้นที่ได้น้อย จึงเหมาะสมสำหรับการส่งสัญญาณเฉพาะภายในประเทศและสัญญาณมีความเข้มสูง ใช้จานรับขนาดเล็กประมาณ 40-80 cm. ก็รับสัญญาณได้ดี

2.2.3 ฟีดฮอร์น

ฟีดฮอร์นที่ใช้กันส่วนใหญ่ในปัจจุบันนี้ จะเป็นแบบปากกระบอก จะมีวงแหวนซ้อนกันอยู่หลายรอบเพื่อป้องกันสัญญาณจากภายนอกของจุดโพคัลสะท้อนลงไปยังพื้นผิวของจานอีกครั้ง สัญญาณทั้งหมดจะถูกขยายให้แรงขึ้น โดยการสะท้อนในอัตราประมาณ 70% ของผิวจานทั้งหมด พุ่งไปรวมกันที่ฟิวฮอร์นโดยสเกล่าร์ฟีดฮอร์นจะถูกออกแบบให้สามารถมองลงมายังพื้นผิวของจานให้ได้มากที่สุดในขณะที่สัญญาณจะถูกลดทอน ส่งที่บริเวณพื้นผิวที่อยู่ใกล้ขอบจานประมาณ 10 - 15 dB 4 GHz เป็นจำนวนมาก และมีความแรงมากกว่าสัญญาณที่ส่งลงมาจากดาวเทียมหลายเท่าซึ่งการลดที่เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นบริเวณผิวขอบนอกของจานนี้ มีผลทำให้สามารถไปลดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากพื้นผิวโลกซึ่งไปรวมกันอยู่บริเวณพื้นผิวที่อยู่ใกล้ขอบของจาน ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 30% ของพื้นผิวของจานทั้งหมด พื้นผิวของจานที่บริเวณดังกล่าว จึงทำหน้าที่เสมือนกับชีลด์เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนที่จะเข้าไปยังฟีดฮอร์นไปได้ในตัวนั่นเอง

สำหรับวิธีการเลือกใช้งานให้ถูกต้องและได้ผลดีนั่น ในทางปฏิบัติคือตัวฟีดจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับชนิดของจานที่เราเลือกใช้ สำหรับจานรับสัญญาณที่มีท้องจานตื้นสามารถใช้งานได้ดีที่สุดกับฟีดมาตราฐานใดก็ได้ ขณะที่แบบที่มีท้องจานลึกอาจจะต้องใช้ฟีดแบบพิเศษ หรืออาจต้องมีอะแดปเตอร์ซึ่งมีลักษณะเป็นวงแหวนเข้ามาช่วยจะมีผลทำให้บริเวณช่องเปิดของฟีดยาวขึ้นอีกเล็กน้อย ทำให้ความที่แท้จริงของฟีดนั้นสัมพันธ์กับค่าอัตราส่วน F/D ของสายอากาศ หรือของจานรับสัญญาณได้ดียิ่งขึ้นและอีกประการหนึ่ง ฟีดที่จะนำมาใช้งานให้ได้ผลดียิ่งขึ้น ควรที่จะสามารถปรับตำแหน่งของ Scalar Plate ได้ เพื่อให้สามารถทำการปรับแต่งผลของการรับสัญญาณให้ได้ประสิทธิภาพดีที่สุด

2.2.4 อุปกรณ์ที่ขยายสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนต่ำ

หลังจากที่สัญญาณส่งเข้าไปในฟีดฮอร์นแล้ว จะถูกส่งต่อไปยังอุปกรณ์ขยายสัญญาณที่มีสัญญาณรบกวนต่ำ LNB (Low Noise Block downconverter) หรือที่เรียกว่า Low Noise Amplifier โดยเราจะถือว่าเป็นขั้นตอนแรกที่มีการขยายสัญญาณเกิดขึ้นภายในเม้าท์ของ LNB จะมีโพรบเล็กๆชิ้นหนึ่ง ความยาวไม่ถึง 1 นิ้ว อยู่อันหนึ่ง ซึ่งจริงๆแล้วเป็นสายอากาศที่เรโซแนนท์กับสัญญาณที่มีความถี่ส่งมาจากดาวเทียมนั่นเอง เมื่อรับสัญญาณมาแล้ว จะทำการส่งต่อโดยการคับปลิ้งเข้าไปยังวงจรขยายทางอีเล็กทรอนิกส์ ซึ่งแน่นอนว่าสัญญาณรบกวนจะเกิดขึ้นภายในวงจรอิเล็กทรอนิกส์นี้ด้วย โดย LNB จะขยายสัญญาณนี้พร้อมกับสัญญาณที่ต้องการ แล้วส่งผ่านไปยังขั้นต่อไป ซึ่งในขั้นตอนนี้ LNB จะต้องสามารถควบคุมระดับของสัญญาณรบกวนนี้ให้มีค่าน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

โดยาการนำตัวนำประเภทแกลเลี่ยมอาเซไนด์ (Gallium Arsenide : GaAs) และ High Electron Mobility Transistor มาใช้งาน จึงมีผลทำให้สามารถลดสัญญาณรบกวนที่เรียกว่า Noise Temperature ภายใน LNB ได้อย่างมาก

2.2.5 TRANSPONDER

ทรานสพอนเดอร์ คือ ชุดอุปกรณ์รับและส่งสัญญาณเดียวเทียม ซึ่งในดาวเทียมแต่ดวงจะมีจำนวน ทรานสพอนเดอร์หลายชุดเช่น 12 ทรานสพอนเดอร์ แต่ละชุดจะมีย่านความถี่ต่างกัน แต่ละย่านกว้างประมาณ 40 MHz เพื่อรับสัญญาณภาพได้ 1 ช่องสัญญาณ เนื่องจากความกว้างของช่องคลื่นนี้กว้างมากเกินไปทำให้จำนวนช่องสัญญาณมีไม่มากเพียงพอ จึงนิยมใช้วิธีการส่งคลื่นที่มีขั้วสัญญาณเป็นแบบแนวตั้ง และแบบแนวนอน ไปพร้อมๆ กัน โดยความถี่พาหนะเป็นคลื่นที่เท่ากัน ทำให้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

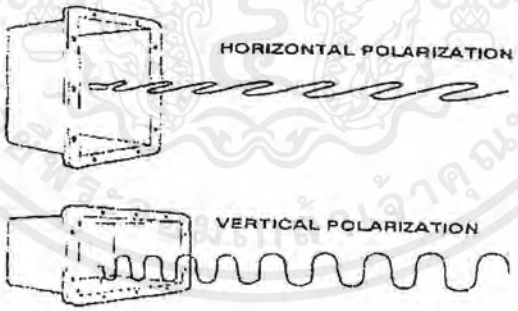
หนึ่งทรานสพอนเดอร์ ส่งสัญญาณได้เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า ทางดานรับสามารถรับคลื่นที่มีขั้นคลื่นต่างกันได้โดยการปรับสายอากาศให้ตรงกับขั้วของคลื่นที่จะรับ

2.2.6 ชนิดขั้วคลื่นสัญญาณจากดาวเทียม

ที่ใช้กันอยู่มี 2 แบบคือ แบบ Linnear Polarization ซึ่งประกอบด้วยสองแบบคือแบบแนวแกนตั้ง และแบบแนวแกนนอน และแบบที่สองคือแบบวงกลม

2.2.6.1 Linear Polarization

สัญญาณที่ส่งมาจากดาวเทียมที่ใช้กันภายในประเทศ เช่น เอเซียแซท หรือ ปาลาปา ส่งโดยการใช้สายอากาศที่มีขั้วเดินทางของคลื่นสัญญาณทั้งที่เป็นแนวตั้งและแนวนอนดังนั้นการที่เราจะรับสัญญาณให้ได้ดีที่สุด โพรบหรือแกนรับสัญญาณที่อยู่ภายใน LNB ต้องอยู่ในระนาบเดียวกันกับขั้วการเดินทางของคลื่นที่สายอากาศของดาวเทียมกรือทรานสพรอนเดอร์ส่งลงมาด้วยถ้าหากโพรบดังกล่าวไม่แมตซ์กับขั้วคลื่นของทรานสปอนเดอร์ดาวเทียมแล้วสัญญาณก็จะเกิดสูญเสียไปอย่างมาก หรือถ้าตรงกันข้ามกันเลย จะทำให้ไม่สามารถรับสัญญาณได้ทั้งหมด ซึ่งขั้วของโพรบใน LNB สามารถหมุนได้โดยใช้ Polarizer หรือถ้าหากไม่มี Polarizer ก็ต้องใช้การหมุนที่ตัว LNB โดยตรง



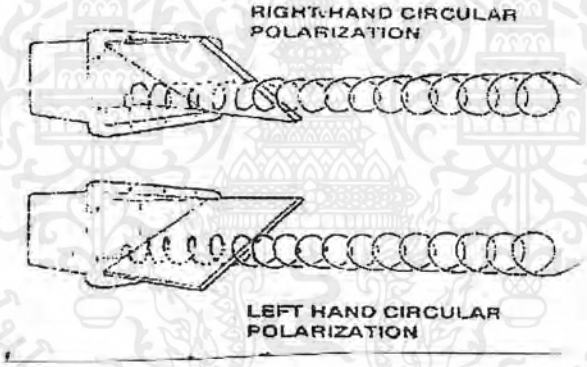
รูปที่ 2.1 ลักษณะของสัญญาณที่มีคลื่นแบบเชิงเส้นแนวตั้งและแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6.2 Circular Polarization

ขั้วคลื่นแบบวงกลม ดาวเทียม ระบบ DBS ของประเทศญี่ปุ่นจะเหมือนกับดาวเทียมอินเทลแซท ของประเทศสหรัฐอเมริกา และดาวเทียมสเตชั่นนาร์ของประเทศรัสเซีย คือมีขั้วการเดินทางของคลื่นเป็นแบบวงกลมหรือที่เรียกว่า Circular Polarization ดังนั้นหากว่าเราต้องการรับสัญญาณจากดาวเทียมที่มีสัญญาณขั้วคลื่นแบบนี้ให้ได้มีประสิทธิภาพดีที่สุดแล้ว ต้องใช้ฟีดฮอร์นที่มีโครงสร้างของโพรบเป็นแบบ Circular เช่นกัน

โดยที่โพรบจะมีลักษณะเป็นวงกลม (Helical) และมีลักษณะเป็นรูปคลื่น (Pattern) หมุนเป็นเกลียว ซึ่งยังสามารถออกแบบได้เป็นสองแบบคือ แบบที่คลื่นหมุน (Right Hand Circular Polarization) และแบบที่คลื่นหมุนซ้าย (Left Hand Circular Polarization) สัญญาณขั้นคลื่นวงกลมนี้ ขั้วคลื่นจะหมุนไปทางซ้ายหรือขวาก็ได้ การรับสัญญาณแบบนี้จะใช้แผ่น Teflon เป็นตัวควบคุมขั้วคลื่นให้ LNB ซึ่งเป็นแบบ Linear Polarization รับได้



รูปที่ 2.2 การรับคลื่นที่มีขั้วคลื่นวงกลม Circular Polarization

2.2.7 ตำแหน่งดาวเทียม

ตำแหน่งและความถี่ของดาวเทียมกำหนดโดย ITU (International Telecommunication Union) และ IFRB (International Frequency Register Board) ดาวเทียมที่ใช้ส่งโทรทัศน์ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปนี้ อยู่ในวงโคจรเหนือเส้นศูนย์สูตรด้วยความสูง 35,786 กม. ด้วยความเร็ว 3,075 เมตรต่อวินาที เนื่องจากว่าแต่ละจุดที่กำหนดตำแหน่งต้องใช้เส้นแวงตัดกับเส้นรุ้งเมื่อมองตำแหน่งกาวเทียมตั้งฉากกับพื้นโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นเมื่อดาวเทียมค้างฟ้าทุกดาววางอยู่ในตำแหน่งเหนือเส้นศูนย์สูตร จึงใช้เพียงค่าของเส้นแวง (Longitude) เท่านั้นเป็นตัวบอกตำแหน่ง เช่น ดาวเทียมไทยคม 1 อยู่ที่ตำแหน่ง 78.5 องศา E คือเส้นแวงที่ 78.5 องศาตะวันออก (เส้นรุ้งที่ศูนย์องศา)

ดาวเทียวแต่ละดวงจะวางอยู่ห่างกันประมาณ 2 องศาขึ้นไป ซึ่งหนึ่งองศาประมาณ 50 กม. เพื่อหลีกเลี่ยงคลื่นรบกวนกัน ตำแหน่งที่วางห่างกันเป็นช่วงๆ รอบเส้นศูนย์สูตรนี้เรียกว่า Orbital Slot เมื่อมองจากดาวเทียมทำมุมตั้งฉากตรงไปยังพื้นโลกจุดนี้เรียกว่า SUBSA TELLITE POINT

2.2.8 ความแรงของสัญญาณจากดาวเทียม

ความของแรงสัญญาณจากดาวเทียมส่งตรงมายังโลกค่อนข้างต่ำ เนื่องจากปัญหาของขนาดตัวจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ได้มีปริมาณจำกัด จานสายอากาศของดาวเทียมจึงออกแบบให้มีลำคลื่นส่งไปในพื้นที่ ที่กำหนดไว้บนพื้นโลกเท่านั้น บริเวณที่ลำคลื่นของสัญญาณแผ่ครอบคลุมถึงเรียกว่า Foot point ของดาวเทียมนั้นๆ

แผนที่ Foot Print แสดงถึง ความแรงของสัญญาณ ณ จุดที่มีหน่วยเป็น "dBw" เมื่อกับกำลัง 1 วัตต์ โดยเป็นค่าแสดงผลหรือค่าประสิทธิผลที่คลื่นกระจายออกมา (Effective Isotropic Radiated Power : EIRP) ค่านี้จะขึ้นอยู่กับค่า (Effective Power) ของเครื่องส่งที่ตัวดาวเทียมแสดงผลออกมา

ดาวเทียมที่ใช้ความถี่ย่าน C-band มักมีกำลังส่งค่อนข้างต่ำประมาณ 8 - 16 วัตต์เท่านั้น จึงต้องใช้จานสัญญาณค่อนข้างใหญ่ แต่ว่ามีข้อดีคือสัญญาณจะแผ่ครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างมากรวมทั้งสามารถตั้งมุมยิงของสายอากาศ ให้มีจุดศูนย์กลางสัญญาณเน้นความเข้มไว้ 2 จุดก็ได้ เช่นมีความแรงที่ศูนย์กลางของลำคลื่น 37 dBw เมื่อกำลังส่งส่ง 11 วัตต์ (ดาวเทียมไทยคม)

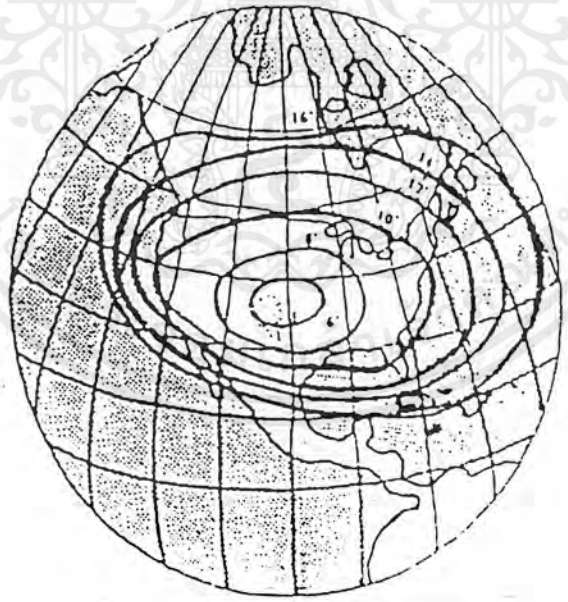
ส่วนดาวเทียมในย่าน KU-BAND ส่งสัญญาณด้วยกำลังส่งปานกลางคือ 20 - 50 วัตต์ ตัวอย่าง เช่น ดาวเทียมไทยคมมีกำลังส่ง 47 วัตต์ ความแรงที่ศูนย์กลางลำคลื่น 51 dBw แต่ว่ามีเพียงบางประเทศ เช่น ญี่ปุ่น ใช้เครื่องส่งที่มีกำลังแรงสูงมาก ๆ ประมาณ 80 - 100 วัตต์ และล่าสุดจะส่งถึง 200 วัตต์ จานสายอากาศจึงเส้นเล็กมาก เช่นเส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 1.5 ฟุต ก็สามารถรับสัญญาณได้แล้ว

ฟุตปริ้นท์ของสัญญาณดาวเทียมทำให้ขนาดจานแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากัน ตรงศูนย์กลางของลำคลื่นสัญญาณแรงใช้จานขนาดเล็กก็พอ แต่พออยู่ในพื้นที่ใกล้ออกไปลำคลื่นจะจางลงก็ต้องใช้จานขนาดใหญ่ขึ้น การใช้แผนที่ ฟุตปริ้นท์ และตารางประกอบ ทำให้สามารถหาจานรับสัญญาณขนาดเหมาะสมดับการใช้งานในตำแหน่งที่เราอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIMETER	10-FT(3.0m)
F/D RATIO	0.38
FOCAL LENGTH	116.8
ACTUATOR	18 STROKE
BEAM WIDTH	1.7 DEGREES
DISH	ALUMINIUM REFLECTOR
MOUNT	STELL
MOUNTING POLE	STELL
WEIGHT WITH MOUNT	73 kg.
GAIN	:40.3 dBi FOR C-BAND 4.2 GHz :48.2 dBi FOR Ku-BAND 12.2 GHz

ตารางที่2.2 คุณสมบัติจานรับสัญญาณดาวเทียม



รูปที่ 2.3 ฟุตปริ้นสัญญาณดาวเทียมทำให้ขนาดจานแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.9 จานรับสัญญาณดาวเทียม (Satellite Antenna Dish)

จานรับสัญญาณดาวเทียม มีรูปทรงโค้งพาราโบลาแบบกระทะทำด้วยโลหะ มีหน้าที่สะท้อนสัญญาณคลื่นความถี่ที่ส่งมาจากดาวเทียมไปรวมตัวกันที่ ฟีดฮอร์น หรือที่เรียกว่าตัวรวมสัญญาณ ดังนั้นจานใหญ่จึงรวมสัญญาณหรือมีอัตราการขยายมากกว่าจานขนาดเล็ก ตัวจานมีทั้งแบบทึบ (Solid) และแบบโปร่ง (Mesh) ในจานขนาดเท่ากันจานทึบจะสะท้อนสัญญาณได้ดีกว่า แต่ว่าจานโปร่งจะนิยมใช้กันมากกว่าเนื่องไม่ต้านลมและน้ำหนักเบากว่า การติดตั้งในที่สูงๆ ควรคำนึงถึงระบบป้องกันฟ้าผ่าด้วยการสะท้อนคลื่นจากจานไปยัง ฟีดฮอร์นตัวรวมสัญญาณ ฟีดฮอร์นจะต้องตั้งอยู่ตรง ที่คลื่นสะท้อนจากจานแล้วไปรวมกันที่จุดซึ่งเรียกว่าจุด Focal Point จุดนี้จะอยู่ตรงไหน ขึ้นอยู่กับรูปร่างของจาน

2.2.9.1 จานแบบ CENTER FOCUS หรือ CENTER FEED

แบบนี้ฟีดฮอร์นจะอยู่ที่ด้านหน้าและตรงจุดศูนย์กลางขนาดของจานแบบนี้จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 1 - 2 เมตร โดยมีประสิทธิภาพของจานสายอากาศประมาณ 60%

ฟีดฮอร์น และ LNB จะมีขายึดติดกับส่วนด้านบนของผิวจาน โดยขาทั้งหมดต้องยึดติดเข้ากับวงแหวน (support bracket) อยู่เหนือจุดศูนย์กลางของจาน ณ ตำแหน่งที่ได้ความแรงของสัญญาณสูงสุดนั่นก็คือตรงตำแหน่งโฟกัส จุดนี้สำคัญมากถ้าพลาดไปเพียงนิ้วเดียวหรือมากกว่าสัญญาณจะต่ำลงกว่าปกติขาที่ใช้ยึดมี 2 ชนิด คือ แบบหลายขา (Multi-Leg หรือ Multi-Arm) และแบบขาเดียวใช้ติดกลางจาน (Button Hook)

2.2.9.2 จานแบบเคสซีเกรน (CASSEGRAIN)

แบบนี้มักใช้ในเชิงพาณิชย์เพื่อการส่งสัญญาณขาขึ้นและขาลงที่จานจะมีตัวสะท้อนคลื่นย่อย (Sub Reflector) การสะท้อนที่ตัวจานโดยการติดตั้งอยู่ที่จุด Focus หน้าที่ของตัวสะท้อนคลื่นย่อยนี้ก็คือ ทำหน้าที่รวมเอาสัญญาณที่ได้รับจากจานใหญ่ครั้งหนึ่งก่อน แล้วจึงส่งไปยังฟีดฮอร์น ที่ติดตั้งอยู่ตรงกลางของพื้นผิวจาน การป้อนสัญญาณ Feed แบบเคสซีเกรนนี้จะทำให้อัตราขยายเพิ่มขึ้นมาอีกเล็กน้อยประมาณ 0.5 -1.0 dB หรือประสิทธิภาพของจานจะเป็นประมาณ 80% เมื่อเปรียบเทียบกับแบบแรกขนาดของจานแบบนี้มักมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 เมตรขึ้นไปการติดตั้งตัวสะท้อนคลื่นย่อยทำได้ค่อนข้างยาก (โดยเฉพาะถ้าขนาดจานต่ำกว่า 2 เมตร) ต้องปรับแต่งให้ตรงที่สุดมิฉะนั้นจะถูกกวนสัญญาณแทรกสอด (Interference) ดวงที่อยู่ใกล้ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.9.3 จานแบบ Offset Feed

ได้จากการนำเอาส่วนหนึ่งของจานแบบ Center Focus ขนาดใหญ่ซึ่งมีพื้นที่ผิวแบบพาราโบลิกมาใช้งาน Feed Horn ยังคงติดอยู่ที่ตำแหน่งโฟกัสเดิม จานแบบนี้เมื่อมองดูจะเหมือนกันกับว่า ฟีดฮอร์นยื่นออกมาจากส่วนล่างของจานรับสัญญาณขนาดของจาน มีเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า $D > 10\lambda$ ลงมาประมาณ 75 cm. โดยมีอัตราการขยายดีที่สุดและมีลำคลื่นด้านข้าง (Side Lobes) ต่ำมากหากจานรับแบบนี้มีขนาดใหญ่กว่า 1.5 เมตร จะทำให้ระยะของจุดโฟกัสยาวเพิ่มขึ้น นั่นคือแขนที่ใช้ยึดฟีดฮอร์นจะต้องยาวมาขึ้นทำให้ไม่ได้สัดส่วนและติดตั้งยากขึ้น

ฟีดฮอร์นที่ใช้กับจานรับสัญญาณแบบ Offset Feed นี้ จะมีปากหรือช่องแตกต่างจากฟีดฮอร์นที่ใช้กับจานแบบ Center Focus โดยช่องของ ฟีดฮอร์นค่อนข้างจะบานออกเพื่อช่วยลดความกว้างของลำคลื่น (Beam Width) ให้เล็กลง ซึ่งจำเป็นอย่างมากเนื่องจากจานมีขนาดเล็กลง เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของพาราโบลิก หากนำเอา ฟีดฮอร์นแบบธรรมดามาใช้จะมีการขยายสัญญาณรบกวนจากภาคพื้นดินเข้าไปด้วย

2.2.10 กำลังขยาย (Gain) ของสายอากาศ

กำลังขยายของจานสายอากาศ ขึ้นอยู่กับ ลักษณะทางกายภาพ ของตัวจานที่เส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ จะมีกำลังขยายมากกว่าจานเล็ก รวมทั้งปัจจัยอื่นๆประกอบด้วย โดยพิจารณาจากสูตร (2.1)

$$\text{กำลังขยายของจานสายอากาศ } (G) = 10\text{Log}[\pi^2 * \eta(D/\lambda)^2] \qquad (2.1)$$

เมื่อ D = เส้นผ่าศูนย์กลางของจาน (เมตร)

λ = ความยาวคลื่น (เมตร)

η = ค่าสัมประสิทธิ์ ของประสิทธิภาพของจาน (%/100)

เนื่องจากสายอากาศเป็นรูปพาราโบลา ซึ่งมีประสิทธิภาพ ประมาณ 60-70% นั้นความลึกของจานยังมีผลต่อกำลังขยายและขจัดสัญญาณรบกวนด้วย จานส่วนใหญ่จะมีความลึกปานกลาง ปกติ จะแสดงด้วยสมการ (2.2)

$$f/D \approx 0.25\text{-}0.6 \qquad (2.2)$$

เมื่อ f = ความยาวโฟกัส

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของจาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ในทางปฏิบัติ สาเหตุที่อัตราการขยาย ของจานที่ได้ไม่เป็นไปตามสูตร มักจะเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการเช่น ความเรียบของจาน ความโค้งของผิวจานที่ไม่เป็นไปตามลักษณะพาลาโบลิก การวางตำแหน่งของ LNB ไม่ตรงกับจุดโฟกัส รวมทั้งการประกอบจานชิ้นส่วนเล็กๆให้เข้ารูปก็เป็นเรื่องสำคัญต่อการสะท้อนคลื่นให้ไปรวมที่จุดโฟกัส การเลือกจานขนาดเล็กหรือใหญ่ต้องดูว่าการใช้งานอยู่ย่านความถี่ใดถ้าอยู่ในย่าน C-Band 4~ 6 GHz มีความถี่และกำลังต่ำกว่าย่าน KU-Band 12 ~ 14 GHz

2.2.11 วิธีการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม (Satellite installation)

ในการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมควรคำนึงถึงหัวข้อใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้คือ

2.2.11.1 การสำรวจพื้นที่

เนื่องจากสัญญาณโทรทัศน์ที่ส่งมาจากดาวเทียมค้างฟ้าเป็นสัญญาณ ไมโครเวฟซึ่งเดินทางจากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่งเป็นลักษณะเส้นตรง (Line of Side) และเนื่องมาจากดาวเทียมที่ใช้งานประเภทนี้จะถูกส่งไปลอยอยู่ในวงโคจรจีโอสเตชันนารี (Gestation Orbit) ซึ่งตำแหน่งของมันจะอยู่เหนือตลอดเส้นศูนย์สูตรของโลก (Earth's equator) ดังนั้นหากเราอยู่บนพื้นที่ที่เหนือเส้นศูนย์สูตรอย่างเช่นประเทศไทยเราก็จะต้องหันหน้าของจานลงไปในทางทิศใต้และถ้าเป็นประเทศที่อยู่ใต้เส้นศูนย์สูตรลงไปก็จะต้องหันหน้าของจานขึ้นไปทางทิศเหนือ

การสำรวจพื้นที่ในขั้นต้นควรพิจารณาว่าพื้นที่ตรงส่วนที่เราจะติดตั้งมีสิ่งกีดขวางเช่นตึกสูงๆ หรือต้นไม้บดบังทิศทางของสัญญาณที่จะรับหรือไม่ หรือว่าพื้นที่บริเวณนั้นมีสายไฟแรงสูงหรือว่ามีวัตถุอื่นๆที่กั้นขวางทิศทางของสัญญาณดาวเทียมหรือไม่ ซึ่งหากว่าเป็นการติดตั้งในเมืองหรือว่าบริเวณชุมชนนิยมที่จะติดตั้งบนยอดอาคารหรือบนยอดตึกเพราะว่าเป็นบริเวณที่มีสิ่งที่อาจจะมาบดบังสัญญาณได้น้อยที่สุด

2.2.11.2 มุมกวาดและมุมเงย

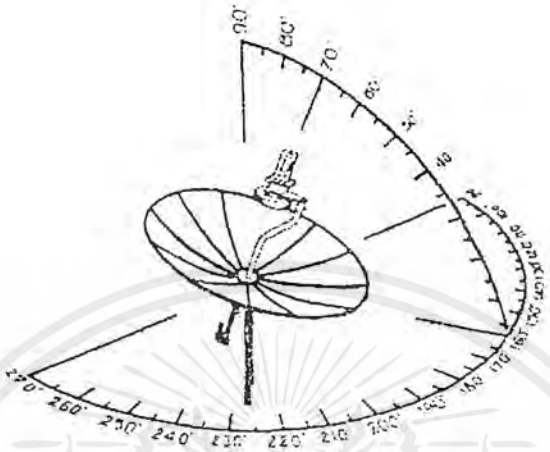
มุมกวาดหรือมุมอาซิมุธ และมุมเงยหรือว่ามุมเอลีเวชั่น คือองค์ประกอบพื้นฐานร่วมที่ใช้ในการพิจารณาตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวงที่อยู่บนท้องฟ้าโดยมีมุมกวาดเป็นตัวบอกทิศทางของดาวเทียมจากตำแหน่งที่เรายืนอยู่ ส่วนมุมเงยนั้นจะเป็นมุมซึ่งจานรับสัญญาณดาวเทียมแหงนหน้าขึ้นไปหาดาวเทียม โดยที่ดาวเทียมทุกดวงจะมีค่าของมุมกวาดและมุมเงยในแต่ละพื้นที่ที่จะติดตั้งดาวเทียมของมันโดยเฉพาะ

เมื่อเราทราบมุมเงยของดาวเทียมที่เราต้องการแล้ว เราก็จะสามารถที่จะใช้เข็มทิศในการหาทิศทางของดาวเทียม เพื่อปรับหน้าของจานให้ชี้ไปยังดาวเทียมได้อย่างถูกต้อง การใช้เข็มทิศนั้นควรจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42319

กระทำในที่โล่ง ทางที่ดีควรให้ห่างจากสิ่งที่เป็นโละขนาดใหญ่ หรือว่าบริเวณที่มีสายไฟฟ้าแรงสูงพาดผ่านหรือมีหม้อแปลงไฟฟ้าอยู่เหนือบริเวณนั้น



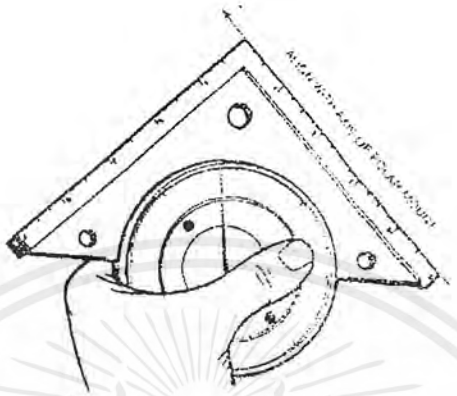
รูปที่ 2.4 พิกัดของมุมกวาดและมุมเงยของจานรับสัญญาณ

พื้นที่ที่จะติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมบางพื้นที่นั้นหากอยู่บนพื้นที่ที่อยู่เหนือเส้นศูนย์สูตรก็จะทำให้มุมเงยที่แหงนหน้าขึ้นไปหาดาวเทียมมาก อย่างเช่นประเทศอินโดนีเซีย หรือบรูไนซึ่งตรงกันข้ามกับพื้นที่ที่อยู่ค่อนไปทางทิศเหนือก็จะมีมุมเงยที่ต่ำกว่า และในบางจุดนั้นมุมเงยของดาวเทียมค่อนข้างจะอยู่ที่ปลายสุดของทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตกของพื้นที่ที่เราจะติดตั้งจานรับสัญญาณ ทำให้ทิศทางของดาวเทียมเมื่อมองจากพื้นที่ดังกล่าวต่ำลงไปหาพื้นโลก ทำให้ไม่สามารถที่จะรับสัญญาณจากดาวเทียมดวงนั้นได้ ซึ่งเป็นเหตุผลของคำตอบที่ว่าทำไมสถานีรับสัญญาณโทรทัศน์จากดาวเทียมในประเทศไทย ไม่สามารถรับสัญญาณภาพที่ส่งมาจากทวีปอเมริกาเหนือได้ ส่วนสถานีรับสัญญาณในทวีปอเมริกาเหนือก็ไม่สามารถที่จะรับสัญญาณภาพจากดาวเทียมในทวีปเอเชียได้เช่นกัน

เครื่องมือที่ใช้วัดมุมเอียง (Inclinomiter) ซึ่งเรามักจะเห็นใช้งานของช่างไม้นั้นไม่สามารถที่นำมาวัดมุมเงยของจานรับสัญญาณได้ ซึ่งในบางครั้งเราอาจจะเรียกเครื่องมือชนิดนี้ว่า Angle Finder เครื่องมือชนิดนี้เราสามารถนำมาใช้ในช่วงที่เรากำลังสำรวจพื้นที่ที่จะติดตั้งจานรับาสัญญาณ เพื่อพิจารณาว่ามีสิ่งใดกีดขวางทิศทางของดาวเทียมที่ต้องการรับสัญญาณที่เราติดตั้งหรือไม่ วิธีใช้ก็คือ ยืนถือที่บริเวณศูนย์กลางของพื้นที่ที่จะติดตั้งจานรับสัญญาณจากนั้นหันเครื่องมือไปยังทิศทางหรือมุมกวาดของดาวเทียมที่ต้องการจะรับแล้วเอียงเครื่องมือขึ้นหรือลงจนกระทั่งตรงกับค่ามุมที่เราต้องการหรือว่ามุมที่เราหามาได้ ใช้สายตาไปตามแนวของเครื่องมือ ตามรูปโดยดูด้านที่มีลูกศรบอกเอาไว้ ก็จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเห็นสิ่งกีดขวางซึ่งอาจจะมาบดบังสัญญาณระหว่างดาวเทียมและจานรับสัญญาณของเราได้ทันที



รูปที่ 2.5 อุปกรณ์วัดมุมเอียง (Angle Finder)

2.2.11.3 การปรับตั้งเมาท์

การตั้งเสาซึ่งใช้สำหรับเป็นแกนหมุนของเมาท์แบบโพลาร์นั้น จะต้องจัดให้แนวของตัวแกนวางอยู่ในทางทิศเหนือให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ถ้าหากมีการเคลื่อนย้ายไปเพียงเล็กน้อย ก็จะมีผลต่อการกวาดเพื่อหาตำแหน่งของดาวเทียมที่โคจรอยู่ในวงโคจรทำให้การรับสัญญาณดาวเทียมได้ไม่ดีนัก การตั้งตำแหน่งของการกวาดของแกนดังกล่าวนั้น สามารถที่จะใช้เข็มทิศที่นำมาใช้ในการสำรวจพื้นที่ที่จะติดตั้งจานรับสัญญาณ

เมื่อติดตั้งเสาหลักได้จนได้ตำแหน่งที่ถูกต้องแล้ว ให้นำจานรับสัญญาณติดตั้งลงบนเมาท์ที่อยู่บนยอดเสา ทำการยึดน็อตไม่ต้องให้แน่นมากเพียงเพื่อยึดจานไว้ให้อยู่ในขณะที่ทำการทดลองกวาดหาตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวงเท่านั้นก็พอ โดยในการทดลองหาตำแหน่งดาวเทียมจะใช้มิเตอร์ในการวัดความแรงของสัญญาณ เมื่อทดลองจนได้คุณลองจนได้คุณภาพของการรับสัญญาณที่ดีที่สุดในแต่ละดวง แล้วให้ขันน็อตทุกตัวให้แน่นก็ถือว่าเสร็จสิ้นในกระบวนการนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 มิเตอร์วัดความเข้มของสัญญาณดาวเทียมซึ่งสามารถแสดงผลด้วยเข็มและเสียง

2.2.11.4 การติดตั้งอุปกรณ์ LNB และ Feed Horn

อุปกรณ์คู่นี้จะถูกติดอยู่ที่ด้านหน้าของจานตรงจุดโฟกัส โดยจะต้องนำ LNB ประกอบเข้ากับตัว Feed Horn ในขณะที่ทำการประกอบอุปกรณ์ห้ามใช้มือหรือสิ่งอื่นใด ไปสัมผัสกับโพรบซึ่งเป็นแกนโลหะเล็กๆ ที่อยู่ในเมาท์ของ LNB เพราะจะทำให้มีคราบไขมันหรือสิ่งสกปรกเกิดขึ้นที่โพรบนี้จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการรับสัญญาณดาวเทียมลดน้อยลงได้ อีกสิ่งหนึ่งที่ต้องสนใจเป็นพิเศษก็คือช่วงบริเวณรอยต่อของ Feed Horn กับ LNB นั้นจะมีร่องสำหรับใส่ขอบยางเพื่อป้องกันน้ำ ฝุ่นละอองและคราบความชื้นเพื่อไม่ให้เข้าไปใน LNB ดังนั้นในการประกอบอุปกรณ์ทั้ง 2 ตัวเข้าด้วยกันจะต้องดูให้แน่ใจว่าใส่ขอบยางดังกล่าวไว้ถูกต้องหรือไม่

การติดตั้งฟีดฮอร์นเข้ากับจุดศูนย์กลางที่ด้านหน้าของจานนั้น จะต้องอยู่ที่ตำแหน่งของจุดโฟกัสอย่างแท้จริงซึ่งระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของจานรับสัญญาณกับเมาท์ของฟีดฮอร์นนั้นจะมีระยะแตกต่างกันออกไปถ้าจานรับสัญญาณมีเส้นผ่าศูนย์กลางหรือความลึกของจานไม่เท่ากัน ระยะของจุดโฟกัดนี้ทางโรงงานผู้ผลิตจะกำหนดมาไว้ให้กับจานรับสัญญาณที่ผลิตมาแต่ละแบบ

2.2.11.5 การปรับแต่งโพลาไรเซชั่น

ขายึดฟีดฮอร์นที่ให้มากับจานรับสัญญาณดาวเทียมแบบคงที่มีไว้สำหรับยึดตัวฟีดฮอร์นกับ LNB ให้อยู่คงที่ที่บริเวณส่วนหน้าของจานโดยจะรักษาระยะห่างระหว่างฟีดฮอร์นกับพื้นผิวของจานให้คงที่และถูกต้องอยู่เสมอด้วย แต่ก็ยังสามารถปรับได้อีกเล็กน้อยเพื่อให้ได้สัญญาณที่ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดาวเทียมที่มีการส่งสัญญาณโทรทัศน์แบบ DBS จะใช้โพบาไรเซชั่นแบบ Circular เพียงอย่างเดียวในการส่งสัญญาณโทรทัศน์ลงมา จึงไม่จำเป็นที่จะต้องปรับจูนโพลาไรเซชั่นของฟีดฮอร์นอีก เนื่องจากถูกปรับแต่งมาจากโรงงานแล้ว ส่วนดาวเทียมที่ส่งสัญญาณโทรทัศน์ระบบอื่นๆ จะใช้โพลาไรเซชั่นแบบลิเนียร์ ซึ่งจะมีทั้งแบบแนวนอนและแนวตั้งการปรับแต่งโพลาไรเซชั่นของฟีดฮอร์นแบบนี้จะทำการปรับได้จากปุ่มปรับโพลาไรเซชั่นที่อยู่บนเครื่องรับ

2.2.11.6 การปรับแต่งจานรับสัญญาณ

หลังจากที่มีการติดตั้งจานรับสัญญาณจะต้องมีการปรับแต่งตำแหน่งของจานเพื่อให้สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้ดีที่สุด ส่วนที่ต้องทำการปรับจะแบ่งเป็นส่วนต่างๆดังนี้

2.2.11.7 การปรับจุดจำกัดมุมกวาด

มีจุดประสงค์เพื่อให้การเลื่อนเข้าออกในกระบอกของแขนของแอคทูเอเตอร์ของจานเพื่อให้การเคลื่อนที่ได้ก่อนที่จะถึงจุดที่เป็นลิมิตสวิตซ์ จะตัดวงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ หากปล่อยให้แขนของแอคทูเอเตอร์เคลื่อนไปถึงจุดที่ยืดออกไปหรือหดเข้ามาจนสุดแล้ว ตัวสลิปคลัทช์ของมอเตอร์จะทำงานโดยมีเสียงดังคลิก จากนั้นมอเตอร์ก็หยุดทำงานทันที และถ้าหากแขนของแอคทูเอเตอร์เกิดมีอาการฝืดจนไม่สามารถเคลื่อนอย่างเป็นปกติได้ดังเดิม เราสามารถจะแก้ไขได้โดยถอดตัวมอเตอร์ออกจากกระบอกของแอคทูเอเตอร์แล้วใช้ปลายไขควงสอดเข้าไปในช่องด้านล่างของตัวกระบอกที่ต่อเข้ากับมอเตอร์ (ซึ่งมีแกนกลางที่หมุนได้และมีร่องสำหรับสวมเข้ากับแกนรูปกากบาทที่ต่อมาจากมอเตอร์) ให้ปลายของไขควงอยู่ในร่องของแกนกลางแล้วหมุนไขควงจนกระทั่งแขนของแอคทูเอเตอร์เริ่มเคลื่อนที่ได้จากนั้นให้ใส่มอเตอร์กลับเข้าไปที่เดิมก็จะใช้งานได้ต่อไป

ข้อแนะนำในการติดตั้งลิมิตสวิทซ์ของแอคทูเอเตอร์นั้นควรจะตั้งเอาไว้ตรงจุดที่ผ่านของดาวเทียมดวงสุดท้ายที่เราสามารถรับได้ชัดเจน โดยไม่จำเป็นต้องไปตั้งไว้ที่จุดซึ่งอยู่ก่อนลิมิตสวิทซ์ของแอคทูเอเตอร์จะทำงานเสมอไป

2.2.11.8 การปรับตั้งมุมเงย

การปรับตำแหน่งของ Polar axis สามารถกระทำได้โดยยกจานรับสัญญาณให้แหงนหน้าไปสู่จุดที่สูงสุดในท้องฟ้าหรือเรียกตำแหน่งนี้ว่ามุมซีนิธ (Zenith Arc) วิธีการก็คือหันด้านหน้าของจานลงไปทางทิศใต้ (เพราะประเทศไทย ตั้งอยู่เหนือเส้นศูนย์สูตร) ให้ใช้เครื่องวัดมุมวัดมุมว่างบนแกนโพลาร์ ของจานรับสัญญาณจากนั้นให้ปรับแกนโพลาร์ของเมาร์ขึ้นไปจนกระทั่งได้มุมเงยที่ถูกต้องของพื้นที่บริเวณนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.11.9 การปรับแต่งมุมลาดเอียง

การปรับแต่งปรับมุมลาดเอียงนี้จะใช้การปรับมุมระหว่าง Polar axis กับเมาท์ของจานรับสัญญาณทำให้จานรับสัญญาณนั้นสามารถที่จะทำการกวาดในคลาออบิทได้อย่างถูกต้องมากและชัดเจนยิ่งขึ้นมุม Declination ณ ที่ตำแหน่งใดๆของพื้นที่จะพิจารณาจากตำแหน่งเส้นรุ้งที่พาดผ่านพื้นที่นั้น ในการปรับมุม Declination ทางผู้ผลิตจะทำการปรับมาให้ตรงกับพื้นที่ที่จะนำจานรับสัญญาณไปติดตั้ง

การที่เราสามารถปรับมุม Declination ที่ Polar axis ของเมาท์ได้นั้น จะทำให้การกวาดหาตำแหน่งของดาวเทียมบนคลาคอบิทกระทำได้มากและถูกต้องยิ่งขึ้นเพียงแต่ปรับค่าของมุมด้านหลังของจานรับสัญญาณ (เพลทนี้จะขนานกับขอบของจาน) จากนั้นปรับมุมเงยของจานให้มีค่าเท่ากับมุมของ Polar axis บวกกับค่าของมุม Declination เมื่อสังเกตให้ดีจะเห็นว่าจานรับสัญญาณจะเอียงลงมาอีกเล็กน้อย

2.2.11.10 วิธีการกวาดหาสัญญาณดาวเทียม

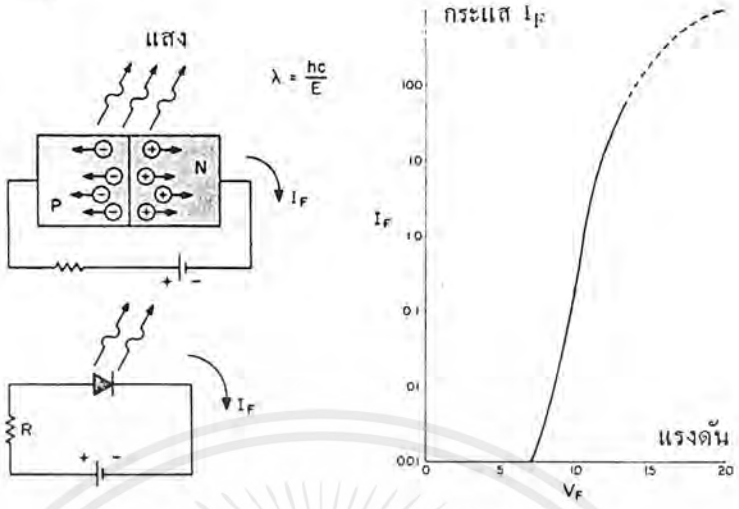
ในส่วนของเครื่องรับสัญญาณนั้น ปัจจุบันถูกผลิตออกมาหลายรูปแบบและหลายลักษณะการใช้งาน บางครั้งเครื่องได้ถูกออกแบบให้หาตำแหน่งของดาวเทียมและโปรแกรมโดยตัวผู้ใช้ บางเครื่องก็มีความสามารถมาก เพียงแต่เราหาตำแหน่งและกำหนดให้ดาวหนึ่งเป็น Upper และอีกดาวหนึ่งเป็น Lower ให้กับเครื่องเท่านั้น จากนั้นจะมีระบบอัตโนมัติในการหาตำแหน่งที่ตรงที่สุดของจาน พร้อมทั้งปรับโพลาไรซ์ให้ตรงกับดาวเทียมให้มากที่สุดอีกด้วย เมื่อแน่ใจว่าสัญญาณภาพที่ได้รับดีที่สุดแล้ว ก็จะทำการโปรแกรมค่าต่าง ลงในเครื่องรับได้ทันที และเมื่อเราเปิดเครื่องรับอีกครั้ง ระบบอัตโนมัติต่างๆก็จะดำเนินงานให้เราทั้งหมด

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับแสง

2.3.1 ต้นกำเนิดของแสงทางอิเล็กทรอนิกส์

อุปกรณ์ให้กำเนิดแสงมีหลายแบบหลายชนิด เช่น ไดโอดเปล่งแสง (LED) หลอดทังสเตน หลอดนีออน หลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดซีนอน (Xenon) อุปกรณ์เหล่านี้สามารถเปล่งคลื่นแสงออกมาแต่ถ้าพิจารณากันอย่างละเอียดแล้วจะเห็นว่า หลอดนีออน หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดทังสเตนจะอาศัยหลักการให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จนกระทั่งไส้หลอดร้อนแดงแล้วเปล่งแสงมิฉนั้นก็อาศัยการแตกตัวของก๊าซภายในทำให้เกิดแสง แต่สำหรับแอลอีดีที่เป็นต้นกำเนิดแสงทางอิเล็กทรอนิกส์ จะให้การกำเนิดแสงเมื่อมีกระแสไหลผ่านตัวมันที่บริเวณรอยต่อของเนื้อสาร PN ซึ่งทำให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปและมันจะคายพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงการไบอัสตรงของไดโอดแอลอีดีและลักษณะการเกิดแสง

จากรูปพออธิบายหลักการแอลอีดีก็คือ เมื่อให้แรงดันไบอัสตรงกับมันด้วยแรงดันไฟต่ำๆ กระแสไบอัสตรง คืออิเล็กตรอนจะไหลผ่านรอยต่อจาก N ไปยังส่วน P และโฮลไหลไปยังส่วน N และจะรวมพาหนะข้างน้อย เป็นผลทำให้เกิดการรีคอมไบเนชั่นและจะปล่อยพลังงานออกมาเป็นแสงและความร้อน ความถี่แสงปล่อยออกมาขึ้นอยู่กับแถบพลังงานช่องว่างของวัสดุที่ใช้ทำเป็นตัวแอลอีดีนั้น

อุปกรณ์ในทางปฏิบัติจริงๆ ในปัจจุบันจะปล่อยแสงในย่านความยาวคลื่นสูงกว่าประมาณ 550 นาโนเมตร สำหรับซิลิกอนไดโอดธรรมดาในปัจจุบันก็จะให้แสงเช่นกันแต่จะให้แสงในย่านความถี่คลื่นแสงอินฟาเรด แต่สำหรับไดโอดทั่วไปแล้วจะทำการเคลือบปิดมิดชิดดังนั้นคลื่นแสงส่วนนี้จึงไม่ได้แพร่กระจายออกสู่ภายนอก ในกรณีของเยอรมันเนียมไดโอดแถบพลังงานช่องว่างต่ำกว่า ดังนั้นจึงให้คลื่นที่ความถี่สูงกว่าอินฟาเรด สำหรับแอลอีดีที่ให้แสงสีแดงนั้นเป็นไดโอดที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำที่เรียกว่า แกลเลียมอะเซไนด์ (GaAs) ซึ่งจะมีประสิทธิภาพการในการใช้งานและความเชื่อถือได้สูง จะปล่อยแสงออกมาอยู่ในย่านความยาวคลื่นประมาณ 940 นาโนเมตร

คุณสมบัติทั่วไปของแอลอีดีก็เหมือนกับของไดโอดนั่นเองโดยขณะไบอัสตรง มันจะให้กระแสไหลผ่านได้และจะเกิดแรงดันตกคร่อมตัวมัน มีค่าประมาณ 0.6 - 1 โวลท์ และในขณะไบอัสกลับแอลอีดีจะมีค่าแรงดันพังที่ต่ำกว่าไดโอดธรรมดา

นอกจากแอลอีดีที่เปล่งแสงสีแดงแล้ว ยังพบแอลอีดีที่ให้แสงสีอื่นอีกมากมาย เช่น สีเขียว สีเหลือง สีแสด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงมีรูปร่างหลายแบบขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการใช้งาน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ดังนี้

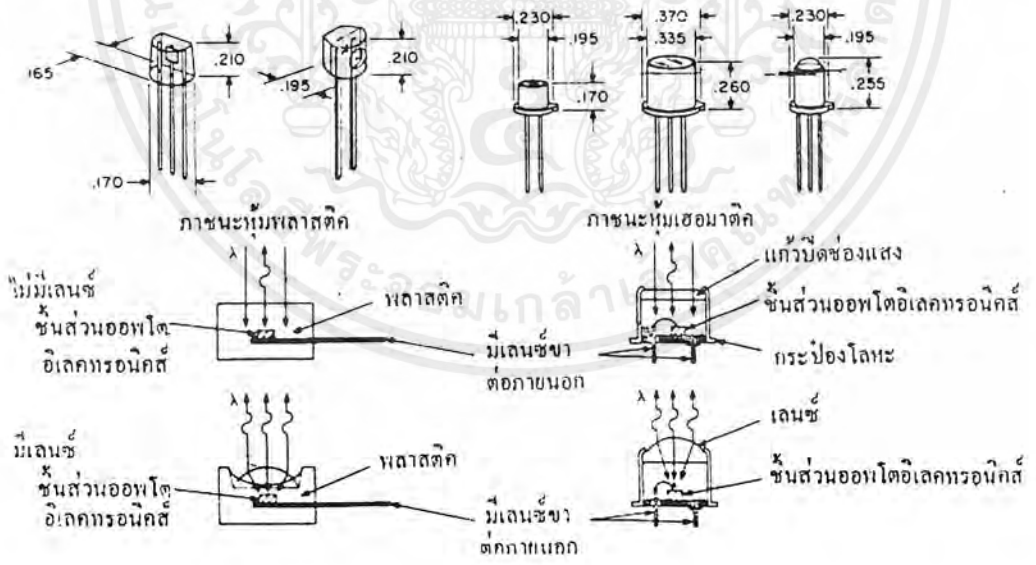
1. อุปกรณ์เป็นตัวอิสระ เช่น ตัวปล่อยแสงหรือดีเทคแสงได้

2. อุปกรณ์ตรวจสอบการตัดแสง และการสะท้อนของแสง ซึ่งจะตรวจวัตถุต่างๆ โดยควบคุมทิศทางของแสง

3. อุปกรณ์เชื่อมต่อด้วยแสง ซึ่งจะผ่านสัญญาณไฟฟ้าโดยไม่ต้องมีสายเชื่อมโยง

2.3.2.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงที่เป็นตัวอิสระที่จะปล่อยแสงหรือดีเทคแสง

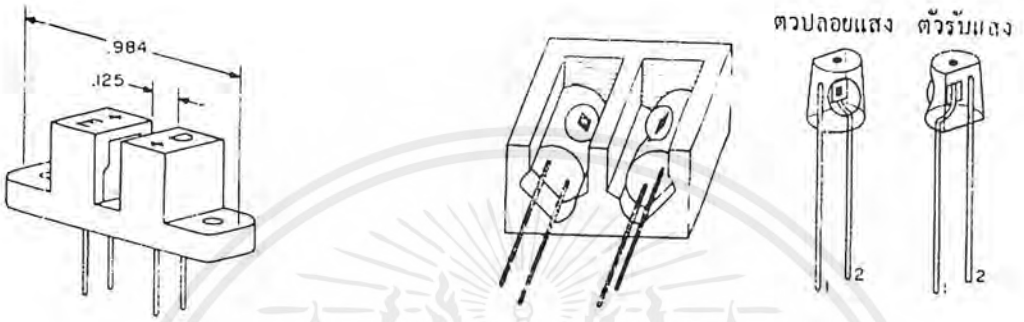
ภาชนะหุ้มต้องทำหน้าที่ป้องกันชิ้นส่วนภายในและยอมให้แสงผ่านไปได้ นั่นคือตัวกระป๋องหุ้มต้องมีช่องแสง ช่องแสงอาจมีเลนซ์เป็นส่วนประกอบเพื่อทำให้ผลตอบสนองดีขึ้น ความไวและมุมรับแสงได้กว้างการกระจายของแสงลดลงอุปกรณ์ในทางการค้าส่วนใหญ่เลนซ์จะเป็นส่วนหนึ่งของตัวอุปกรณ์ แต่ในกรณีนี้จะต้องควบคุมการผลิตเลนซ์ให้ดีเพราะการเปลี่ยนแปลงของเลนซ์จะเป็นผลต่อตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงอย่างมาก ดังนั้นถ้าต้องการอุปกรณ์ที่มีอัตราขยายสูงจึงควรใช้อุปกรณ์ที่มีเลนซ์ภายนอกแทน



รูปที่ 2.8 แสดงรูปร่างโครงสร้างของอุปกรณ์ตัวปล่อยแสงและดีเทคแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

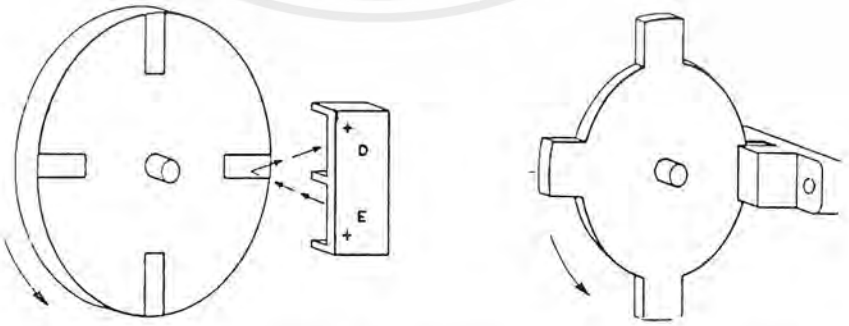
สารที่ใช้ทำภาชนะหุ้มมี 2 ชนิด คือ พลาสติกและเฮอเมติกทั้งสองแบบมีทั้งชนิดมีเลนซ์จะตั้งฉากกับขาหรือขั้วต่อภายนอก แต่แบบเฮอเมติกแกนจะขนานกับขาภายนอก ชนิดเฮอเมติกสามารถทำงานได้ที่กำลังสูงๆ ช่วงอุณหภูมิกว้างและทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศได้ดีกว่าแต่ราคาแพงกว่าแบบพลาสติก



รูปที่ 2.9 อุปกรณ์ตรวจสอบการสะท้อนสร้างขันจากตัวรับแสงและปล่อยแสง

2.3.2.2 อุปกรณ์ตรวจสอบการตัดแสงและการสะท้อนของแสง

อุปกรณ์ตรวจสอบการตัดแสงส่วนใหญ่ในทางการค้าจะสร้างขึ้นจากตัวปล่อยแสงและตัวรับแสงแบบพลาสติกเพราะมีราคาถูกและประกอบเข้าได้ง่ายกับวัสดุอื่น อุปกรณ์บางชนิดอาจสร้างขึ้นจากทั้งแบบพลาสติกและเฮอเมติกก็ได้ขึ้นอยู่กับราคาและลักษณะคุณสมบัติที่ต้องการ เนื่องจากแบบสะท้อนแสงจะต้องให้แสงพุ่งเป็นลำสะท้อนกลับมายังตัวรับแสง ดังนั้นจึงควรใช้อุปกรณ์ชนิดมีเลนซ์ด้วยเพื่อให้การทำงานได้ผลดียิ่งขึ้น

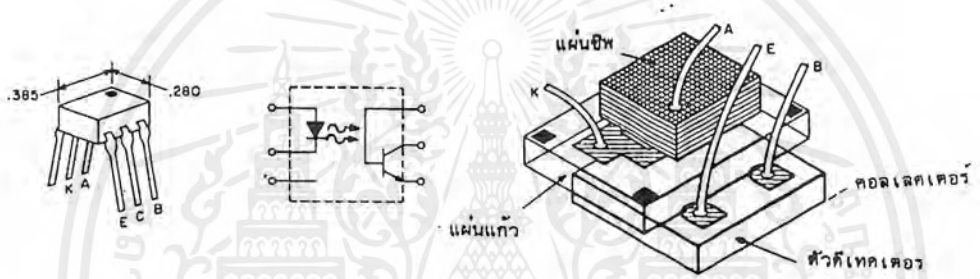


รูปที่ 2.10 ตัวอย่างการใช้อุปกรณ์ตรวจสอบการตัดแสงและการสะท้อนแสงสำหรับวัดความเร็วของเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

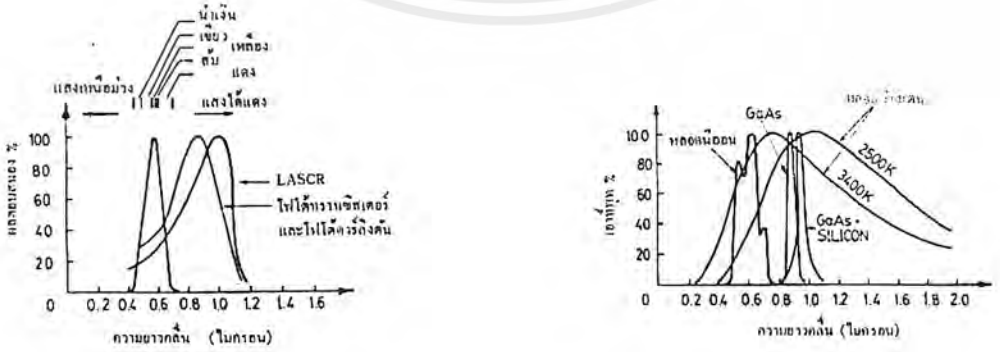
2.3.2.3 การเชื่อมต่อด้วยแสง

อุปกรณ์เชื่อมต่อด้วยแสงหรือที่เรียกว่าออฟโต้ไอโซเลเตอร์นั้นเป็นอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ล้วนๆทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงจะคงที่อยู่ในตัวอุปกรณ์ใช้เปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าเป็นแสงและจากแสงไปเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยไม่ต้องมีสายเชื่อมโยงต่อระหว่างวงจร แรงดันระหว่างอุปกรณ์สองข้างคือตัวปล่อยแสงและตัวรับแสง จะมากน้อยขึ้นอยู่กับระยะระหว่างตัวปล่อยแสงและตัวรับแสง ระยะยิ่งห่างกันมากแรงดันพังก็จะมีค่ายิ่งสูง แต่ข้อเสียคืออัตราการส่งผ่านสัญญาณจะน้อยจึงต้องจัดระยะห่างให้ดีที่สุด ในกรณีแบบขาสองแถวคู่ฉนวนควรจะเป็นแก้วแรงดันผิวระหว่างตัวอุปกรณ์ได้ถึง 5,000 โวลท์



รูปที่ 2.11 อุปกรณ์การเชื่อมต่อด้วยแสง และสัญลักษณ์

2.3.3 สเปคตรัมของตัวรับแสง ปล่อยแสงและค่าประสิทธิผล



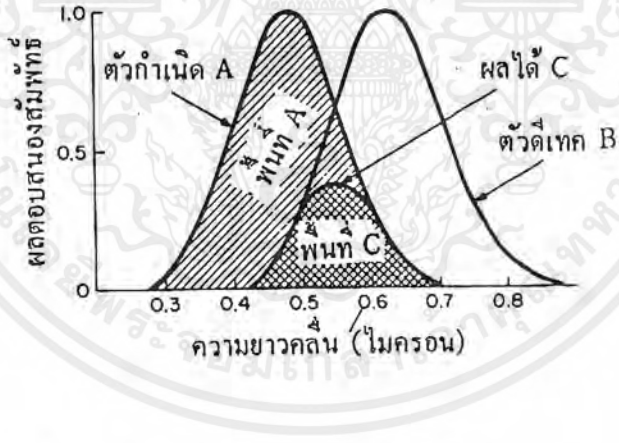
รูปที่ 2.12 อุปกรณ์ไวแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำว่า "แสง" ที่ใช้ในที่นี้หมายถึงแสงทั่วๆไป ไปในสเปคตรัมไม่เฉพาะเจาะจงว่าจะต้องเป็นแสงที่มองเห็นได้ด้วยตาเท่านั้น

รูปสเปคตรัมของอุปกรณ์ไวแสงแสดงให้เห็นว่าโฟโตทรานซิสเตอร์มีผลตอบสนองสูงสุดที่ความยาวคลื่นประมาณ 8,500 อังสตรอม และ 10,000 อังสตรอม สำหรับเอสซีอาร์จะให้ผลตอบสนองต่อแสงที่ความยาวคลื่นประมาณใกล้เคียงกับโฟโตทรานซิสเตอร์แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสเปคตรัมของตาซึ่งมีค่าในช่วงประมาณ 3,700 ถึง 7,500 อังสตรอม จะเห็นว่าโฟโตทรานซิสเตอร์ให้ผลตอบสนองต่อแสงที่ตามองเห็นได้ดีกว่าเนื่องจากสเปคตรัมของตัวให้แสงและตัวรับแสงไม่ตรงกันพอดีจึงมีการหาประสิทธิผลนี้เท่ากับพื้นที่ร่วมกันใต้กราฟของสเปคตรัม ระหว่างตัวให้แสงและตัวรับแสง หาร ด้วยพื้นที่ใต้กราฟของตัวให้แสง

$$\text{ค่าประสิทธิผล} = \text{พื้นที่ใต้กราฟ A} / \text{พื้นที่ใต้กราฟ C}$$



รูปที่ 2.13 ค่าประสิทธิผลของตัวให้แสงบนตัวรับแสง

2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC MOTOR)

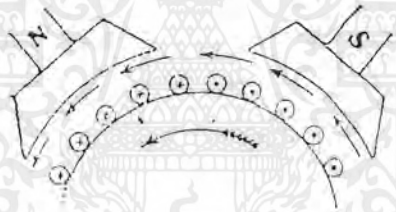
แม้ว่าในปัจจุบันระบบการควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำได้มีการพัฒนารุดหน้าไปมากแล้วก็ตามแต่ก็ยังประสบกับปัญหาอยู่หลายๆ ด้านด้วยกัน โดยเฉพาะระบบควบคุมที่ยุ่งยากและสลับซับซ้อนมาก ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าระบบควบคุมและขับเคลื่อนมอเตอร์อุตสาหกรรมส่วนใหญ่ยังเป็นระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแยกกระตุ้น (Separately

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Exited Motor) ทำให้สามารถกำหนดปริมาณของสนามแม่เหล็กใน Air gap ได้โดยการควบคุมขนาดของไฟกระแสตรงในขดลวดนามแยกอิสระจากระบบควบคุมในขดลวดอาร์เมเจอร์ ดังนั้นการออกแบบระบบควบคุมความเร็วรอบและแรงบิดของมอเตอร์กระแสตรงจึงทำได้ง่ายกว่า อีกทั้งยังมีความละเอียดและไดนามิกส์ในการทำงานสูงกว่า

มอเตอร์ก็คือตัวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล เพื่อนำพลังงานที่ได้ไปขับเคลื่อนสิ่งต่างๆ ตามที่ต้องการ อาการทางกลที่เกิดขึ้นนี้ก็อาศัยหลักการที่ว่าเมื่อมีกระแสไหลในตัวนำซึ่งอยู่ในสนามแม่เหล็กนั้นย่อมทำให้เกิดแรงขึ้น

มอเตอร์ไฟฟ้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่างกันที่พลังงานป้อนเข้า (Input Power) มอเตอร์เป็นพลังงานไฟฟ้าและพลังงานที่จ่ายออก (Output Power) เป็นพลังงานกล แต่พลังงานที่ป้อนเข้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นพลังงานกลและพลังงานที่จ่ายออกเป็นพลังงานไฟฟ้า นอกจากนี้ทิศทางของกระแสไฟฟ้าก็ต่างกันด้วย คือ มอเตอร์กระแสไฟฟ้าจากภายนอก ส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายกระแสไฟฟ้าออกไปภายนอก



ภาพที่ 2.14 แสดงหลักการของมอเตอร์

จะแสดงส่วนหนึ่งของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีหลายขั้วแม่เหล็ก เมื่อใส่ไฟเข้าไฟที่สนามกระตุ้นย่อมทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้นที่ขั้วแม่เหล็ก และเมื่อป้อนกระแสให้ไหลผ่านในตัวนำที่อาร์เมเจอร์ก็จะทำให้กระแสที่ไหลผ่านในตัวนำของอาร์เมเจอร์ที่อยู่ภายใต้ขั้วเหนือ N มีทิศทางของกระแสพุ่งเข้าไปข้างในดังหางลูกศรที่เป็นกากะบาดส่วนตัวนำที่อยู่ภายใต้ขั้วใต้ S นั้นให้กระแสพุ่งออกมาข้างนอกดังลูกศรที่เป็นจุดเมื่อเป็นเช่นนี้จึงหาทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวนำทุกๆ ตัวที่อยู่ภายใต้ขั้วแม่เหล็กทั้ง N และ S ได้โดยใช้กฎมือซ้ายเฟรมมิ่งวิธีหก็คือกางมือซ้ายออกโดยให้นิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้ และนิ้วกลางตั้งฉากซึ่งกันและกันจากนั้นให้นิ้วชี้ชี้ไปตามทิศทางของสนามแม่เหล็ก คือ ชี้จากขั้ว N ไป S ให้นิ้วกลางชี้ไปตามทิศทางการไหลของกระแส ณ ที่ตัวนำที่ต้องการหาทิศทางการเคลื่อนที่นั้นๆ นั่นคือนิ้วหัวแม่มือจะชี้ทิศทางการเคลื่อนที่ตัวนำนั้นๆ จะพบว่าแรงที่เกิดขึ้นบนตัวนำทุกๆ ตัวภายใต้ขั้วแม่เหล็กเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจะอยู่ในแนวสัมผัสกับเส้นรอบวงของอาร์เมเจอร์นั้นๆ และพบว่าแรงที่เกิดขึ้นภายใต้ขั้วแม่เหล็กทุกๆ ขั้วที่สลับกันไปนั้น จะมีทิศทางไปในทางเดียวกันทั้งสิน โดยแต่ละแรงจะอยู่ในแนวสัมผัสกับเส้นรอบวงของอาร์เมเจอร์ นั่นคือภายใต้ขั้วแม่เหล็กแต่ละขั้วก็จะเกิดแรงลัพธ์ขึ้นแรงหนึ่ง ฉะนั้นเมื่อมีหลายขั้วก็มีหลายแรง และทุกๆ แรงต่างก็รวมกันเป็นแรงบิดขึ้นมาแรงหนึ่ง ดังนั้นจึงทำให้มอเตอร์หมุนไปได้จากแรงนี้

2.4.1 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ส่วนประกอบที่สำคัญของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงนั้นเหมือนกัน สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2.15 โดยมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

2.4.1.1 ส่วนที่หยุดนิ่งอยู่กับที่ (Stator) ประกอบด้วย

ก. เปลือกนอก (Frame หรือ Yoke) เป็นตัวยึดขั้วแม่เหล็กของส่วนที่อยู่ติดกับที่ พร้อมทั้งทำให้เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากขั้วแม่เหล็กวิ่งได้ครบวงจร นอกจากนี้เปลือกนอกนี้ยังทำหน้าที่เป็นตัวยึดสำหรับติดตั้งเครื่องจักรรวมถึงเป็นแป้นยึดลูกปืน (Bearing) สำหรับเพลาของตัวหมุน การทำเปลือกนอกทำได้โดยการขึ้นรูป การใช้เหล็กหล่อลื่น หรือ ใช้วิธีม้วนเหล็กแผ่นแล้วเชื่อมเป็นวง

ข. แกนเหล็กของขั้วแม่เหล็กและขั้วแม่เหล็ก (Pole-core and Pole-shoe) ทั้งสองส่วนนี้ประกอบกันขึ้นมา เพื่อทำหน้าที่เป็นแกนและขั้วของแม่เหล็ก เพื่อทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นหลังจากที่มีกระแสไฟไหลผ่านขดลวดตัวนำที่พันรอบแกนเหล็ก

ค. ขดลวดที่พันรอบแกนเหล็ก (Pole Coils) ก็คือ Field Coil ที่ประกอบด้วยลวดกลมหรือลวดแบบที่ทำด้วยทองแดงหลายๆ เส้นนำมาทำให้เป็นรูปร่างของขดลวดตัวนำที่ต้องการ แล้วนำขดลวดตัวนำนี้สวมทับลงไปบนแกนเหล็กของขั้วแม่เหล็ก ดังนั้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดนี้ ก็ทำให้ขั้วแม่เหล็กมีอำนาจเป็นแม่เหล็กขึ้นมาโดยการผลิตเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดขึ้น เส้นแรงแม่เหล็กนี้จะถูกตัดผ่านโดยตัวนำภายในอาร์เมเจอร์อีกทีหนึ่ง

2.4.1.2 ส่วนที่เคลื่อนที่หมุนไปได้รอบตัว (Rotor) ประกอบด้วย

ก. แกนเหล็กของอาร์เมอเจอร์ (Armature Core) ทำจากแผ่นเหล็กซิลิกอนหนาประมาณ 0.5 มิลลิเมตร ผิวทั้ง 2 ข้างจะฉาบด้วยฉนวน แล้วนำมาอัดซ้อนเป็นรูปทรงกระบอก เพื่อลดการสูญเสีย เนื่องจากฮิสเตอรีซิสและกระแสไหลวนในแกนเหล็ก ผิวด้านนอกของทรงกระบอกจะทำเป็นร่อง (Slot) เรียงตามแนวเส้นรอบวงนอกแกนของแกนเหล็กเพื่อใช้พันขดลวดอาร์เมเจอร์ ส่วนตรงกลางก็เจาะรูเป็นวงกลมเพื่อเอาไว้ใสแกนเหล็ก (Shaft) แล้วก็บากเป็นช่องสี่เหลี่ยมของรูที่เจาะนั้นร่องหนึ่งเพื่อใส่ตัวยึด (Lock) หรือ กุญแจ (Key) ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่ขึ้นระหว่างตัวอาร์เมเจอร์กับแกนเหล็ก (Shaft) นอกจากนั้นยังเจาะรูอากาศ (Air hole) เล็กๆ ทะลุผ่านอาร์เมเจอร์เพื่อระบายความร้อนด้วย

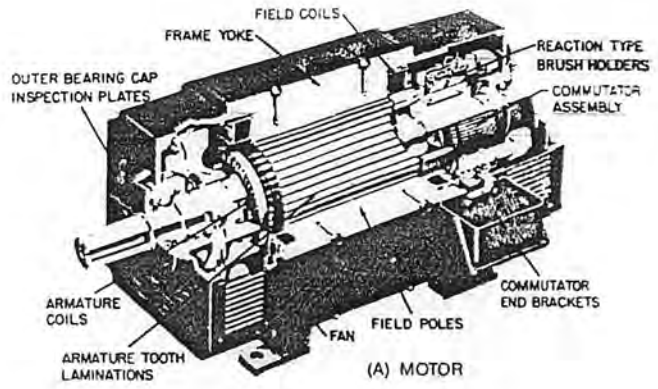
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature winding) ก็คือขดลวดที่พันอยู่ในร่องของอาร์เมเจอร์

ค. คอมมิวเตอร์ (Commutator) มีหน้าที่ คือ เป็นตัวที่เพิ่มความสะดวกในการนำกระแสออกมาจากตัวนำที่พันอยู่ในอาร์เมเจอร์และเป็นตัวกลับกระแสไฟสลับที่เกิดขึ้นภายในอาร์เมเจอร์ให้เป็นกระแสตรง หรือ กระแสที่ไหลไปยังวงจรภายนอกในทิศทางเดียวกัน รูปร่างของมันเป็นรูปทรงกระบอกที่ประกอบด้วยซี่ทองแดงหลายซี่มาต่อรวมกันเป็นรูปทรงกระบอก ซี่ต่อซี่ที่ต่อชิดกันนั้นคั่นไว้ด้วยฉนวนหนาที่แข็งแรง แต่ละซี่ต่อไปยังขั้วต่อของคอมมิวเตเตอร์ เพื่อให้ตัวนำที่ฝังอยู่ในอาร์เมเจอร์ยึกเกาะได้มั่นคงอีกทีหนึ่ง การป้องกันไม่ให้ซี่คอมมิวเตเตอร์ต่างๆ เหล่านี้ต้องกระเด็นหลุดไปอันเนื่องมาจากแรงหนีศูนย์กลาง จึงใช้ห่วงวงแหวนที่ทำด้วยไมก้ายึดซี่คอมมิวเตเตอร์ทั้งหมดไว้

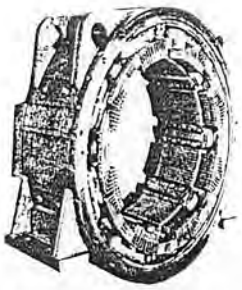
ง. แกนหมุน (Shaft) เป็นตัวรับน้ำหนักในส่วนต่างๆ ของโรเตอร์ทั้งหมด โดยถ่ายทอดน้ำหนักนี้ไปยังลูกปืน (Bearing) ที่รองรับแกนนี้อีกทีหนึ่ง และมีหน้าที่เป็นตัวรับหรือถ่ายทอดการหมุนหรือการเคลื่อนที่ต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับโรเตอร์ แกนหมุนนี้เป็นที่ยึดเกาะของคอมมิวเตเตอร์ด้วยโดยมีฉนวนที่ทำด้วยไมก้ากั้นไว้ระหว่างคอมมิวเตเตอร์กับแกนแกนหมุน

จ. แปรงถ่านและลูกปืน (Brushes and Bearings) แท่งถ่านมีหน้าที่เป็นตัวรวบรวมกระแสที่ได้จากคอมมิวเตเตอร์เพื่อส่งต่อไปยังวงจรภายนอก รูปร่างของแปรงถ่านเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งทำด้วยผงถ่านอัดแน่นเป็นก้อน แท่งถ่านเหล่านี้ถูกยึดติดอยู่กับที่จับแท่งถ่าน (Brush Holder) ซึ่งเป็นกล่องสำหรับใส่แท่งถ่านลงไป ที่ยึดนี้ยึดติดกับเปลือกนอกอีกทีหนึ่ง ฉะนั้นหน้าสัมผัสของแท่งถ่านด้านหนึ่งก็จะสัมผัสกับซี่คอมมิวเตเตอร์ ส่วนด้านตรงข้ามก็ถูกกดจากสปริงอีกทีหนึ่ง ตรงด้านที่ถูกกดของแปรงถ่านต่อเข้ากับเส้นลวดทองแดงเล็กๆ ที่ถักเป็นเปีย เพื่อส่งต่อกระแสที่ได้จากแท่งถ่านไปยังวงจรภายนอก จำนวนแท่งถ่านที่ใช้นี้จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับว่า กระแสที่ได้รับจากคอมมิวเตเตอร์นั้นว่ามีมากหรือน้อยเพียงใด ส่วนลูกปืนนั้นเป็นตัวที่ใช้สำหรับรับน้ำหนักทั้งหมดที่ได้รับจากตัวหมุน และยังช่วยลดแรงเสียดทานที่แกนหมุนกระทำกับลูกปืนนั้น ปกติแล้วลูกปืนนี้จะยึดติดอยู่ที่ฝาครอบทั้งสองด้านที่จะต้องยึดติดกับเปลือกนอกของเครื่องกำเนิดไฟ

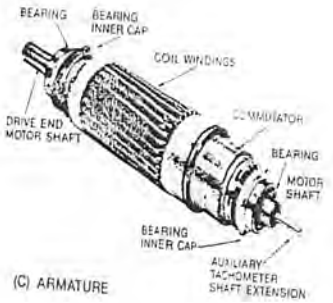


(A) MOTOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(B) FIELD COILS IN A SHUNT WOUND, 50 HP, 850 R/MIN, 230 V MOTOR



(C) ARMATURE

2.15 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.4.2 ข้อดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มีคุณสมบัติเหมาะสมในการควบคุมอัตราเร็วของการขับเคลื่อนโดยพิสัยของอัตราเร็วกว้างมาก ซึ่งเราสามารถเพิ่มอัตราเร็วให้สูงหรือให้ต่ำกว่าอัตราเร็วปกติ

1. มีแรงหมุนขณะสตาร์ทสูงมาก ซึ่งเหมาะสมกับงานยกของ และการขับเคลื่อน

2. วิธีการควบคุมของมอเตอร์กระแสตรงง่ายกว่า เรียบร้อยกว่า และนุ่มนวลกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ทำงานคล้ายกัน

2.4.3 ข้อเสียของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

1. ต้องจัดหาแหล่งจ่ายไฟฟ้า DC ไว้ใช้งานเป็นพิเศษ

2. สำหรับขนาดของแรงม้าเท่ากัน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีขนาดใหญ่ และมีราคาสูงกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำ

3. ในการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ต้องมีวิธีพิเศษ และยุ่งยากกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ยกเว้นสำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กเท่านั้นที่ไม่ต้องการวิธีสตาร์ทพิเศษ

4. ต้องการการซ่อมบำรุงรักษามากกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ทั้งนี้เนื่องมาจากคอมมิวเตเตอร์มีการสึกหรอที่เกิดจากอาร์คประกายไฟ และการขัดสีระหว่างแปรงถ่านกับคอมมิวเตเตอร์

5. ระหว่างเซกเมนต์ (segment) ของคอมมิวเตเตอร์มีแรงดันแตกต่างสูงสุดได้ประมาณ 20 V จึงจะให้คอมมิวเตชั่นเป็นผลดี เพราะฉะนั้นจึงไม่สามารถสร้างมอเตอร์กระแสตรงให้มีขนาดอัตราแรงดันสูงกว่า 600 V และมีขนาดใหญ่หลายพันแรงม้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 เหตุขัดข้องของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

1. ถ้าสลับสวิตซ์แล้วมอเตอร์ไม่หมุน
   - ฟิวส์ขาด
   - แปรงถ่านสกปรก
   - ขดลวดในอาร์เมเจอร์ และขดลวดฟิลด์ขาด
   - ขดลวดฟิลด์ลัดวงจร หรือกระแสรั่วลงที่ตัวมอเตอร์
   - ขดลวดในอาร์เมเจอร์ หรือซี่ของคอมมิวเตเตอร์กระแสไฟรั่วเข้าถึงกัน
   - ปลอกทองเหลือง หรือตลับลูกปืนสำหรับรองรับเพลาชำหลุดหลวม
   - ซองถ่านรั่วลงตัวมอเตอร์
   - ใช้งานเกินกำลัง
   - เครื่องควบคุมการเริ่มหมุนชำรุด
2. ถ้ามอเตอร์หมุนช้าผิดปกติ
   - ขดลวดในอาร์เมเจอร์ หรือซี่ของคอมมิวเตเตอร์กระแสไฟรั่วเข้าถึงกัน
   - ปลอกทองเหลือง หรือตลับลูกปืนสำหรับรองรับเพลาชำรุดหลวม
   - ขดลวดในอาร์เมเจอร์ขาด
   - แปรงถ่านเคลื่อนที่จากตำแหน่งสะเทิน
   - ใช้งานเกินคำสั่ง
   - ความดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามอเตอร์น้อยกว่าปกติ
3. ถ้ามอเตอร์หยุดหมุนเร็วกว่าปกติ
   - ชั้นท์ฟิวขาด
   - Serier มอเตอร์หมุนโดยไม่มีโหลด
   - ขดลวดฟิลด์ลัดวงจร หรือกระแสรั่วลงที่มอเตอร์
4. ถ้ามอเตอร์เกิดประกายที่แปรงถ่านมาก
   - หน้าสัมผัสของแปรงถ่านกับคอมมิวเตเตอร์ไม่สนิท
   - คอมมิวเตเตอร์หรือแปรงถ่านสกปรก
   - วงจรขดลวดในอาร์เมเจอร์ขดใดขดหนึ่งขาด
   - ต่อขั้วของอินเตอร์โพลผิด
   - ขดลวดฟิลด์ลัดวงจร หรือกระแสรั่วลงที่ตัวมอเตอร์
   - ลงหัวสายของขดลวดอาร์เมเจอร์ เข้ากับซี่คอมมิวเตเตอร์
   - ซี่ของคอมมิวเตเตอร์สูงหรือต่ำเกินไป
   - ไมก้าระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์สูง หรือต่ำเกินไป

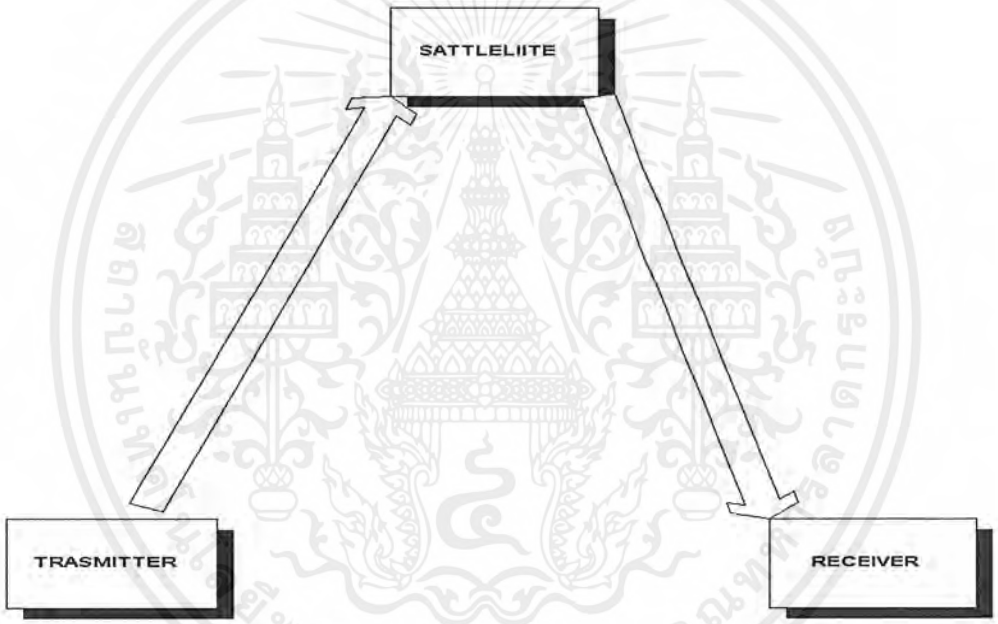
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ถ้ามอเตอร์เกิดมีเสียงดัง
   - ปลอกทองเหลือง หรือตลับลูกปืนสำหรับรองรับเพลาชำรุดหลวม
   - ซี่คอมมิวเตเตอร์สูง หรือต่ำเกินไป
   - ซี่คอมมิวเตเตอร์ไม่เรียบสนิท
6. ถ้ามอเตอร์หมุนแล้วร้อนจัด
   - ใช้งานเกินกำลัง
   - เกิดประกายที่แปรงถ่านมาก
   - ปลอกทองเหลือง หรือตลับลูกปืนสำหรับรองรับเพลาแน่นเกินไป
   - ขดลวดในอาร์เมเจอร์หรือขอลวดฟิลด์ลัดวงจร
   - แปรงถ่านถูกสปริงกดแน่นเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
หลักการและการสร้าง

ในการออกแบบการจำลองการสื่อสารดาวเทียมนั้นจะใช้หลักการของการรับส่งของแสง เพราะไม่สามารถใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้เพราะเป็นเพียงการรับส่งในระยะทางใกล้ๆเท่านั้น ขณะเดียวกันการรับส่งของแสงนั้นก็เป็นการรับส่งในทางตรงซึ่งก็ตรงกับวัตถุประสงค์ของโครงงาน คือต้องการส่งสัญญาณในแนวตรง



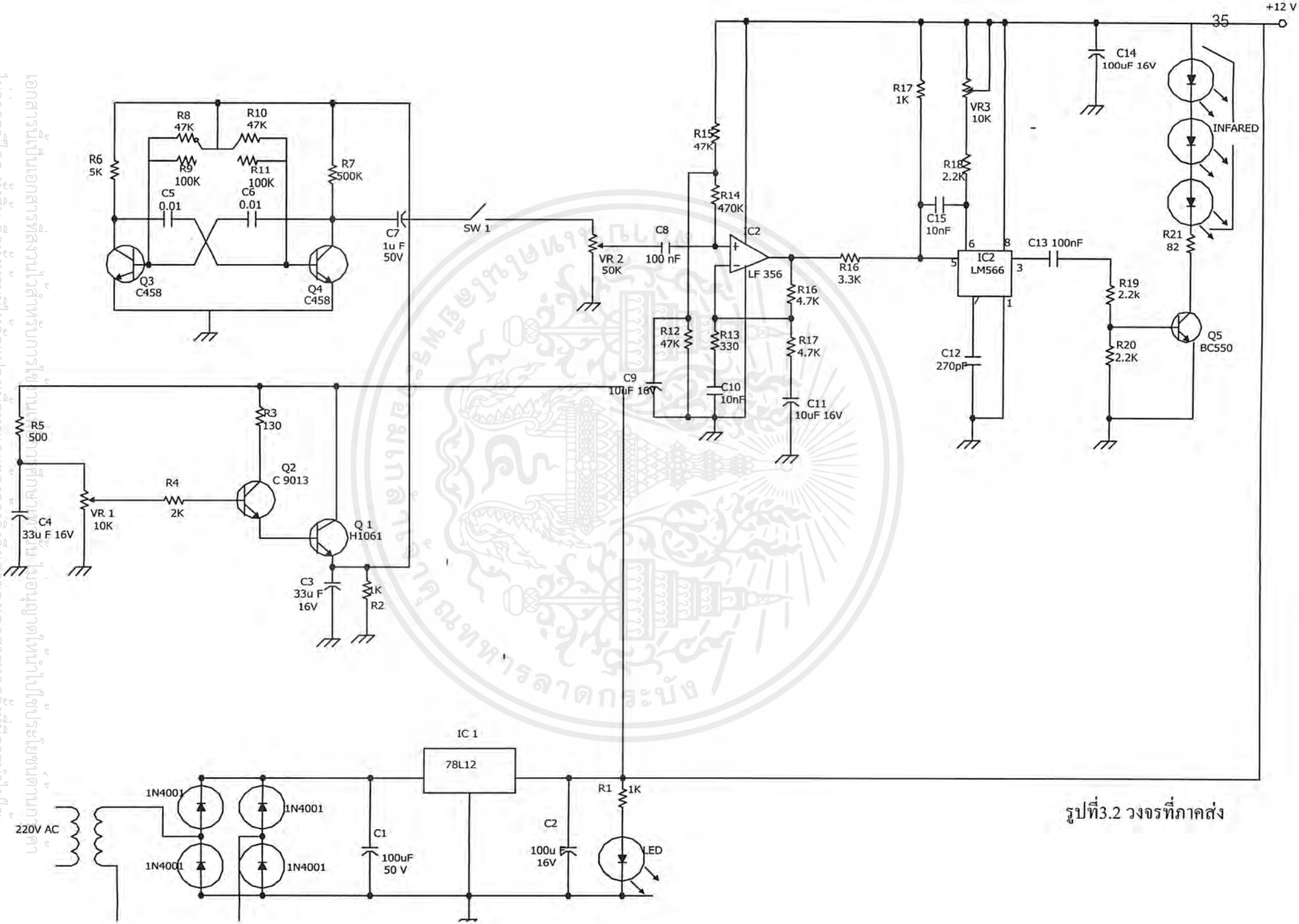
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบ

จากรูปบล็อกไดอะแกรมจะเห็นได้ว่าระบบจะต้องประกอบด้วยส่วนหลักๆ เป็น 3 ส่วน คือ ภาคส่ง (TRANSMITER) ดาวเทียม (SATTLITE) และ ภาครับ (RECEIVER) ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดของแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

3.1 ภาคส่ง (TRANSMITTER)

วงจรในภาคส่งนั้นจะใช้เป็นวงจรส่งอินฟาเรดดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.2 วงจรที่ภาคส่ง

จากรูปวงจรภาคส่งประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ วงจรปรับลดแรงไฟ DC 0-12V วงจรกำเนิดสัญญาณ SQUARE WAVE 2 ความถี่คือ 1 KHz 500 Hz และวงจร ส่งสัญญาณโดยใช้แสงอินฟาเรดเป็นตัวส่งสัญญาณไป ซึ่งจะอธิบายการทำงานของแต่ละวงจร ต่อไปนี้

3.1.1 วงจรปรับลดแรงไฟ DC 0-12V

วงจรปรับลดแรงไฟ มีหน้าที่ในการป้อนไฟเลี้ยงให้กับวงจรกำเนิดความถี่ซึ่งใช้ ไฟ 3V มีหลักการทำงานดังนี้ ด้านอินพุทของวงจรเราจะจ่ายไฟให้ประมาณ 12V ขึ้นไป เข้าทางขา C ของ **Q1** และขณะเดียวกันจะมี **R 500โอห์ม** กับ **VR 10K** ต่อเป็นวงจรแบ่งแรงไฟ และมี **C4 ค่า 33uF** เป็นตัวฟิลเตอร์ให้ไฟเรียบขึ้น เมื่อเราปรับ VR จะมีไฟเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0- 10V แรงไฟที่จุดนี้ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้เพราะมันจ่ายกระแสได้ต่ำมาก ดังนั้นเราจึงต่อเข้ากับ **Q1 และ Q2** เพื่อขยายกระแสให้มากพอคือประมาณ 1 แอมป์ แรงไฟที่ผ่านการปรับโวลท์ และขยายกระแสแล้วจะออกทางขา **E ของ Q1** ซึ่งที่จุดนี้เราจะได้แรงดันไฟที่ปรับได้ตั้งแต่ 0-12V โดยมี **C3** เป็นฟิลเตอร์อีกชั้นหนึ่ง

3.1.2 วงจรกำเนิดสัญญาณ SQUARE WAVE 2 ความถี่

วงจรกำเนิดสัญญาณ square wave 2 ความถี่มีหน้าที่ในการ ป้อนสัญญาณอินพุทให้กับวงจรส่งอินฟาเรด มีหลักการทำงานดังนี้ **Q3 และ Q4** ต่อเป็นวงจรกำเนิดความถี่แบบมัลติไวเบเตอร์ คือ **Q3, Q4** จะสลับกันทำงานอย่างนี้ไปเรื่อยๆ โดยความถี่ที่ได้ขึ้นอยู่กับ **R8 R9 R10 R11** และ **C5, C6** วงจรนี้เราเปลี่ยนค่า **R8 R9 R10 R11** ถ้าสวิทย์เลื่อนมาทาง 100K จะได้ความถี่ **500Hz** ถ้าปรับมาทาง **R47K** จะได้ความถี่ประมาณ **1KHz** ความถี่ที่ได้จะต่อจาก**ขา C ของ Q4** โดยผ่านทาง **C7** ออกไปยังวงจรภาคส่งอินฟาเรด

3.1.3 วงจรภาคส่งอินฟาเรด

วงจรภาคส่งอินฟาเรดนี้มีความสำคัญมากในส่วนของภาคส่งเพราะจะเป็นวงจรที่ใช้ในการส่งสัญญาณที่ได้มาจากอินพุท (สัญญาณSQUARE WAVE) ที่จะใช้ส่งไปยังตัวดาวเทียมอีกทีหนึ่ง โดยวงจรส่งอินฟาเรดนี้มีส่วนประกอบอยู่ 2 ส่วนคือ ภาคขยายสัญญาณ และภาค VOLTAGE CONTROLL OSCILLER (VCO) ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้

ที่ภาคขยาย เมื่อสัญญาณอินพุทจากวงจรกำเนิดสัญญาณ เข้ามาทางขา 3 ของ LF 356 (OP AMP) ซึ่งเป็นวงจรขยายสัญญาณให้มีแอมป์ปลิจูดประมาณ 2 เท่า ของสัญญาณอินพุทที่เข้ามา โดยวงจรขยายนี้จะมีลักษณะเป็น Negative Feedback และ เป็นชนิด Non Inverting Amplifier โดยมี R 4.7K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

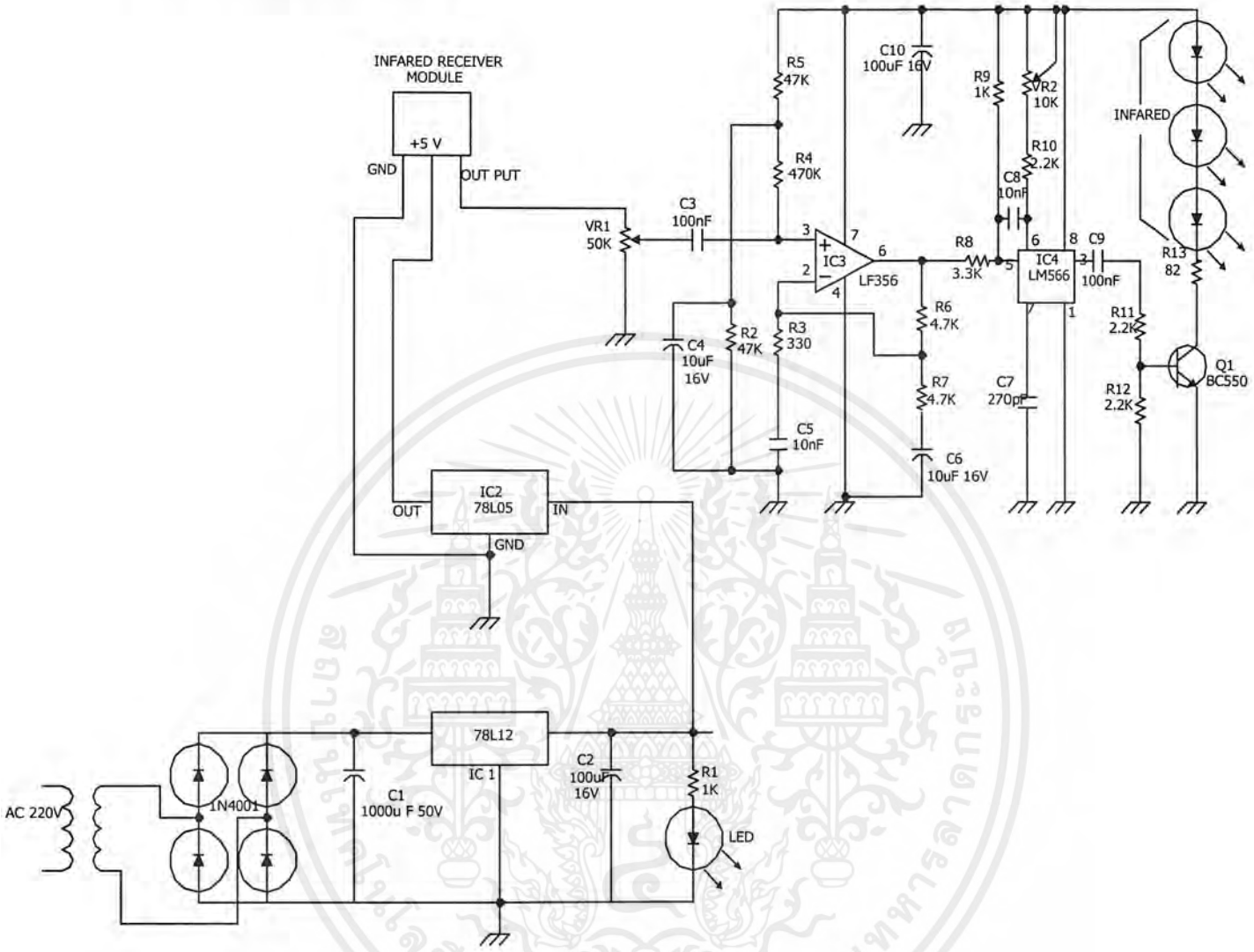
เป็นตัวกำหนดเกนการขยายของวงจรโดยมีการป้อนกลับไปที่ขา 2 ของOp Amp VR2 นั้น จะเป็นตัวปรับขนาดของแอมป์ปลิจูดของเอาท์พุทที่ต้องการว่า สัญญาณเอาท์พุทที่ต้องการนั้นเป็นเท่าใด

ที่ภาค VOLTAGE CONTROLL OSCILLATER (VCO) ที่ภาค VCO นี้มีหน้าที่ในการใช้แรงดันเข้ามาควบคุมความถี่ที่จะส่งให้อินฟาเรดสามารถส่งไปได้โดยใช้ LM 566 โดยเมื่อป้อนสัญญาณที่ออกมาจากขา 6 ของ LF 356 โดยมี R16 3.3K เป็นตัวไบอัสสัญญาณมาเข้าที่ขา 5 ของ LM 566 สำหรับ VR3 10K นั้น จะเป็นตัวปรับความถี่ที่เราต้องการ ซึ่งโดยปกติแล้วนั้น วงจรนี้จะผลิตสัญญาณ SQUARE WAVE ขึ้นมาเองในตัวอยู่แล้ว และเมื่อเรานำสัญญาณที่มาจากอินพุทมาเข้าที่ภาค VCO นี้ก็จะเป็นหลักการของ Frequency Shift Keying (FSK) นั่นเองคือนำแรงดันมาควบคุมความถี่อีกทีหนึ่งโดยจะทำการปรับ VR3 ให้ได้ความถี่ประมาณ 150KHz

สัญญาณที่ออกมาทางขา 3 ของ LM566 มาเข้าที่ขา B ของ Q5 BC550 โดยมี R19 R20 ต่อเป็นวงจรแบ่งแรงดันไบอัสให้ Transister ซึ่งQ5 นี้จะทำหน้าที่เป็น สวิทย์ ON – OFF เพื่อให้ตัว LED ที่ใช้เป็นตัวส่งอินฟาเรด ทำงานในลักษณะ ON OFF เพื่อที่จะสามารถส่งสัญญาณเป็นพัลส์ออกไปได้ โดยมี R21 เป็นตัวไบอัสกระแสให้กับ ตัวส่งอีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ตัวดาวเทียม(SATTLELITE)



รูปที่ 3.3 วงจรรับและส่งที่ตัวดาวเทียม

จากวงจรที่ตัวดาวเทียมนั้นจะเห็นว่ามีบางส่วนของวงจรเหมือนกับวงจรที่ภาคส่ง (TRANSMITTER) คือเราจะใช้วงจรส่งอินฟาเรดเหมือนกับที่ภาคส่ง

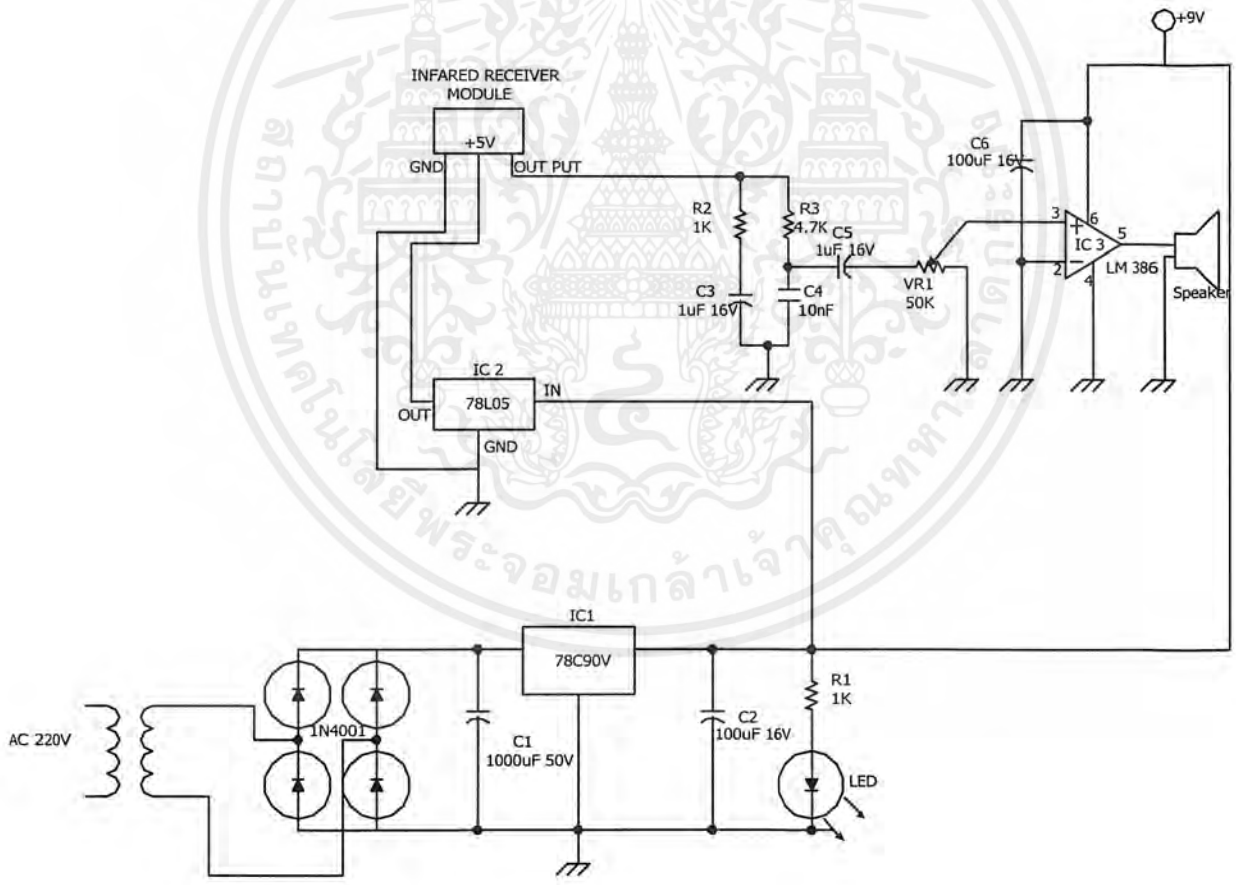
INFARED RECEIVER MODULE เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการดีเทคแสงอินฟาเรดที่มาจากภาคส่งเพื่อที่จะเอาสัญญาณพัลส์ที่มาจากภาคส่งออกมาซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวนี้มีคุณสมบัติคือสามารถดีเทคเอาสัญญาณพัลส์ที่ส่งมากับแสงออกมาได้เลยทันที แล้วนำเอาสัญญาณที่ได้ไปเข้าวงจรส่งอินฟาเรดอีกครั้งหนึ่งเพื่อที่จะส่งไปให้ที่ภาครับต่อไป ส่วนหลักการทำงานของวงจรส่งอินฟาเรดที่ตัวดาวเทียมนั้นจะไม่กล่าวถึงเพราะมีหลักการทำงานเหมือนกับที่ภาคส่งทุกอย่างเพราะเป็นวงจรเดียวกันนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่ส่งออกไปจากดาวเทียมนั้นยังเป็นสัญญาณเดิมที่มาจากทางภาคส่งแล้วก็ทำการส่งไปยังภาครับต่อไป

3.3 ภาครับ (RECEIVER)

หลังจากที่ทำการส่งสัญญาณจากดาวเทียมมายังภาครับแล้ว ที่ภาครับนั้นก็จะยังใช้ตัว INFARED RECEIVER MODULE ทำการดีเทคแสงเพื่อให้ได้สัญญาณเดิมที่ส่งมาจากดาวเทียมและจากภาคส่งออกมา แล้วนำสัญญาณที่ได้มาเข้าวงจรขยาย (LM386) และที่ภาครับนี้จะมีลำโพง (SPEAKER) เป็นตัวแสดงผลทางเอาท์พุทสัญญาณเสียงที่ออกทางลำโพงนั้นจะมีความถี่ตามที่เราป้อนให้ที่ภาคส่ง สำหรับ LM386 นั้นจะมีหน้าที่ในการขับกระแสให้กับลำโพงด้วยเพราะสัญญาณที่รับมาจากตัวดาวเทียมนั้นยังมีกระแสที่ต่ำอยู่ สัญญาณที่เอาท์พุทของ LM386 นั้นยังคงเป็นสัญญาณเดิมที่เราส่งมาจากภาคส่ง (TRANSMITTER) ซึ่งได้แสดงในบทของผลการทดลองต่อไป



รูปที่ 3.4 วงจรที่ภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 BOARD MICROCONTROLLER

BOARD MICROCONTROLLER ที่สร้างมาใช้ในการควบคุมทิศทางการหมุนด้านมุมกวาดและมุมเงยของตัวส่งสัญญาณ มีรายการอุปกรณ์ดังนี้

3.4.1 รายการอุปกรณ์

1. AT98S8252	1 ตัว
2. ซ็อกเก็ตไอซีCPU 40ขา	1 ตัว
3. คริสตอล X11.0592	1 ตัว
4. Capacitor 30p	2 ตัว
5. Capacitor 30p	2 ตัว
6. R pack 10 Kohm	2 ตัว
7. จุดต่อสาย	8 ตัว
8. ซ็อกเก็ตพอร์ดต่างๆ	

3.4.2 การทำงานของ BOARD MICROCONTROLLER

BOARD MICROCONTROLLER ประกอบด้วย CPU AT98S8252 เป็นของบริษัท ATMEL เป็น CPU 40 Pin หน้าที่ของขาต่างๆในบอร์ดมีดังต่อไปนี้

3.4.2.1 PORT 1 ขา 0-8

ขา0 ของ AT98S8252 ต่อกับ SW 1 เป็นหมุนมอเตอร์ตัวที่1 ไปทางขวา

ขา1 ของ AT98S8252 ต่อกับ SW 2 เป็นหมุนมอเตอร์ตัวที่1 ไปทางซ้าย

ขา2 ของ AT98S8252 ต่อกับ SW 3 เป็นหมุนมอเตอร์ตัวที่2 ขึ้น

ขา3 ของ AT98S8252 ต่อกับ SW 4 เป็นหมุนมอเตอร์ตัวที่2 ลง

ขา4 ของ AT98S8252 ต่อกับ Senser 1 เป็นหยุดหมุนมอเตอร์ตัวที่1 ไปทางขวา

ขา5 ของ AT98S8252 ต่อกับ Senser 2 เป็นหยุดหมุนมอเตอร์ตัวที่1 ไปทางซ้าย

ขา6 ของ AT98S8252 ต่อกับ Senser 3 เป็นหยุดหมุนมอเตอร์ตัวที่2 ขึ้น

ขา7 ของ AT98S8252 ต่อกับ Senser 4 เป็นหยุดหมุนมอเตอร์ตัวที่2 ลง

โดยมีความต้านทาน 10 Kohm ต่อคร่อมอยู่ทุกขาสำหรับเป็นตัวเพิ่มกระแส

ขา9เป็น ขา RST

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 PORT 3 ขา 2

ขา2 ของ AT98S8252 ต่อกับ SW 5 เป็นตัวหยุดการหมุนทั้งหมด

ขา20 ของ AT98S8252 VCC-

3.4.2.3 PORT 0 ขา 0-4

ขา36 ของ AT98S8252 ต่อกับชุดควบคุม DC มอเตอร์

ขา37 ของ AT98S8252 ต่อกับชุดควบคุม DC มอเตอร์

ขา38 ของ AT98S8252 ต่อกับชุดควบคุม DC มอเตอร์

ขา39 ของ AT98S8252 ต่อกับชุดควบคุม DC มอเตอร์

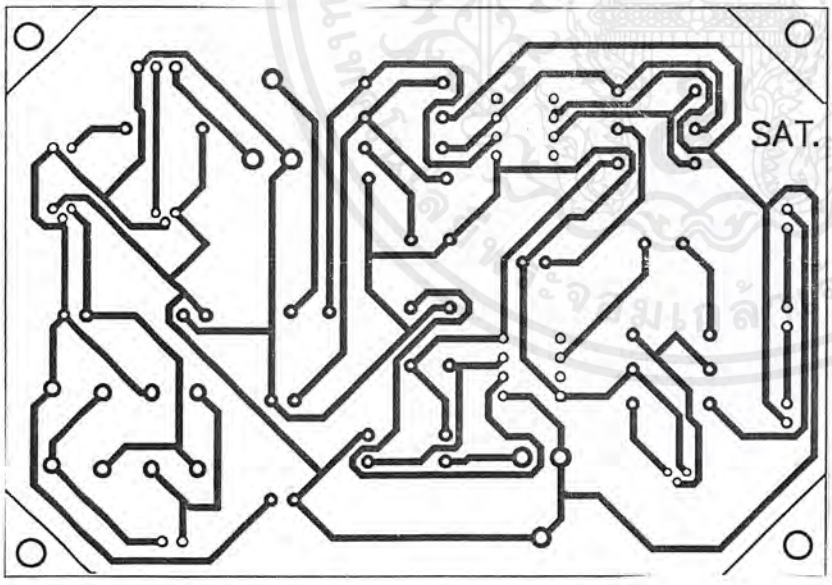
ขา40 ของ AT98S8252 VCC+

จะเห็นได้ว่าการจัดการเกี่ยวกับพอร์ตต่างๆของ CPU AT98S8252 สามารถแบ่งได้3พอร์ตด้วยกัน โดยกำหนดให้

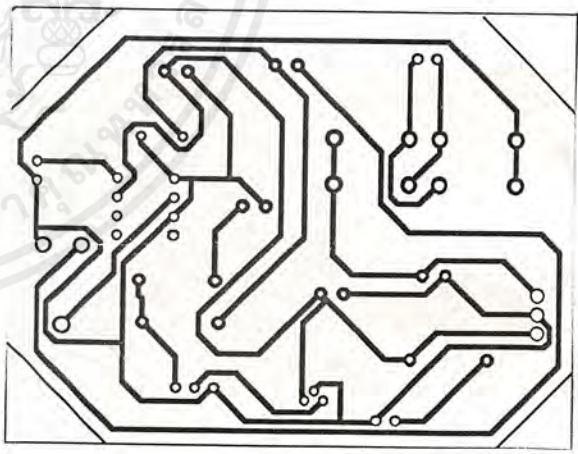
พอร์ต0 เป็นพอร์ตเอาพุท ต่อกับชุดควบคุม DC มอเตอร์

พอร์ต1 เป็นพอร์ตอินพุท ใช้ในการควบคุมการหยุดและหมุนของมอเตอร์

พอร์ต3 เป็นพอร์ตอินพุต ใช้ในการควบคุมการหยุดของมอเตอร์



3.5 ก



3.5 ข

รูปที่ 3.5 ก ลายแผ่นทองแดงของวงจรที่ดาวเทียม

รูปที่ 3.5 ข ลายแผ่นทองแดงของวงจรที่ภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 สถานีภาคส่ง (Base station)

รูปที่ 3.7 ดาวเทียม

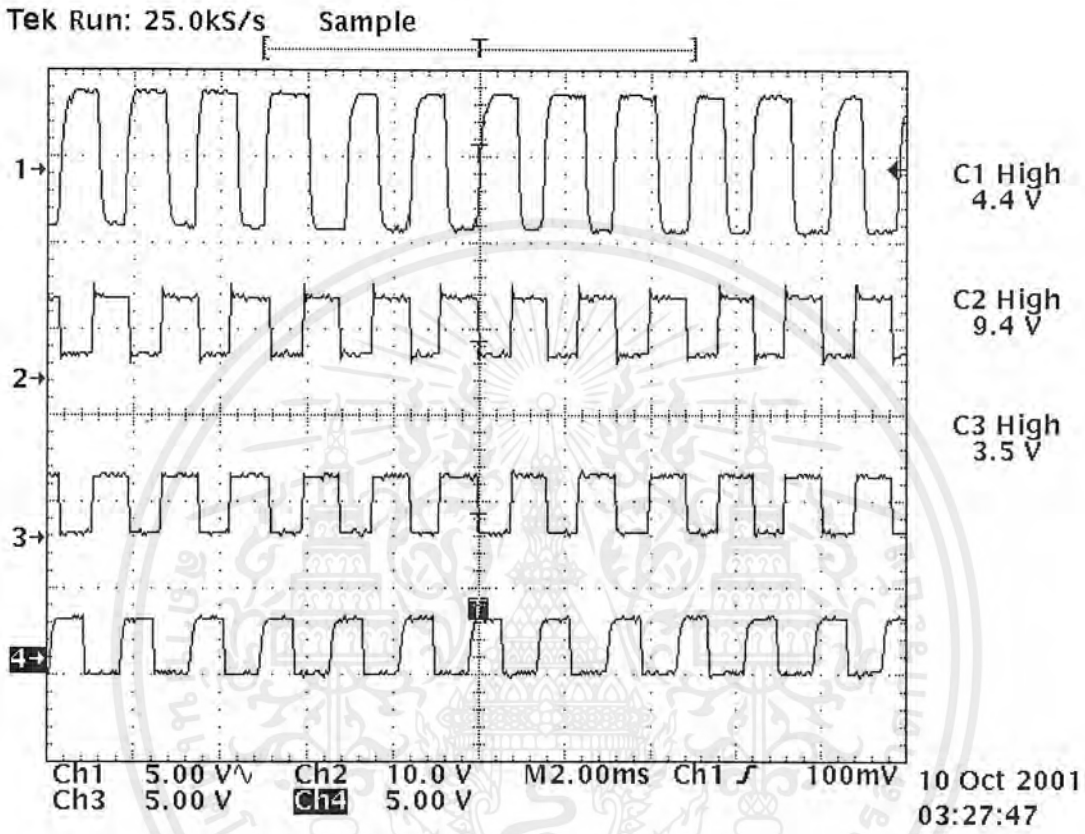
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 ภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณที่จุดต่างๆของระบบ

CHANNEL4 แสดงสัญญาณที่ขา V+ ของLF356 ซึ่งเป็นสัญญาณอินพุทที่ป้อนให้กับวงจรที่ภาคส่ง (TRANSMITTER) มีขนาดแอมปลิจูด ประมาณ 5 Volt

CHANNEL3 แสดงสัญญาณที่ขาเอาท์พุทของ อุปกรณ์ INFARED RECEIVER MODULE ของที่ตัวดาวเทียม มีแอมปลิจูด 5Volt

CHANNEL2 แสดงสัญญาณที่ขาเอาท์พุทของ วงจรขยาย LF356 ที่ตัวดาวเทียม มีแอมปลิจูดประมาณ 10Volt

CHANNEL1 แสดงสัญญาณที่ขาเอาท์พุทของวงจรขยาย LM386 ที่ภาครับมีแอมปลิจูดประมาณ 5Volt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
บทสรุป

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอ ชุดจำลองการรับส่งดาวเทียม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะให้การศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของการสื่อสารดาวเทียมนั้นมีความน่าสนใจยิ่งขึ้นเพราะปัจจุบันนั้นมีสถานศึกษาหลายแห่งได้มีการจัดการเรียนการสอนในเรื่องของการสื่อสารดาวเทียมซึ่งผู้จัดทำก็ได้ศึกษาวิชานี้มาด้วย ก็เห็นว่าเนื้อหาจริงๆลึกๆนั้นมีความยุ่งยากและซับซ้อนอยู่มากการที่จะศึกษาให้รู้และเข้าใจจริงๆนั้นก็จะต้องใช้ความตั้งใจมากพอสมควรเพราะระบบของการสื่อสารดาวเทียมจริงๆนั้นมีความสลับซับซ้อนมากทีเดียว แต่โครงงานชุดนี้ไม่ได้เน้นในเรื่องของระบบจริงๆของการสื่อสารดาวเทียม เช่นระบบการมอดดูเลท ระบบทรานสปอนนิง ระบบแหล่งจ่ายไฟ ฯลฯ แต่เป็นเพียงการจำลองการรับ การส่งเพียงคร่าวๆ โดยใช้หลักการของแสง เข้ามาทำในการรับส่งเพื่อให้รู้ว่าหลักการจริงๆของดาวเทียมนั้นก็คือเป็นการส่งสัญญาณจากภาคสถานีส่งไปยังสถานีรับที่อยู่ไกลๆกันได้ โดยใช้ตัวกลางในการทวนสัญญาณก็คือดาวเทียมนั่นเอง ซึ่งจะว่าไปแล้วดาวเทียมนั้นก็คือตัวทวนสัญญาณตัวหนึ่งนั่นเอง และสาเหตุที่ต้องใช้แสงในการส่งนั้นก็เพราะแสงนั้นมีการเดินทางเป็นเส้นตรงและเป็นการส่งในระยะใกลๆเท่านั้น จึงไม่สามารถใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ และขณะเดียวกันโดครงงานนี้ก็ยังได้จำลองจานสายอากาศที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณขึ้ยมาด้วย โดยจานสายอากาศนั้นก็จะสามารถที่หมุนหาตำแหน่งของดาวเทียมได้ด้วย คือมีมุม AZIMUTH และมุม ELIVATION แต่เป็นเพียงการหมุนอย่างคร่าวๆเท่านั้นคือให้รู้ว่าการปรับจานสายอากาศเพื่อที่จะรับสัญญาณดาวเทียมนั้น มีมุมที่จะต้องปรับอยู่2 มุมคือ มุมกวาด (AZIMUTH) และมุมก้มเงย (ELIVATION) ก็จะเห็นได้ว่าโครงงานจะใช้การจำลองของระบบรับส่งดาวเทียมโดยหลักการกว้างๆเท่านั้นโดยไม่ได้เน้นในเรื่องของทฤษฎีหรือหลักการจริงๆมากเท่าใดนัก

5.1 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงงานนี้

ในการสร้างจานสายอากาศที่ใช้ในการรับส่งนั้นจะทำให้จานสามารถปับหมุนได้ ซึ่งปัญหาก็คือถ้าใช้มอเตอร์ขนาดเล็กนั้นก็ไม่สามารถขับจานให้หมุนได้เพราะไม่สามารถรับน้ำหนักของตัวจานได้ต้องลองเปลี่ยนมอเตอร์หลายๆตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การแก้ไขปัญหา

แนวทางแก้ไขนั้นก็คือใช้หลักการของการทดเฟืองมาช่วยและทำการต่อวงจรขยายกระแสให้มอเตอร์สามารถขับจานสายอากาศได้

5.3 การพัฒนา

โครงงานนี้เป็นการจำลองการรับส่งดาวเทียมซึ่งเป็นการรับส่งเพียงด้านเดียวคือไม่มีการส่งสัญญาณจากทางด้านรับกลับมายังด้านส่งอีกครั้งหนึ่งซึ่งหากว่าผู้ที่สนใจจะทำโครงงานนี้ต่อผู้จัดทำคิดว่าควรจะทำในส่วนของการส่งสัญญาณกลับมาที่ภาคส่งอีกครั้งหนึ่งได้และอีกอย่างคือส่วนแสดงผลก็เป็นเพียงสัญญาณเสียงหากลองเปลี่ยนเป็นสัญญาณอย่างอื่น เช่น สัญญาณภาพ หรือแสดงผลเป็นอย่างอื่นได้ก็น่าที่จะทำให้โครงงานนี้น่าสนใจมากขึ้น และโครงงานนี้ใช้หลักการของแสงมาใช้ในการรับส่ง ผู้จัดทำคิดว่าหากน่าจะใช้หลักการอื่นได้ เช่น Laser เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ยืน ภู่วรวรรณ , ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม 2 , บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) , 2521
2. รังสรรค์ วงศ์สรรค์ , โลกของการรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม, ศูนย์การพิมพ์พลชัย , นิตยสาร ซีคิว , ชั้น4,2536
3. ณรงค์ เหมกรณ์ , การสื่อสารดาวเทียม , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมควบคุม DC มอเตอร์

```
;--------
ORG         0000H
AJMP        MAIN
;---------
MAIN:           MOV         P0,#00H
LOOP:       MOV         A,P1
JNB         P3.2,STOP_M
AJMP        NEXT0
STOP_M:     MOV         P0,#00H
AJMP        LOOP
NEXT0:      CJNE        A,#11111110B,NEXT1
CLR         P0.1
ACALL       DELAY
SETB        P0.0
AJMP        LOOP
NEXT1:      CJNE        A,#11111101B,NEXT2
CLR         P0.0
ACALL       DELAY
SETB        P0.1
AJMP        LOOP
NEXT2:      CJNE        A,#11111011B,NEXT3
CLR         P0.3
ACALL       DELAY
SETB        P0.2
AJMP        LOOP
NEXT3:      CJNE        A,#11110111B,NEXT4
CLR         P0.2
ACALL           DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SETB    P0.3
AJMP    LOOP
NEXT4:  CJNE    A,#11101110B,NEXT5
CLR     P0.0
AJMP    LOOP
NEXT5:  CJNE    A,#11011101B,NEXT6
CLR     P0.1
AJMP    LOOP
NEXT6:  CJNE    A,#10111011B,NEXT7
CLR     P0.2
AJMP    LOOP
NEXT7:  CJNE    A,#01110111B,NEXT8
CLR     P0.3
AJMP    LOOP
;-----------
NEXT8:  CJNE    A,#11101111B,NEXT9
CLR     P0.0
JNB     P1.1,ON1
JNB     P1.2,ON2
JNB     P1.3,ON3
AJMP    LOOP
ON1:    SETB    P0.1
AJMP    LOOP
ON2:    CLR     P0.3
ACALL   DELAY
SETB    P0.2
AJMP    LOOP
ON3:    CLR     P0.2
ACALL   DELAY
SETB    P0.3
AJMP    LOOP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;------------
NEXT9:    CJNE    A,#11011111B,NEXT10
CLR       P0.1
JNB       P1.0,ON4
JNB       P1.2,ON5
JNB       P1.3,ON6
AJMP      LOOP
ON4:      SETB    P0.0
AJMP      LOOP
ON5:      CLR     P0.3
ACALL     DELAY
SETB      P0.2
AJMP      LOOP
ON6:      CLR     P0.2
ACALL     DELAY
SETB      P0.3
AJMP      LOOP
;-------------
NEXT10:   CJNE    A,#10111111B,NEXT11
CLR       P0.2
JNB       P1.0,ON7
JNB       P1.1,ON8
JNB       P1.3,ON9
AJMP      LOOP
ON7:      CLR     P0.1
ACALL     DELAY
SETB      P0.0
AJMP      LOOP
ON8:      CLR     P0.0
ACALL     DELAY
SETB      P0.1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
AJMP        LOOP
ON9:        SETB        P0.3
AJMP        LOOP
;-----------
NEXT11:     CJNE        A,#01111111B,NEXT12
CLR         P0.3
JNB         P1.0,ON10
JNB         P1.1,ON11
JNB         P1.2,ON12
AJMP        LOOP
ON10:       CLR         P0.1
ACALL       DELAY
SETB        P0.0
AJMP        LOOP
ON11:       CLR         P0.0
ACALL       DELAY
SETB        P0.1
AJMP        LOOP
ON12:       SETB        P0.2
NEXT12:     AJMP        LOOP
;-----------
DELAY:      MOV         R7,#0FFH
DJNZ        R7,$
RET
END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

February 1995

LM566C Voltage Controlled Oscillator

General Description

The LM566CN is a general purpose voltage controlled oscillator which may be used to generate square and triangular waves, the frequency of which is a very linear function of a control voltage. The frequency is also a function of an external resistor and capacitor.

The LM566CN is specified for operation over the 0°C to +70°C temperature range.

Features

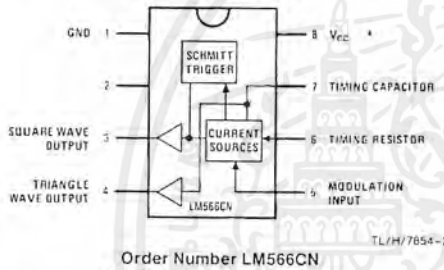
- Wide supply voltage range: 10V to 24V
- Very linear modulation characteristics
- High temperature stability
- Excellent supply voltage rejection
- 10 to 1 frequency range with fixed capacitor
- Frequency programmable by means of current, voltage, resistor or capacitor

Applications

- FM modulation
- Signal generation
- Function generation
- Frequency shift keying
- Tone generation

Connection Diagram

Dual-In-Line Package

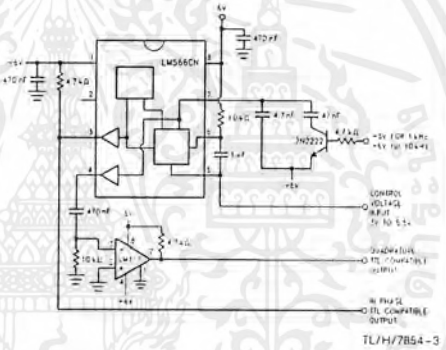


TL/H/7854–2

Order Number LM566CN
See NS Package Number N08E

Typical Application

1 kHz and 10 kHz TTL Compatible Voltage Controlled Oscillator



TL/H/7854–3

© 1995 National Semiconductor Corporation TL/H/7854 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.

Power Supply Voltage	26V
Power Dissipation (Note 1)	1000 mW
Operating Temperature Range, LM566CN	0°C to +70°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)	+260°C

Electrical Characteristics V_{CC} = 12V, T_A = 25°C, AC Test Circuit

Parameter	Conditions	LM566C			Units
		Min	Typ	Max	
Maximum Operating Frequency	R0 2k C0 2.7 pF	0.5	1		MHz
VCO Free-Running Frequency	C_O = 1.5 nF R_O = 20k f_O 10 kHz	−30	0	+30	%
Input Voltage Range Pin 5		¾ V_{CC}		V_{CC}	
Average Temperature Coefficient of Operating Frequency			200		ppm/°C
Supply Voltage Rejection	10–20V		0.1	2	%/V
Input Impedance Pin 5		0.5	1		MΩ
VCO Sensitivity	For Pin 5, From 8–10V, f_O = 10 kHz	6.0	6.6	7.2	kHz/V
FM Distortion	±10% Deviation		0.2	1.5	%
Maximum Sweep Rate			1		MHz
Sweep Range			10:1		
Output Impedance Pin 3			50		Ω
Pin 4			50		Ω
Square Wave Output Level	R_{L1} 10k	5.0	5.4		Vp-p
Triangle Wave Output Level	R_{L2} 10k	2.0	2.4		Vp-p
Square Wave Duty Cycle		40	50	60	%
Square Wave Rise Time			20		ns
Square Wave Fall Time			50		ns
Triangle Wave Linearity	±1V Segment at ½ V_{CC}		0.5		%

Note 1: The maximum junction temperature of the LM566CN is 150°C. For operation at elevated junction temperatures, maximum power dissipation must be derated based on a thermal resistance of 115°C/W, junction to ambient.

Applications Information

The LM566CN may be operated from either a single supply as shown in this test circuit, or from a split (±) power supply. When operating from a split supply, the square wave output (pin 3) is TTL compatible (2 mA current sink) with the addition of a 4.7 kΩ resistor from pin 3 to ground.

A 0.001 μF capacitor is connected between pins 5 and 6 to prevent parasitic oscillations that may occur during VCO switching.

$$f_O = \frac{2.4(V^+ - V_5)}{R_O C_O V^+}$$

where

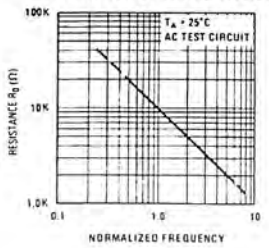
$2K < R_O < 20K$

and V_5 is voltage between pin 5 and pin 1.

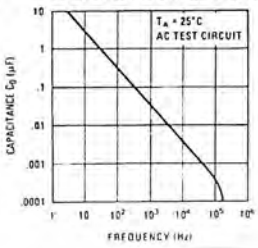
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

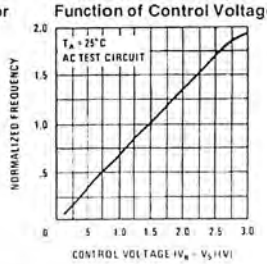
Operating Frequency as a Function of Timing Resistor



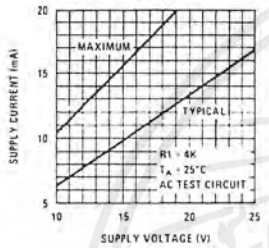
Operating Frequency as a Function of Timing Capacitor



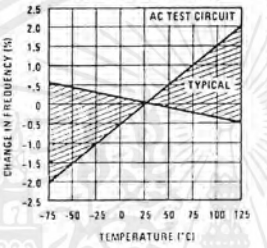
Normalized Frequency as a Function of Control Voltage



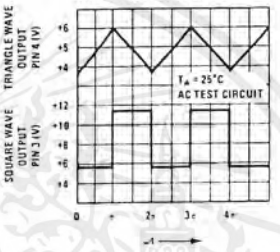
Power Supply Current



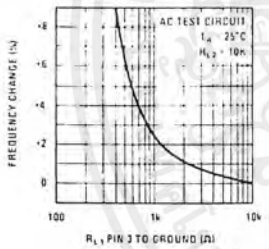
Temperature Stability



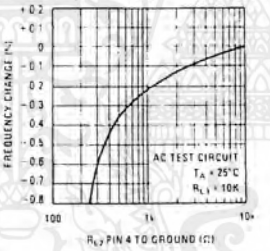
VCO Waveforms



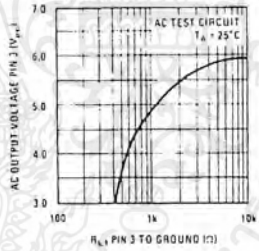
Frequency Stability vs Load Resistance (Square Wave Output)



Frequency Stability vs Load Impedance (Triangle Output)

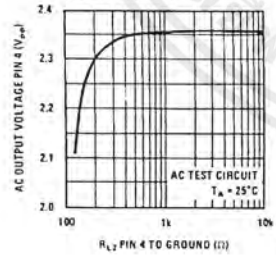


Square Wave Output Characteristics



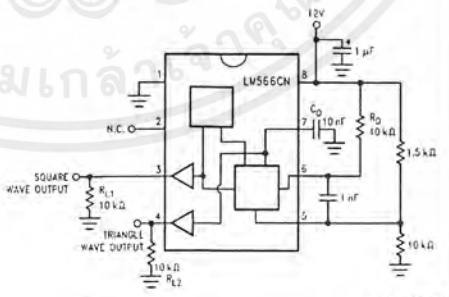
TL/H/7654-4

Triangle Wave Output Characteristics



TL/H/7654-5

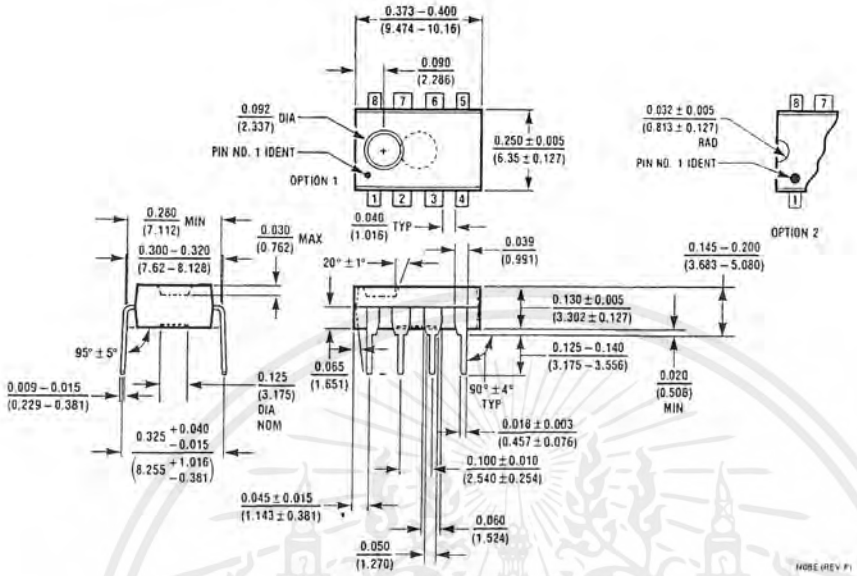
AC Test Circuit



TL/H/7654-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters)



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number LM566CN
NS Package Number N08E

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: cnjwge@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

National Semiconductor

May 2000

LF155/LF156/LF355/LF356/LF357 JFET Input Operational Amplifiers

General Description

These are the first monolithic JFET input operational amplifiers to incorporate well matched, high voltage JFETs on the same chip with standard bipolar transistors (BI-FET™ Technology). These amplifiers feature low input bias and offset currents/low offset voltage and offset voltage drift, coupled with offset adjust which does not degrade drift or common-mode rejection. The devices are also designed for high slew rate, wide bandwidth, extremely fast settling time, low voltage and current noise and a low 1/f noise corner.

Features

Advantages

- Replace expensive hybrid and module FET op amps
- Rugged JFETs allow blow-out free handling compared with MOSFET input devices
- Excellent for low noise applications using either high or low source impedance—very low 1/f corner
- Offset adjust does not degrade drift or common-mode rejection as in most monolithic amplifiers
- New output stage allows use of large capacitive loads (5,000 pF) without stability problems
- Internal compensation and large differential input voltage capability

Applications

- Precision high speed integrators
- Fast D/A and A/D converters
- High impedance buffers
- Wideband, low noise, low drift amplifiers
- Logarithmic amplifiers
- Photocell amplifiers
- Sample and Hold circuits

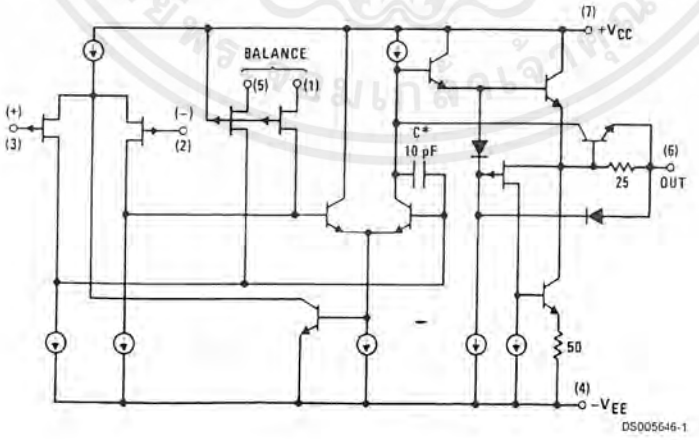
Common Features

- Low input bias current: 30pA
- Low Input Offset Current: 3pA
- High input impedance: $10^{12}\Omega$
- Low input noise current: $0.01\ pA/\sqrt{Hz}$
- High common-mode rejection ratio: 100 dB
- Large dc voltage gain: 106 dB

Uncommon Features

	LF155/ LF355	LF156/ LF356	LF357 (A_V=5)	Units
Extremely fast settling time to 0.01%	4	1.5	1.5	µs
Fast slew rate	5	12	50	V/µs
Wide gain bandwidth	2.5	5	20	MHz
Low input noise voltage	20	12	12	$nV/\sqrt{Hz}$

Simplified Schematic



*3 pF in LF357 series.

BI-FET™, BI-FET II™ are trademarks of National Semiconductor Corporation

© 2001 National Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

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

	LF155/6	LF356B	LF355/6/7
Supply Voltage	±22V	±22V	±18V
Differential Input Voltage	±40V	±40V	±30V
Input Voltage Range (Note 2)	±20V	±20V	±16V
Output Short Circuit Duration	Continuous	Continuous	Continuous
T_{JMAX}			
H-Package	150°C	115°C	115°C
N-Package		100°C	100°C
M-Package		100°C	100°C
Power Dissipation at T_A = 25°C (Notes 1, 8)			
H-Package (Still Air)	560 mW	400 mW	400 mW
H-Package (400 LF/Min Air Flow)	1200 mW	1000 mW	1000 mW
N-Package		670 mW	670 mW
M-Package		380 mW	380 mW
Thermal Resistance (Typical) θ_{JA}			
H-Package (Still Air)	160°C/W	160°C/W	160°C/W
H-Package (400 LF/Min Air Flow)	65°C/W	65°C/W	65°C/W
N-Package		130°C/W	130°C/W
M-Package		195°C/W	195°C/W
(Typical) θ_{JC}			
H-Package	23°C/W	23°C/W	23°C/W
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C	−65°C to +150°C	−65°C to +150°C
Soldering Information (Lead Temp.)			
Metal Can Package			
Soldering (10 sec.)	300°C	300°C	300°C
Dual-In-Line Package			
Soldering (10 sec.)	260°C	260°C	260°C
Small Outline Package			
Vapor Phase (60 sec.)		215°C	215°C
Infrared (15 sec.)		220°C	220°C
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.			
ESD tolerance			
(100 pF discharged through 1.5 kΩ)	1000V	1000V	1000V

DC Electrical Characteristics

(Note 3)

Symbol	Parameter	Conditions	LF155/6			LF356B			LF355/6/7			Units
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_{OS}	Input Offset Voltage	R_S=50Ω, T_A=25°C		3	5		3	5		3	10	mV
		Over Temperature			7			6.5			13	mV
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Average TC of Input Offset Voltage	R_S=50Ω		5			5			5		μV/°C
$\Delta TC/\Delta V_{OS}$	Change in Average TC with V_{OS} Adjust	R_S=50Ω, (Note 4)		0.5			0.5			0.5		μV/°C per mV
I_{OS}	Input Offset Current	T_J=25°C, (Notes 3, 5)		3	20		3	20		3	50	pA
		$T_J \leq T_{HIGH}$			20			1			2	nA
I_B	Input Bias Current	T_J=25°C, (Notes 3, 5)		30	100		30	100		30	200	pA
		$T_J \leq T_{HIGH}$			50			5			8	nA
R_{IN}	Input Resistance	T_J=25°C		10^{12}			10^{12}			10^{12}		Ω

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC Electrical Characteristics (Continued)

(Note 3)

Symbol	Parameter	Conditions	LF155/6			LF356B			LF355/6/7			Units
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	V_S=±15V, T_A=25°C V_O=±10V, R_L=2k Over Temperature	50 25	200		50 25	200		25 15	200		V/mV V/mV
V_O	Output Voltage Swing	V_S=±15V, R_L=10k V_S=±15V, R_L=2k	±12 ±10	±13 ±12		±12 ±10	±13 ±12		±12 ±10	±13 ±12		V V
V_{CM}	Input Common-Mode Voltage Range	V_S=±15V	±11	+15.1 −12		±11	±15.1 −12		+10	+15.1 −12		V V
CMRR	Common-Mode Rejection Ratio		85	100		85	100		80	100		dB
PSRR	Supply Voltage Rejection Ratio	(Note 6)	85	100		85	100		80	100		dB

DC Electrical Characteristics

$T_A = T_J = 25°C$, $V_S = ±15V$

Parameter	LF155		LF355		LF156/356B		LF356		LF357		Units
	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max	
Supply Current	2	4	2	4	5	7	5	10	5	10	mA

AC Electrical Characteristics

$T_A = T_J = 25°C$, $V_S = ±15V$

Symbol	Parameter	Conditions	LF155/355	LF156/356B	LF156/356/ LF356B	LF357	Units
			Typ	Min	Typ	Typ	
SR	Slew Rate	LF155/6: A_V=1, LF357: A_V=5	5	7.5	12	 50	V/μs V/μs
GBW	Gain Bandwidth Product		2.5		5	20	MHz
t_s	Settling Time to 0.01%	(Note 7)	4		1.5	1.5	μs
e_n	Equivalent Input Noise Voltage	R_S=100Ω f=100 Hz f=1000 Hz	 25 20		 15 12	 15 12	 $nV/\sqrt{Hz}$ $nV/\sqrt{Hz}$
i_n	Equivalent Input Current Noise	f=100 Hz f=1000 Hz	0.01 0.01		0.01 0.01	0.01 0.01	$pA/\sqrt{Hz}$ $pA/\sqrt{Hz}$
C_{IN}	Input Capacitance		3		3	3	pF

Notes for Electrical Characteristics

Note 1: The maximum power dissipation for these devices must be derated at elevated temperatures and is dictated by T_{JMAX}, θ_{JA}, and the ambient temperature, T_A. The maximum available power dissipation at any temperature is $P_d=(T_{JMAX}-T_A)/\theta_{JA}$ or the 25°C P_{dMAX}, whichever is less.

Note 2: Unless otherwise specified the absolute maximum negative input voltage is equal to the negative power supply voltage.

Note 3: Unless otherwise stated, these test conditions apply:

	LF155/156	LF356B	LF355/6/7
Supply Voltage, V_S	±15V≤V_S≤±20V	±15V≤V_S±20V	V_S=±15V
T_A	−55°C≤T_A≤+125°C	0°C≤T_A≤+70°C	0°C≤T_A≤+70°C
T_{HIGH}	+125°C	+70°C	+70°C

and V_{OS}, I_B and I_{OS} are measured at V_{CM}=0.

Note 4: The Temperature Coefficient of the adjusted input offset voltage changes only a small amount (0.5μV/°C typically) for each mV of adjustment from its original unadjusted value. Common-mode rejection and open loop voltage gain are also unaffected by offset adjustment.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Notes for Electrical Characteristics (Continued)

Note 5: The input bias currents are junction leakage currents which approximately double for every 10°C increase in the junction temperature, T_J. Due to limited production test time, the input bias currents measured are correlated to junction temperature. In normal operation the junction temperature rises above the ambient temperature as a result of internal power dissipation, Pd. $T_J=T_A+\theta_{JA}$ Pd where θ_{JA} is the thermal resistance from junction to ambient. Use of a heat sink is recommended if input bias current is to be kept to a minimum.

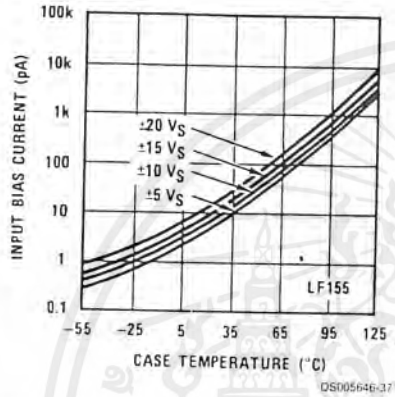
Note 6: Supply Voltage Rejection is measured for both supply magnitudes increasing or decreasing simultaneously, in accordance with common practice.

Note 7: Settling time is defined here, for a unity gain inverter connection using 2 kΩ resistors for the LF155/6. It is the time required for the error voltage (the voltage at the inverting input pin on the amplifier) to settle to within 0.01% of its final value from the time a 10V step input is applied to the inverter. For the LF357, $A_V=-5$, the feedback resistor from output to input is 2 kΩ and the output step is 10V (See Settling Time Test Circuit).

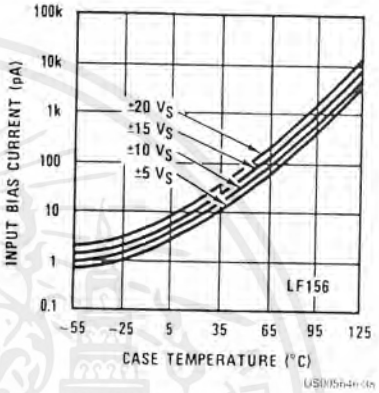
Note 8: Max. Power Dissipation is defined by the package characteristics. Operating the part near the Max. Power Dissipation may cause the part to operate outside guaranteed limits.

Typical DC Performance Characteristics Curves are for LF155 and LF156 unless otherwise specified.

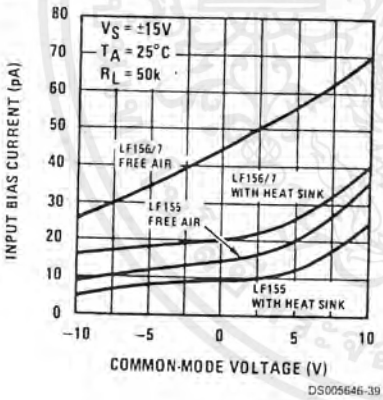
Input Bias Current



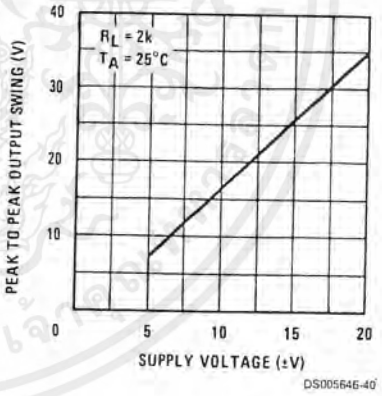
Input Bias Current



Input Bias Current



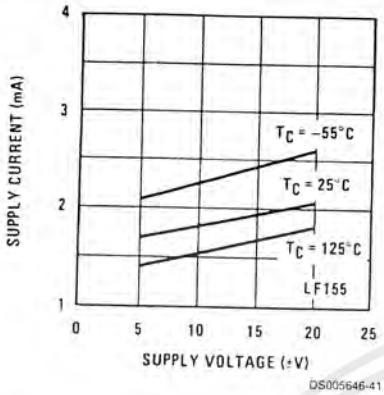
Voltage Swing



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

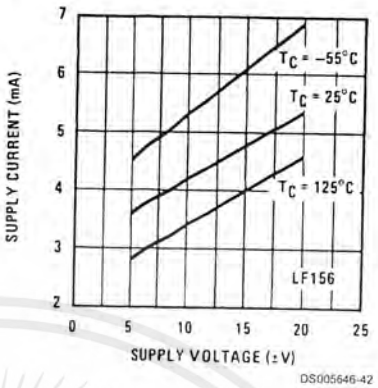
Typical DC Performance Characteristics Curves are for LF155 and LF156 unless otherwise specified. (Continued)

Supply Current



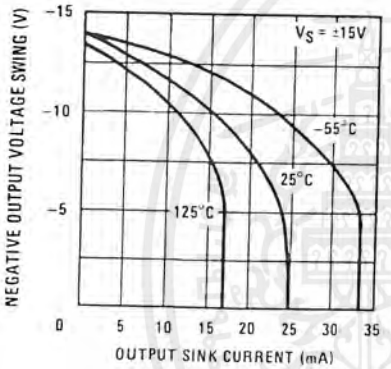
DS005646-41

Supply Current



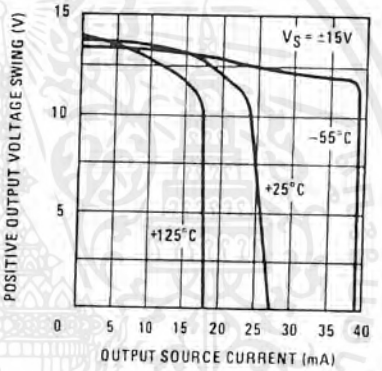
DS005646-42

Negative Current Limit



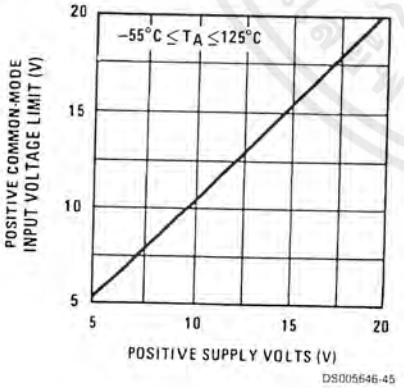
DS005646-43

Positive Current Limit



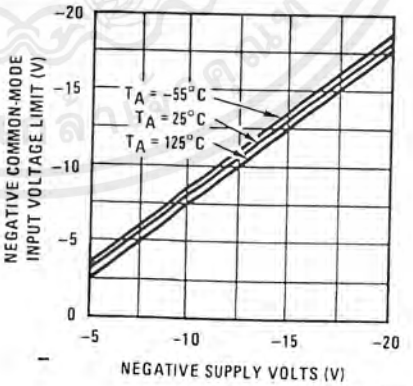
DS005646-44

Positive Common-Mode Input Voltage Limit



DS005646-45

Negative Common-Mode Input Voltage Limit

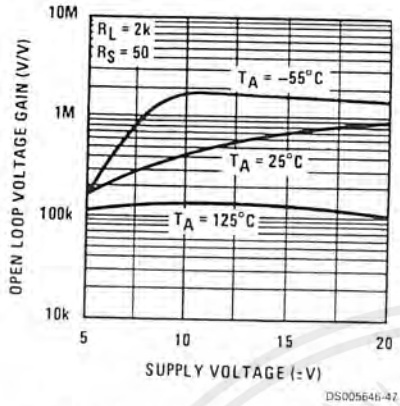


DS005646-46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

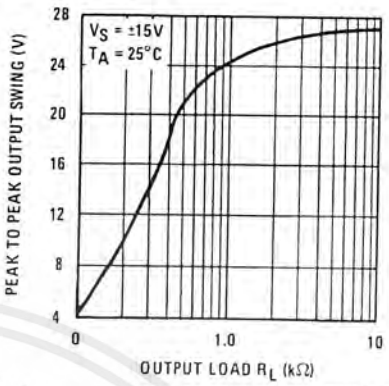
Typical DC Performance Characteristics Curves are for LF155 and LF156 unless otherwise specified. (Continued)

Open Loop Voltage Gain



DS005646-47

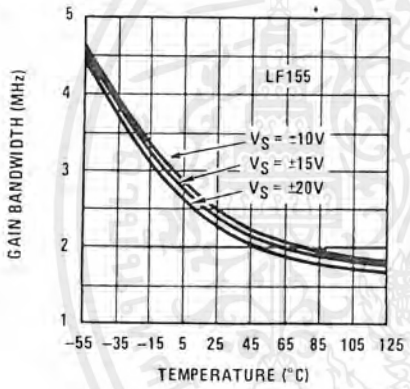
Output Voltage Swing



DS005646-48

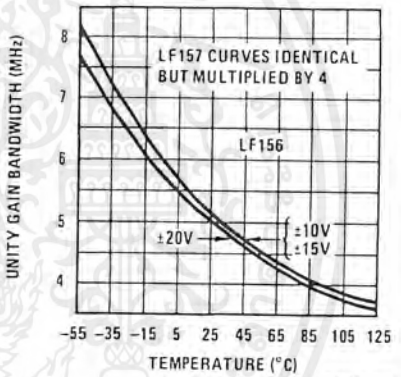
Typical AC Performance Characteristics

Gain Bandwidth



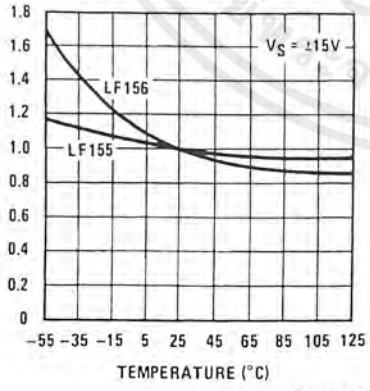
DS005646-49

Gain Bandwidth



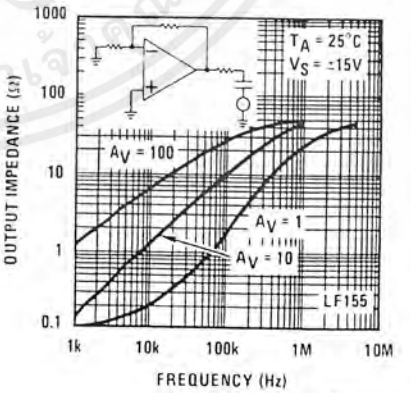
DS005646-50

Normalized Slew Rate



DS005646-51

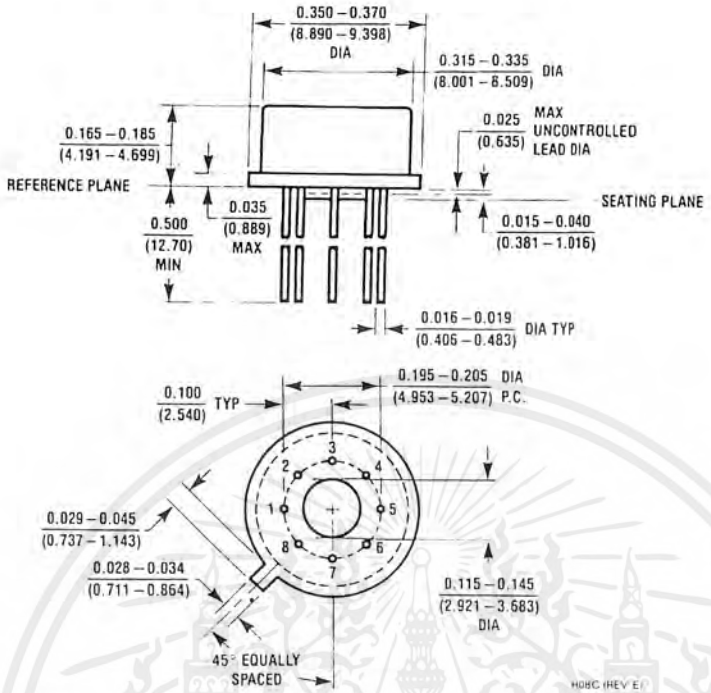
Output Impedance



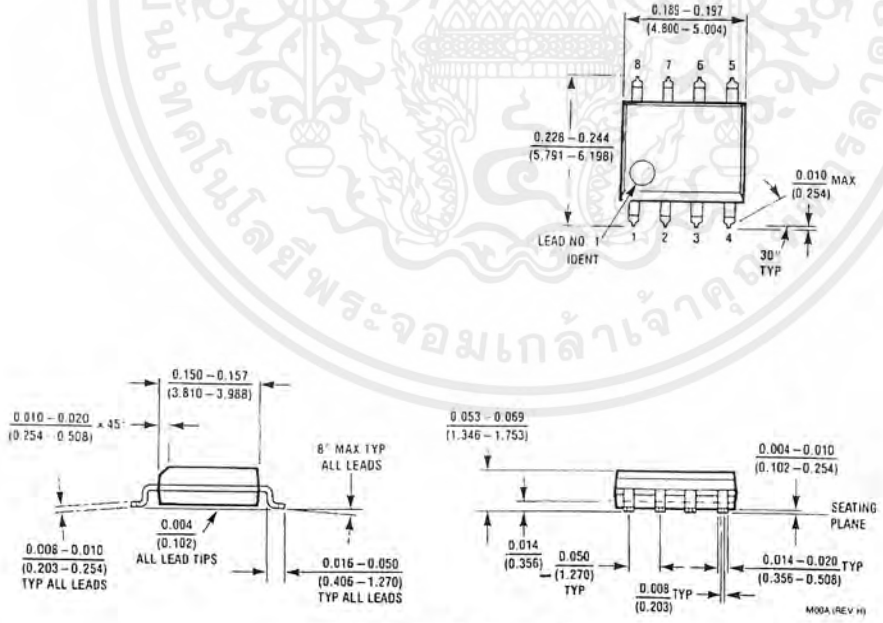
DS005646-52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



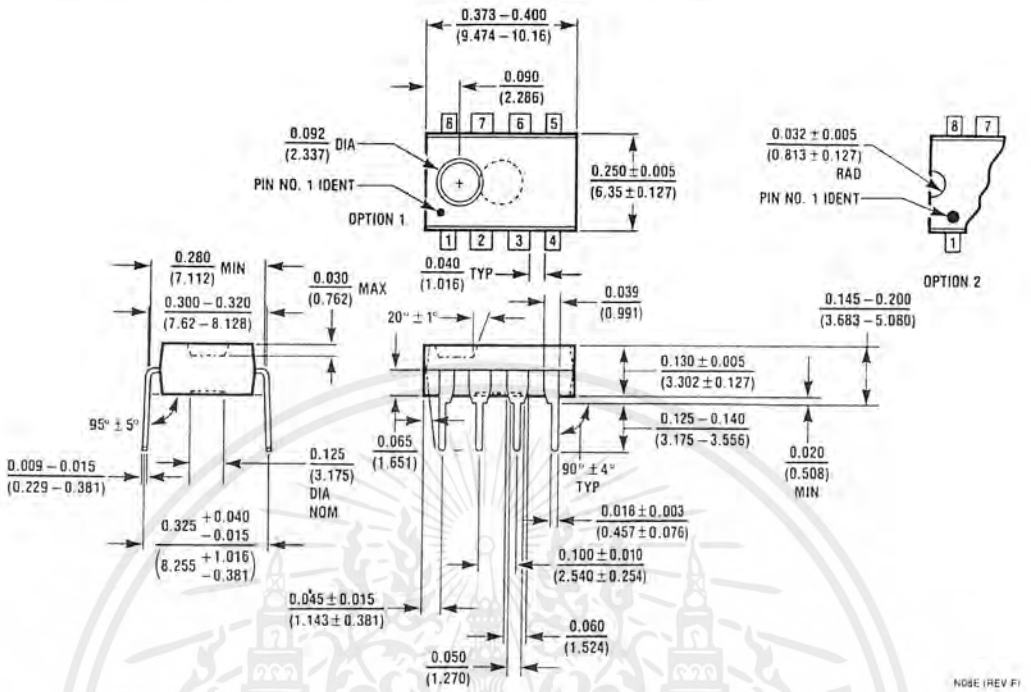
Metal Can Package (H)
Order Number LF155H, LF156H, LF356BH, LF356H or LF357H
NS Package Number H08C



Small Outline Package (M)
Order Number LF356M or LF356MX
NS Package Number M08A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number LF356N
NS Package Number N08E

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 AND GENERAL COUNSEL 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
Americas
Tel: 1-800-272-9959
Fax: 1-800-737-7018
Email: support@nsc.com
www.national.com

National Semiconductor Europe
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group
Tel: 65-2544466
Fax: 65-2504466
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-3-5639-7560
Fax: 81-3-5639-7507

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

National Semiconductor

August 2000

LM386
Low Voltage Audio Power Amplifier

General Description

The LM386 is a power amplifier designed for use in low voltage consumer applications. The gain is internally set to 20 to keep external part count low, but the addition of an external resistor and capacitor between pins 1 and 8 will increase the gain to any value from 20 to 200.

The inputs are ground referenced while the output automatically biases to one-half the supply voltage. The quiescent power drain is only 24 milliwatts when operating from a 6 volt supply, making the LM386 ideal for battery operation.

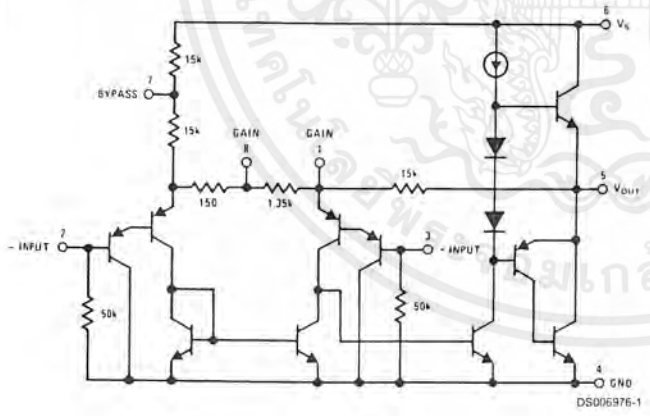
Features

- Battery operation
- Minimum external parts
- Wide supply voltage range: 4V–12V or 5V–18V
- Low quiescent current drain: 4mA
- Voltage gains from 20 to 200
- Ground referenced input
- Self-centering output quiescent voltage
- Low distortion: 0.2% (A_V = 20, V_S = 6V, R_L = 8Ω, P_O = 125mW, f = 1kHz)
- Available in 8 pin MSOP package

Applications

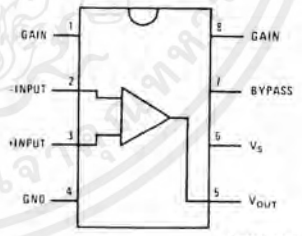
- AM-FM radio amplifiers
- Portable tape player amplifiers
- Intercoms
- TV sound systems
- Line drivers
- Ultrasonic drivers
- Small servo drivers
- Power converters

Equivalent Schematic and Connection Diagrams



DS006976-1

Small Outline, Molded Mini Small Outline, and Dual-In-Line Packages



DS006976-2

Top View
Order Number LM386M-1, LM386MM-1, LM386N-1, LM386N-3 or LM386N-4
See NS Package Number M08A, MUA08A or N08E

© 2000 National Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 2)

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

Supply Voltage	
(LM386N-1, -3, LM386M-1)	15V
Supply Voltage (LM386N-4)	22V
Package Dissipation (Note 3)	
(LM386N)	1.25W
(LM386M)	0.73W
(LM386MM-1)	0.595W
Input Voltage	±0.4V
Storage Temperature	−65°C to +150°C
Operating Temperature	0°C to +70°C
Junction Temperature	+150°C
Soldering Information	
Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec)	+260°C
Small Outline Package	
(SOIC and MSOP)	
Vapor Phase (60 sec)	+215°C
Infrared (15 sec)	+220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

Thermal Resistance	
θ_{JC} (DIP)	37 C/W
θ_{JA} (DIP)	107 C/W
θ_{JC} (SO Package)	35°C/W
θ_{JA} (SO Package)	172°C/W
θ_{JA} (MSOP)	210°C/W
θ_{JC} (MSOP)	56°C/W

Electrical Characteristics (Notes 1, 2)

T_A = 25°C

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Operating Supply Voltage (V_S)					
LM386N-1, -3, LM386M-1, LM386MM-1		4		12	V
LM386N-4		5		18	V
Quiescent Current (I_Q)	V_S = 6V, V_{IN} = 0		4	8	mA
Output Power (P_{OUT})					
LM386N-1, LM386M-1, LM386MM-1	V_S = 6V, R_L = 8Ω, THD = 10%	250	325		mW
LM386N-3	V_S = 9V, R_L = 8Ω, THD = 10%	500	700		mW
LM386N-4	V_S = 16V, R_L = 32Ω, THD = 10%	700	1000		mW
Voltage Gain (A_V)	V_S = 6V, f = 1 kHz		26		dB
	10 µF from Pin 1 to 8		46		dB
Bandwidth (BW)	V_S = 6V, Pins 1 and 8 Open		300		kHz
Total Harmonic Distortion (THD)	V_S = 6V, R_L = 8Ω, P_{OUT} = 125 mW		0.2		%
	f = 1 kHz, Pins 1 and 8 Open				
Power Supply Rejection Ratio (PSRR)	V_S = 6V, f = 1 kHz, C_{BYPASS} = 10 µF		50		dB
	Pins 1 and 8 Open, Referred to Output				
Input Resistance (R_{IN})			50		kΩ
Input Bias Current (I_{BIAS})	V_S = 6V, Pins 2 and 3 Open		250		nA

Note 1: All voltages are measured with respect to the ground pin, unless otherwise specified.

Note 2: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Ratings. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

Note 3: For operation in ambient temperatures above 25°C, the device must be derated based on a 150°C maximum junction temperature and 1) a thermal resistance of 107°C/W junction to ambient for the dual-in-line package and 2) a thermal resistance of 170°C/W for the small outline package.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Hints

GAIN CONTROL

To make the LM386 a more versatile amplifier, two pins (1 and 8) are provided for gain control. With pins 1 and 8 open the 1.35 kΩ resistor sets the gain at 20 (26 dB). If a capacitor is put from pin 1 to 8, bypassing the 1.35 kΩ resistor, the gain will go up to 200 (46 dB). If a resistor is placed in series with the capacitor, the gain can be set to any value from 20 to 200. Gain control can also be done by capacitively coupling a resistor (or FET) from pin 1 to ground.

Additional external components can be placed in parallel with the internal feedback resistors to tailor the gain and frequency response for individual applications. For example, we can compensate poor speaker bass response by frequency shaping the feedback path. This is done with a series RC from pin 1 to 5 (paralleling the internal 15 kΩ resistor). For 6 dB effective bass boost: R ≈ 15 kΩ, the lowest value for good stable operation is R = 10 kΩ if pin 8 is open. If pins 1 and 8 are bypassed then R as low as 2 kΩ can be used. This restriction is because the amplifier is only compensated for closed-loop gains greater than 9.

INPUT BIASING

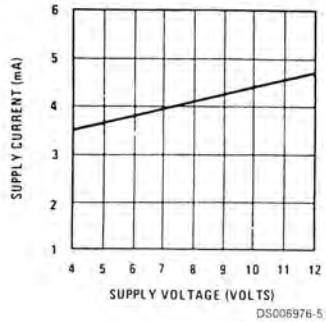
The schematic shows that both inputs are biased to ground with a 50 kΩ resistor. The base current of the input transistors is about 250 nA, so the inputs are at about 12.5 mV when left open. If the dc source resistance driving the LM386 is higher than 250 kΩ it will contribute very little additional offset (about 2.5 mV at the input, 50 mV at the output). If the dc source resistance is less than 10 kΩ, then shorting the unused input to ground will keep the offset low (about 2.5 mV at the input, 50 mV at the output). For dc source resistances between these values we can eliminate excess offset by putting a resistor from the unused input to ground, equal in value to the dc source resistance. Of course all offset problems are eliminated if the input is capacitively coupled.

When using the LM386 with higher gains (bypassing the 1.35 kΩ resistor between pins 1 and 8) it is necessary to bypass the unused input, preventing degradation of gain and possible instabilities. This is done with a 0.1 µF capacitor or a short to ground depending on the dc source resistance on the driven input.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

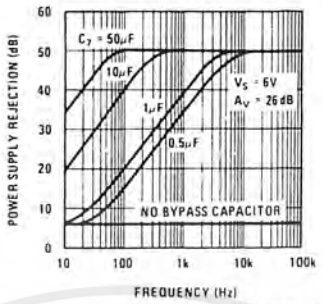
Typical Performance Characteristics

Quiescent Supply Current vs Supply Voltage



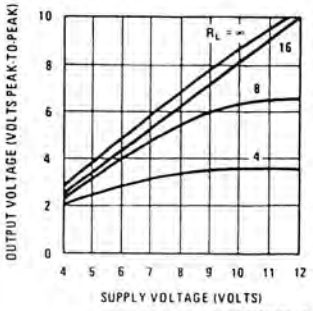
DS006976-5

Power Supply Rejection Ratio (Referred to the Output) vs Frequency



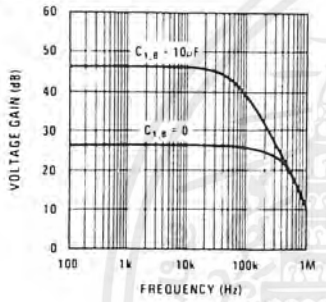
DS006976-12

Peak-to-Peak Output Voltage Swing vs Supply Voltage



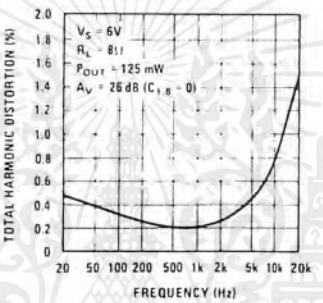
DS006976-13

Voltage Gain vs Frequency



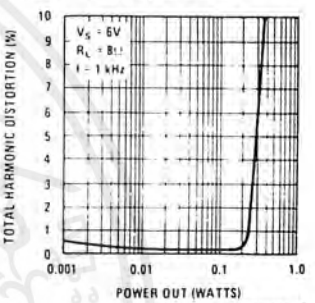
DS006976-14

Distortion vs Frequency



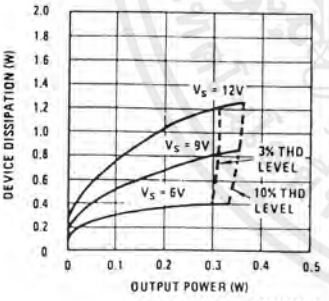
DS006976-15

Distortion vs Output Power



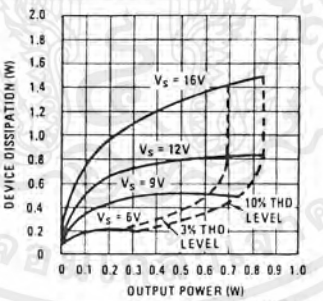
DS006976-16

Device Dissipation vs Output Power—4Ω Load



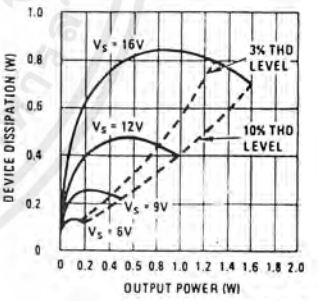
DS006976-17

Device Dissipation vs Output Power—8Ω Load



DS006976-18

Device Dissipation vs Output Power—16Ω Load

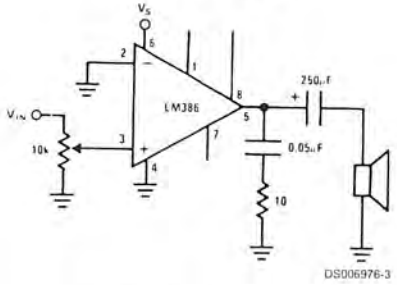


DS006976-19

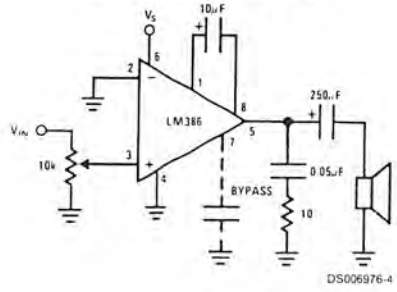
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications

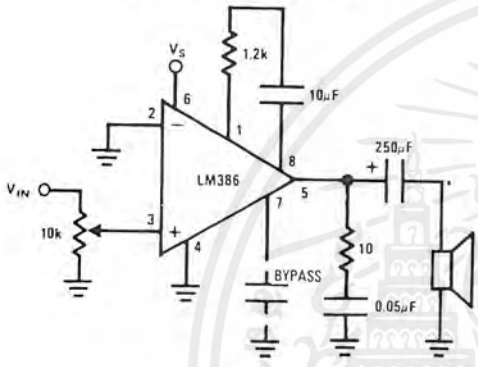
Amplifier with Gain = 20 Minimum Parts



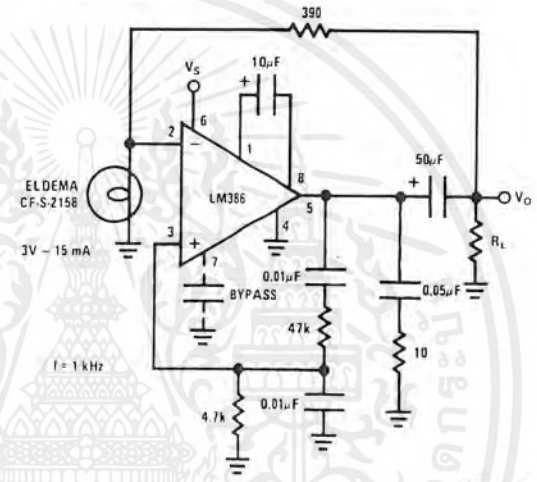
Amplifier with Gain = 200



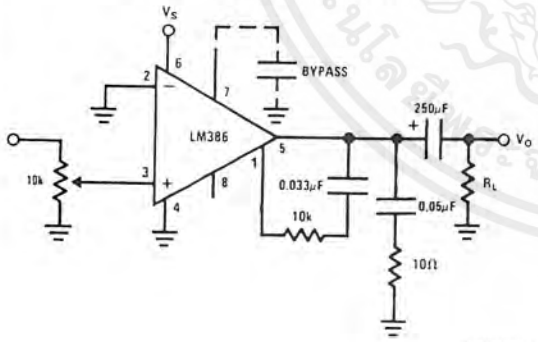
Amplifier with Gain = 50



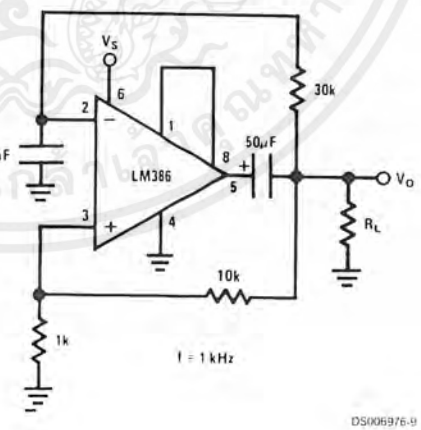
Low Distortion Power Wienbridge Oscillator



Amplifier with Bass Boost



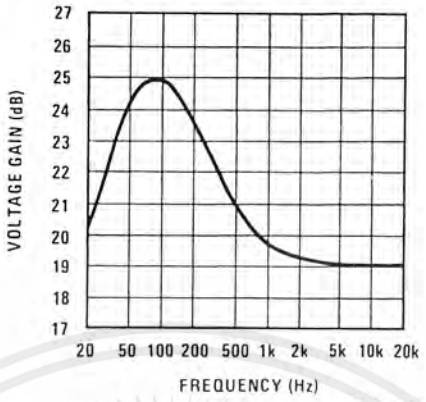
Square Wave Oscillator



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

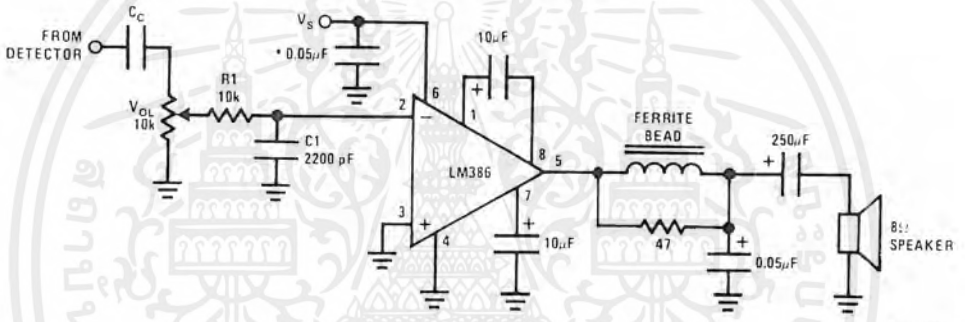
Typical Applications (Continued)

Frequency Response with Bass Boost



DS006976-10

AM Radio Power Amplifier



DS006976-11

Note 4: Twist Supply lead and supply ground very tightly.

Note 5: Twist speaker lead and ground very tightly.

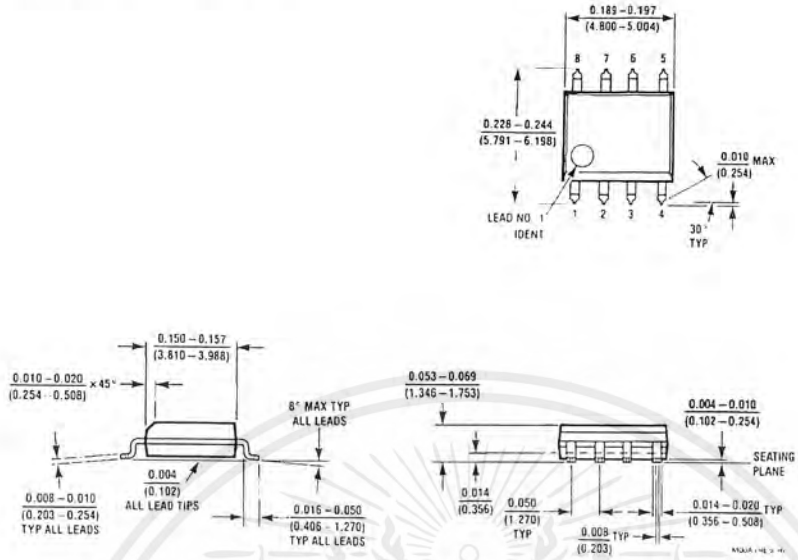
Note 6: Ferrite bead in Ferroxcube K5-001-001/3B with 3 turns of wire.

Note 7: R1C1 band limits input signals.

Note 8: All components must be spaced very closely to IC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

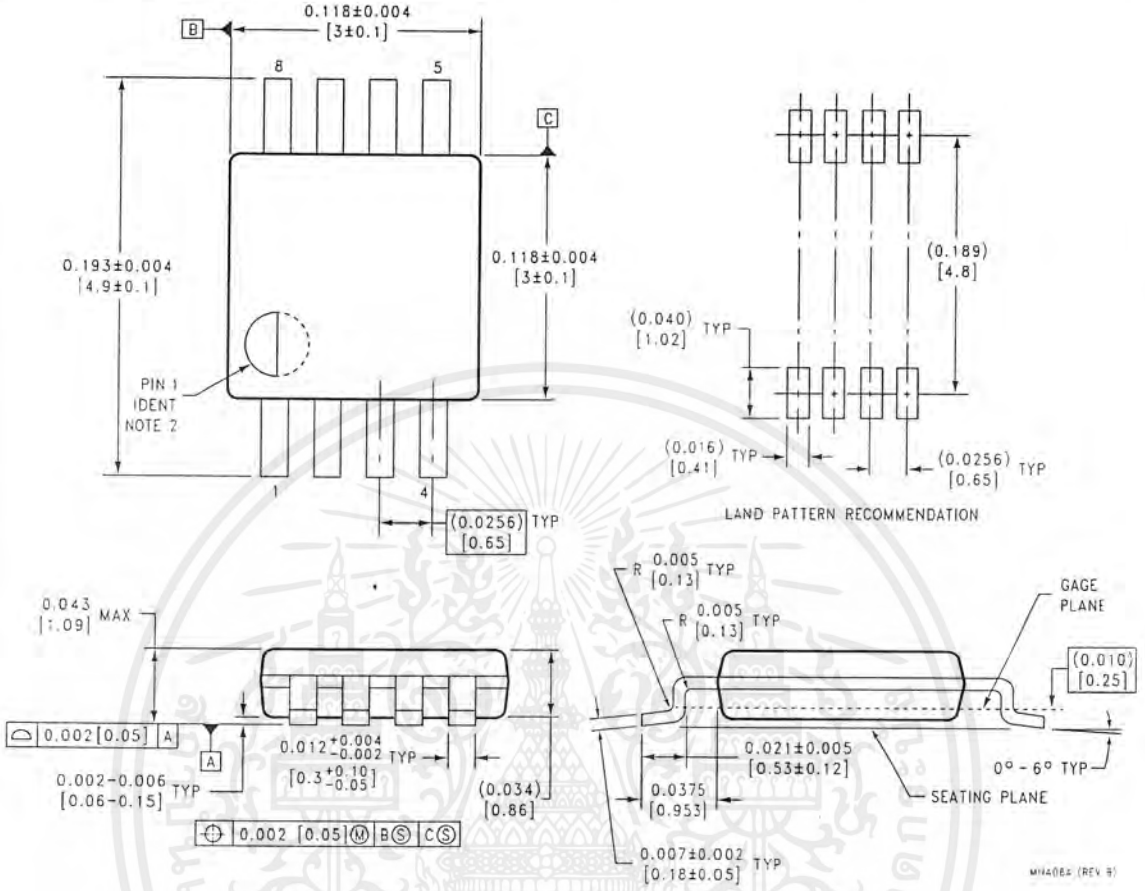
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



SO Package (M)
Order Number LM386M-1
NS Package Number M08A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

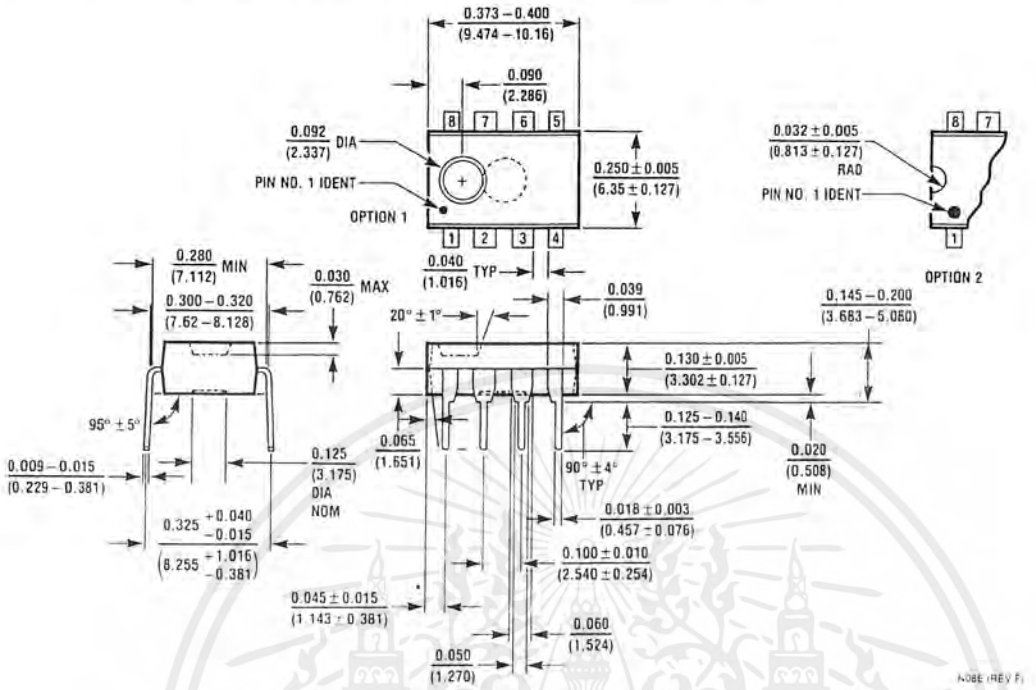
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



8-Lead (0.118" Wide) Molded Mini Small Outline Package
Order Number LM386MM-1
NS Package Number MUA08A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Dual-In-Line Package (N)
Order Number LM386N-1, LM386N-3 or LM386N-4
NS Package Number N08E

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 AND GENERAL COUNSEL 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
Americas
Tel: 1-800-272-9959
Fax: 1-800-737-7018
Email: support@nsc.com
www.national.com

National Semiconductor Europe
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group
Tel: 65-2544466
Fax: 65-2504466
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-3-5639-7560
Fax: 81-3-5639-7507

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