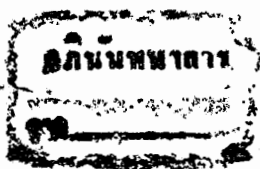




ปีการศึกษา 2531
ชื่อปริญญาโท
ชุดทดลองเปลี่ยนแรงกัน เป็นความดี
และ
เปลี่ยนความดี เป็นแรงกัน
โดย
นายจรูญศักดิ์ ทวยเจริญ
นายชาติ นิชานนท์
นายสิริยศ วัฒนสุนทร
อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ชนิท ตรีสุวรรณวัฒน์



๓

ชุกทคลองเปลี่ยนแรงกันเป็นความดี

และ

เปลี่ยนความดีเป็นแรงกัน

ชื่อนักศึกษา นายจรรยาศักดิ์ ทวยเจริญ
นายชาติวี นิษานนท์
นายสิริยุค วัฒนสุนทร

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ชนิต ทวีสุวรรณวัฒน์
ปีการศึกษา 2531

บทคัดย่อ

ชุกทคลองเปลี่ยนแรงกันเป็นความดี และเปลี่ยนความดีเป็นแรงกัน เป็นโมกุลกรรม
ทคลอง มีประโยชน์ใช้ในการใช้ประกอบการเรียนการสอน ในวิทยาลัยเทคนิคต่างๆ ของกรม
อาชีวศึกษา ซึ่งใช้สอนในรายวิชา อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม และ เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม
หลังจากได้ศึกษาทคลองโมกุลชุกนี้แล้ว สามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน ในโรงงานอุตสาหกรรม
ได้อย่างกว้างขวาง เช่นการควบคุมความรอนของหมอนำ ควบคุมเตาหลอม ฯลฯ

V/F and F/V Converter Module

Student : 1. Mr. Charoonsak Touyjarean

2. Mr. Tatree Nichanene

3. Mr. Siriypek Vattanasuntern

Teacher Advisor Mr. Tanit Treesuvaunavat

Year of Education 2531

FEATURES

Voltage to frequency and frequency to voltage is a experiments module. It is used for the teacher to teach the student in Technical college of Vocational Department. For the teacher can use this module in teaching. The following course; Industrial Electronics, Instrument. After the students study and practical about this module. They can be applied in industrial factory. Control boiler, Control oven .etc.

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	หลักการของ V/F Converter	2
บทที่ 3	หลักการของ F/V Converter	10
บทที่ 4	คุณสมบัติของวงจร V/F, F/V และ Optocoupler	13
บทที่ 5	รายละเอียดการทำงานของไมโคร	15
บทที่ 6	การทดลอง	24
บทที่ 7	บทวิจารณ์และสรุป	43

บทที่ 1

บทนำ

การเปลี่ยนแรงดันเป็นความถี่ ใช้หลักการทำงานง่ายๆ มีวิธีการคือเปลี่ยนสัญญาณ Analog เป็นสัญญาณ Digital นอกเหนือจากการเปลี่ยนสัญญาณ Analog เป็น Digital แล้ว ยังสามารถใช้ในระบบการส่งผ่านข้อมูล และประยุกต์ใช้งานได้อีกมากมาย

การเปลี่ยนแรงดันเป็นความถี่แทบจะไม่ใช้ การเปลี่ยน Analog เป็น Digital เพราะราคาแพง อย่างไรก็ตามปัจจุบันนี้เครื่องมือใหม่ๆ ที่มีหลายหน้าที่ในตัวเดียวกัน ทำให้สามารถช่วยในการประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างยิ่งขึ้น

การเปลี่ยนความถี่เป็นแรงดัน มีการทำงานตรงข้ามกับการเปลี่ยนแรงดันเป็นความถี่ โดยเปลี่ยนรูปคลื่นที่ซ้ำๆกัน ให้เป็นสัญญาณ Analog ออกที่ Output ซึ่งขนาดของ Output จะเป็นสัดส่วนของความถี่ทางเข้า Input

ปฏิยานุพันธ์ที่ท่านผู้อ่านจะคุ้นเคยกับการทำงาน เทคนิคการออกแบบ และลักษณะของการเปลี่ยน V/F และ F/V รวมอยู่ในโมดูลเดียวกัน ตัวเปลี่ยน (Converter) ใช้ OP- Amp และ Analog Switch เพื่อความสะดวกในการทำความเข้าใจหน้าที่ และการทำงานของโมดูล

ส่วนที่หนึ่งของปฏิยานุพันธ์ คืออธิบายหลักการทำงานของ V/F และ F/V Converter ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ ในส่วนที่สองเป็นเนื้อหาที่กล่าวถึง V/F และ F/V Converter ที่อยู่ในโมดูลและมีอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง (Optical Device) ซึ่งสามารถเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างตัวส่งและตัวรับ ตัวอย่างเช่น V/F และ F/V ส่วนที่สามเป็นลำดับขั้นการทดลอง V/F และ F/V Converter ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมได้

หลักการของ V/F Converter

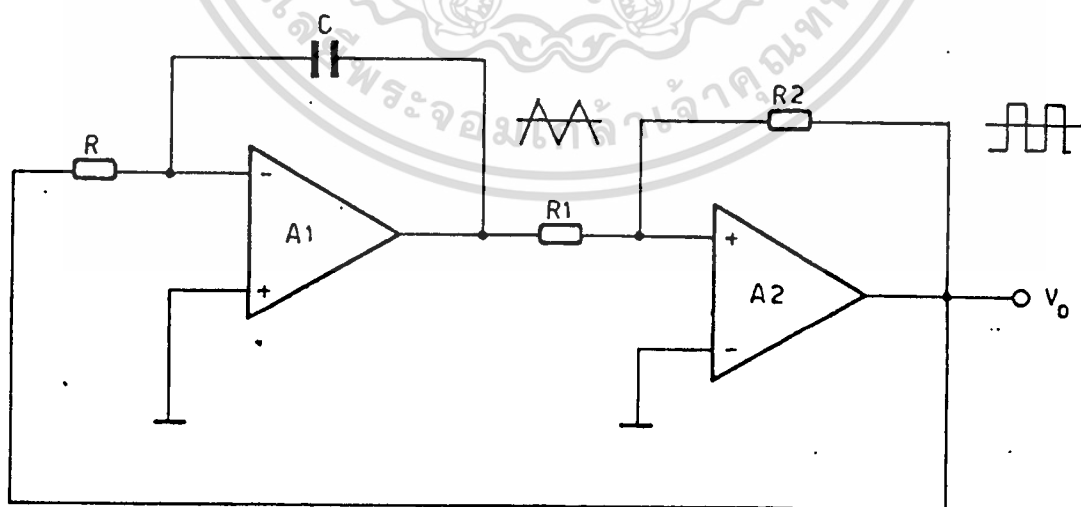
2.1 V/F Converter

ในส่วนของการเปลี่ยนแรงดันเป็นความถี่ หมายความว่า แรงดัน Analog ถูกควบคุมให้เป็นสัดส่วนโดยสัญญาณของความถี่ที่จ่ายเข้ามา สัญญาณ Output อาจจะเป็นรูปคลื่นใดๆก็ได้ เป็นต้นว่า รูปคลื่นสี่เหลี่ยม (Square wave) รูปคลื่นสามเหลี่ยม (Triangular wave) รูปคลื่นไซน์ (Sine wave) หรือรูปคลื่นเป็นช่วงๆ (Pulse train) ถ้าสมมุติว่า Output ถูกใช้ขับวงจรมับ (Counter) ใดๆแล้ว โดยทั่วไป V/F ที่ให้รูปคลื่น Square หรือรูปคลื่นเป็นช่วงๆ (Pulse train) จะให้ผลดีกว่า ในการประยุกต์ใช้งานของ Wave form เหล่านี้ จะต้องถูกออกแบบให้เป็นพิเศษ ในกรณีที่ต้องการย่านความถี่กว้างๆ

ใน Paragraph นี้ได้อธิบายหลักการทำงานของการเปลี่ยนแรงดันเป็นความถี่ บางชนิดเท่านั้น

2.1.1 Square wave form output

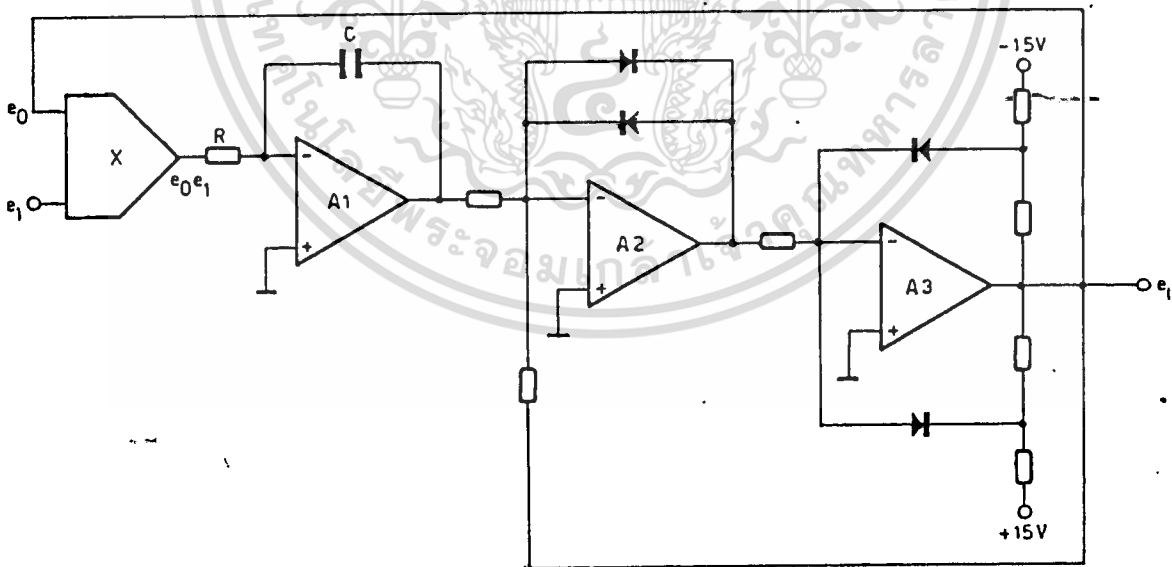
Function Diagram ของอุปกรณ์ ที่เปลี่ยนแรงดันเป็นความถี่ ซึ่งให้ Output เป็น Square wave ที่สมบูรณ์ในตัวเอง ได้แสดงดังรูป 2.1



รูปที่ 2.1

วงจรประกอบด้วย IC OP-Amp (A_1) ทำหน้าที่เป็น Integrator และ IC OP-Amp (A_2) ทำหน้าที่เป็นค้วเปรียบเทียบ (Comparator) ซึ่ง Output ของ OP-Amp (A_2) ถูกป้อนกลับผ่านตัวต้านทาน (R) ไปยัง IC OP-Amp (A_1) Integrator ซึ่ง เป็น Input A_2 จะเปลี่ยนสัญญาณ Output เมื่อสัญญาณไฟตรง (DC Voltage) ที่เข้าขา Non - Inverting เปลี่ยนเป็น 0 โวลต์ ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่าง R_1 กับ R_2 ถ้าเปลี่ยนแรงดันของแหล่งจ่ายทำให้ขนาด (Amplitude) ของแรงดัน Output (V_0) เปลี่ยนไปค้วย (เปลี่ยนแรงดันแหล่งจ่ายในขอบเขตที่จำกัด) แต่ค่าขณะที่เราเปลี่ยนให้สัญญาณ Output ของ A_1 เพิ่มถึงค่าหนึ่งทำให้ OP-Amp A_2 ทำหน้าที่เป็น Switch ได้ ความถี่ที่ได้จาก Output เป็นสัดส่วนกับค่าความเปลี่ยนแปลงของแหล่งจ่าย

อย่างไรก็ตามในวงจร V/F Converter นี้ยังมีขอบเขตจำกัด เราต้องเพิ่มอุปกรณ์บางอย่าง เพื่อให้วงจรทำงานได้ก็ขึ้นดังรูปที่ 2.2

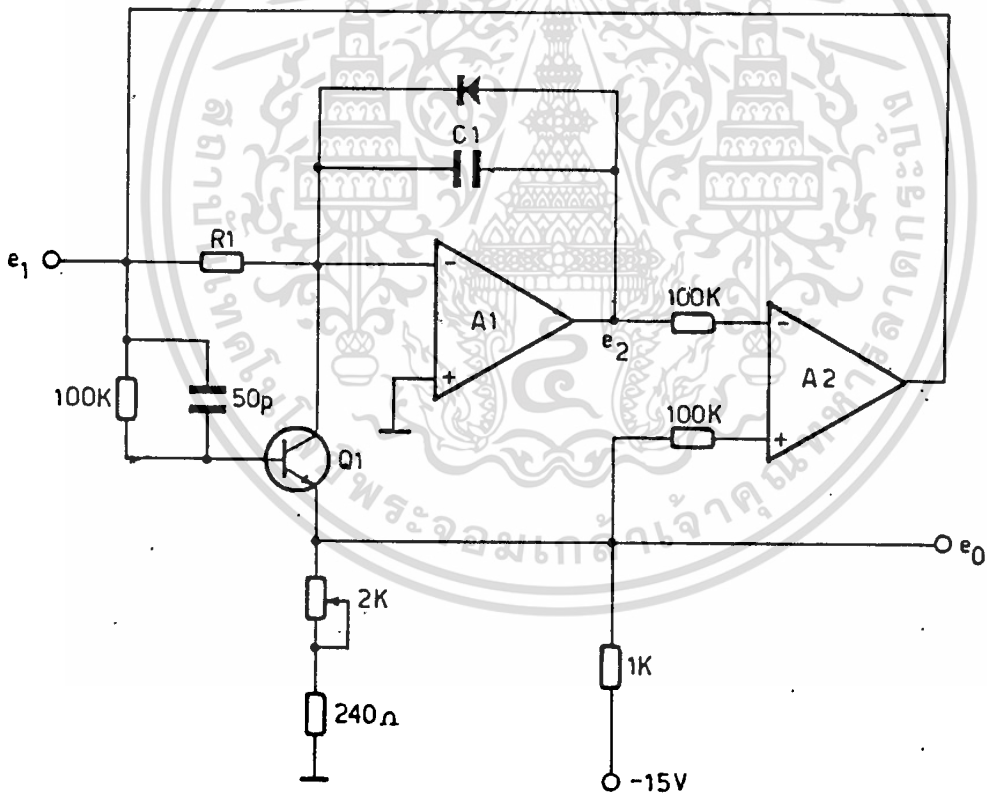


รูปที่ 2.2

จากรูป 2.2 แสดงวงจร V/F Converter ทำงานได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยเปลี่ยนค่า e_1 ซึ่งทำให้ Output ของ A_1 มีค่าเท่ากับสัญญาณป้อนกลับ e_0 จะทำให้ A_2 ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ ขนาดของสัญญาณ Output e_1 ไม่มีผลกับช่วงเวลา แต่จะนำสัญญาณ Input e_1 ไปคูณกับ e_0 ($e_1 \times e_0$) โดยวิธีการเปลี่ยน e_1 นี้จะทำให้สัญญาณความถี่ Output e_0 เปลี่ยนแปลงอย่างเป็นเชิงเส้น (Linearly) Op-Amp A_2 เป็นตัวกำหนดขนาด Output

2.1.2 Pulse train output

วงจร V/f ที่ทำให้สัญญาณขึ้นของการเปลี่ยนสัญญาณ Analog เป็นสัญญาณ pulse แสดงดังรูปที่ 2.3

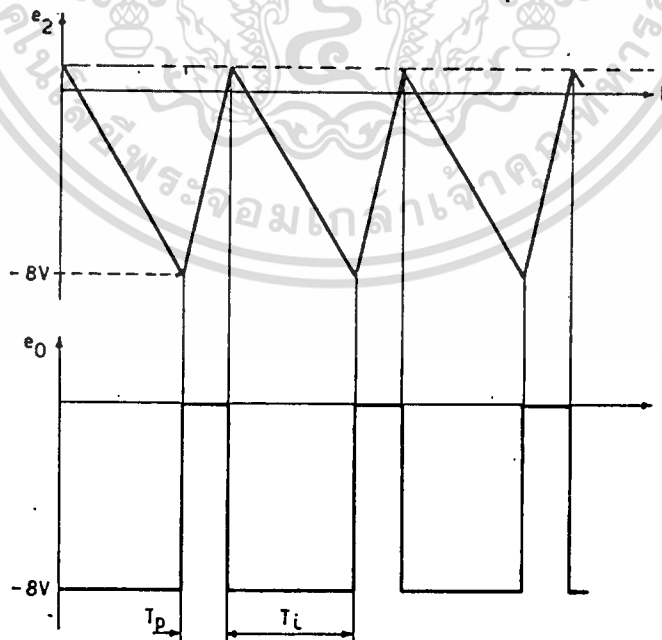


รูปที่ 2.3

วงจรนี้ประกอบด้วย Op-Amp ที่มีลักษณะพิเศษคือมี High Input Impedance และ High Slew rate เพื่อที่จะทำได้เครื่องมือที่มีขีดความสามารถสูงสุด โดยทั่วไปนิยมใช้ Op-Amp JFET ชนิดไบโพลาร์ (Bipolar)

มาทำความเข้าใจกับการทำงานของวงจรเมื่อ Transistor Q_1 ไม่นำกระแส และปรับ Potentiometer ให้มีขนาดของสัญญาณ Output ≈ 8 โวลต์ Output ของ A_2 ก็จะมีค่าเป็นลบ (-) ถ้า e_2 มีค่าเป็นลบ (-) น้อยกว่า -8 โวลต์ ให้หา Collector (C) ของ Q_1 มีค่า 0 (ศูนย์) ให้ Base (B) มีค่า -11 โวลต์ ถึง -12 โวลต์ (จากการป้อนกลับของ A_2) ในสภาวะนี้ Q_1 จะ Cut Off เมื่อ Input เป็นบวก (Positive) ดังนั้นทำให้ Output ของ A_1 เป็นลบ (Negative) มากขึ้นจนกระทั่งถึง -8 โวลต์ เป็นเหตุให้ Output ของ A_2 เป็นบวก (Positive) และที่สภาวะของ Transistor Q_1 ให้ Output (e_o) ประมาณ 0 โวลต์ หรืออาจจะเป็นลบก็ได้ เช่น -0.1 โวลต์

เมื่อ Transistor Q_1 นำกระแส (ON) ทำให้ Input ของ A_2 เป็นบวกอย่างรวดเร็ว มีผลทำให้ Output ของ A_1 เป็น 0 โวลต์ Output ของ A_2 จะเป็นลบทำให้ Q_1 Off และจะเป็นอยู่อย่างนี้ตลอดไป



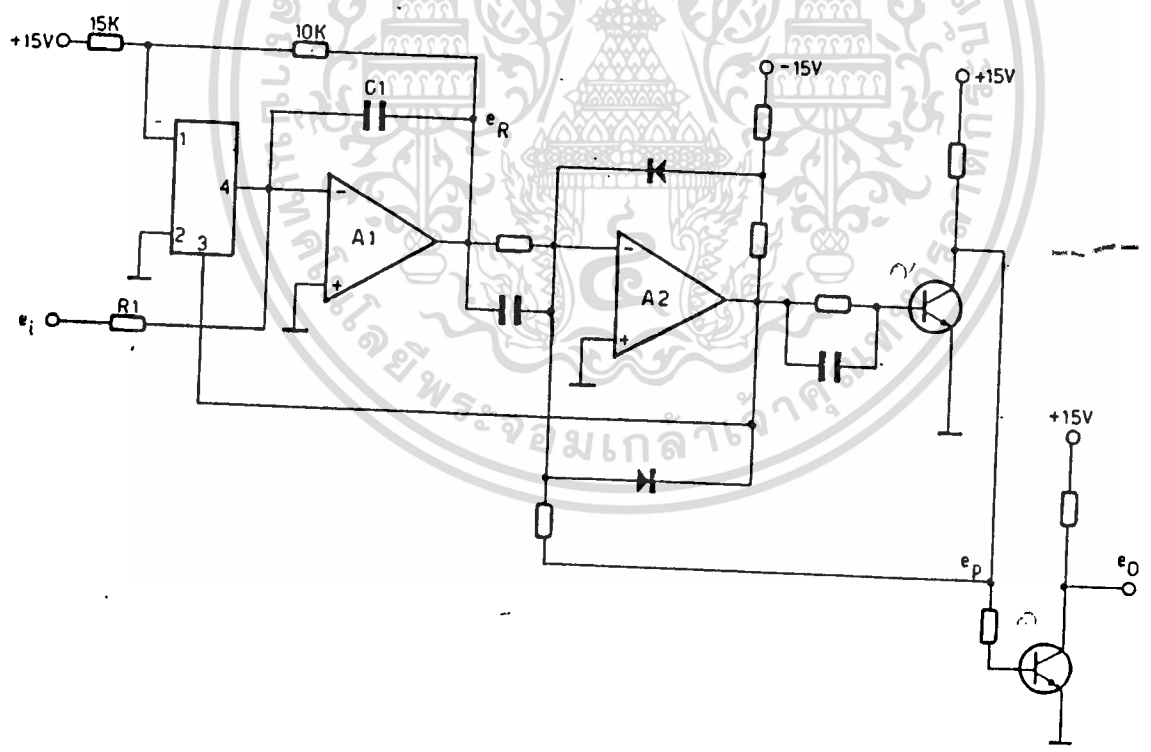
รูปที่ 2.4

6.

ถ้าความถี่ต่างๆการเปลี่ยนแปลงจะเป็นเชิงเส้น ที่ความถี่สูงๆ T_p มีค่าน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับ T_1 การเปลี่ยนแปลงไม่ค่อยจะเป็นเชิงเส้น เมื่อเปลี่ยน voltage e_1 ค่า T_1 ก็จะเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะเมื่อเพิ่ม e_1 ค่า T_1 ก็จะลดลง วงจรนี้มีความไว (Sensitive) สูง ถ้าใช้ Loadต่ำกว่า 100 Ω จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช่วงจรกันชน (buffer) ระหว่าง output กับ Load

2.13 High-performance devices

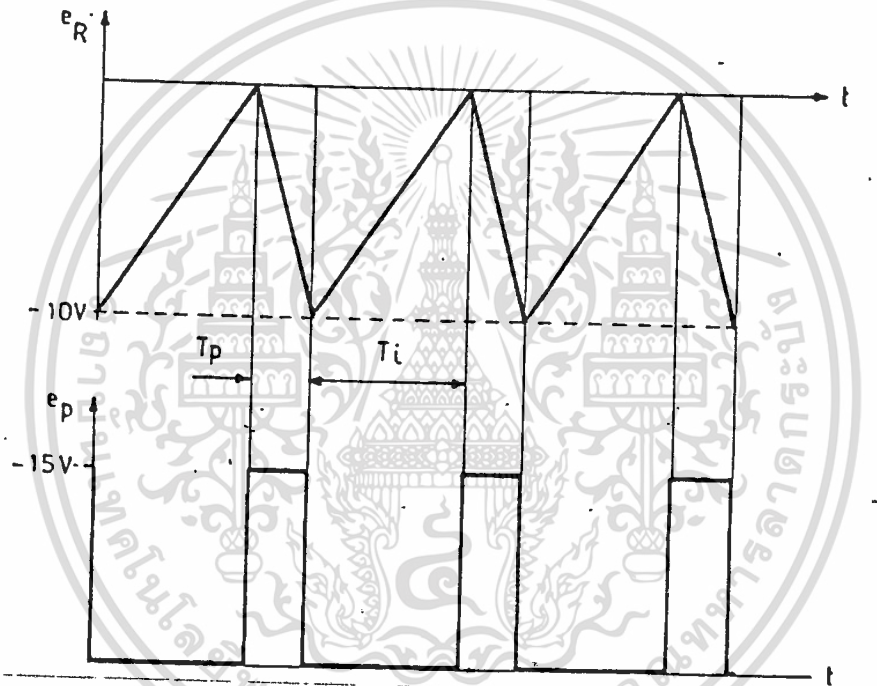
ถ้าจะให้การเปลี่ยนแรงดันเป็นความถี่มีลักษณะเป็นเชิงเส้น และมีย่านความถี่กว้างขึ้น สามารถออกแบบทั้งวงจรรูปที่ 2.5 วงจรนี้สามารถให้ High-Speed Integrator และมีการขยายกระแสด้วย



รูปที่ 2.5

หลักการทํางานของวงจร

A_1 จะถูกควบคุมให้ Cut-off เมื่อ Voltage ที่ขา 3 มีค่าสูง (+ 4 โวลต์) ความไวในการ ON - OFF ของ A_1 สามารถหาค่าได้โดย R_1, C_1 และ e_1 เมื่อ Voltage ที่ขา 3 ค่าประมาณ 0.6 โวลต์ A_1 จะเปลี่ยนอย่างรวดเร็วโดยจะให้ Output -10 โวลต์ A_2 และ e_1 จะทํางานเป็นตัวเปรียบเทียบที่มีความไวสูง e_2 จะทํางานตาม A_2 และ e_1 เพราะเป็น บัพเฟอร์ ชนิดของรูปคลื่นดังแสดงในรูป 2.6

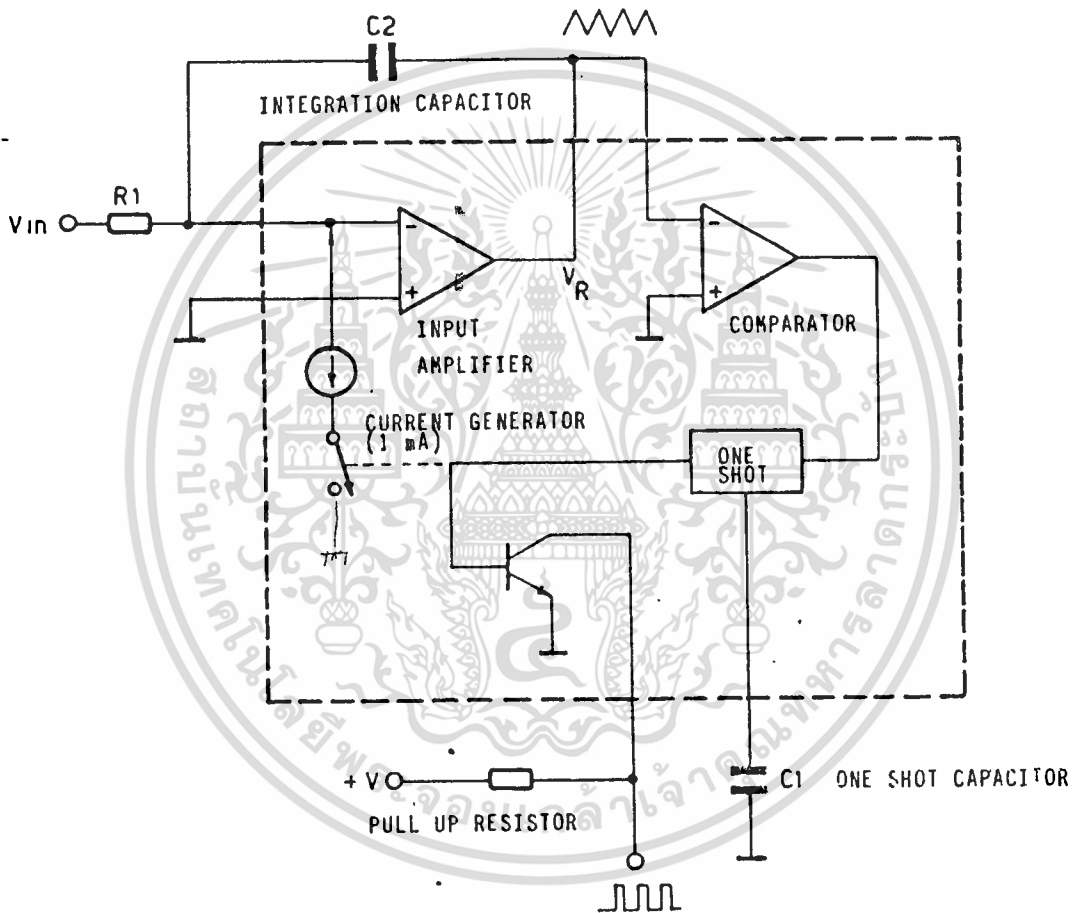


รูปที่ 2.6

ถ้าหากแรงดัน e_1 เปลี่ยน และ T_1 ก็เปลี่ยน คือ ถ้า e_1 มีค่าเพิ่มขึ้น T_1 มีค่าลดลง วงจรนี้สามารถทํางานได้สูงถึง 100 เฮิรตซ์ หรือค่ามากกว่านี้ ขึ้นอยู่กับการออกแบบวงจร มีย่านความถี่อยู่ในช่วง 1 - 1000 เท่า ให้ความเป็นเชิงเส้น (Linearity) 1%

2.1.4 Monolithic device

อุปกรณ์ที่เปลี่ยน V/F แบบ Monolithic ให้ Output ออกมาแบบดิจิทัล เป็นรูปพัลส์ซ้ำๆกัน ความเร็วนั้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับสัญญาณ Input เราสามารถทำความเข้าใจหลักการทำงานของวงจรนี้จากวงจรรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7

ทางค่าน Input ใช้ OP -Amp ที่อยู่ในลักษณะ Integrator เมื่อแรงดันบวกเข้ามาที่ input V_{in} กระแสที่คงที่ จะไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 เป็นเหตุให้สัญญาณ R_{in} ตก ทางค่าน Output V_R ก็ส่งมา



$$\frac{dV_R}{dt} = \frac{V_1}{R_1 C_2}$$

เมื่อ V_R ตก การกำเนิดกระแสที่คงที่ซึ่งเป็นไปไม่ได้ โดยสวิตช์ถูกควบคุม ภัย หน่วย **One Short** มีสัญญาณ RAM เป็นปกติมีค่าถึง 0 (ประมาณเท่ากับ -0.6 โวลต์) ที่เปรียบเทียบกับเปลี่ยนสถานะ Output เป็นเหตุให้อุปกรณ์ **One Short** ทำงาน กระแสจะถูกดึงออกมาโดยการปิดสวิตช์ และทำให้ตัวกำเนิดกระแสมีค่าคงที่ เพราะฉะนั้นการเปลี่ยนแปลงของ RAM (RAM Slope) โดยตรง และแรงดันที่ตกคร่อม R (V_R) เริ่มเพิ่มขึ้น เหตุการณ์เกิดขึ้นเพราะว่า กระแสมีค่าเท่ากับ V_{in} ถูกเลือกให้มีค่าต่ำกว่า 1 มิลลิแอมป์ แรงดันของ RAM หาได้จาก

$$\frac{dV_R}{dt} = \frac{\frac{V_{in}}{R_1} - 1 \text{ mA}}{C_2}$$

เมื่ออุปกรณ์ **One Short** ทำงาน ความถี่ Output (f_{out}) เปลี่ยนแปลงโดยสถานะทางโลจิก (Logic) ของมัน เกิดจากระดับค่าไปยังระดับสูง ก่อนที่แรงดันตกคร่อม R (V_R) จะมีตัว อุปกรณ์ทางก้าน **One Short** รีเซต (Reset) และตัวกำเนิดหยุดกึ่งกระแส สถานะทางโลจิก ของสัญญาณ Output (f_{out}) จะมีค่าต่ำ และเป็นอย่างนี้ตลอดไปอย่างต่อเนื่อง อินทิเกรชันคาปาซิเตอร์ (Integration Capacitor) C_2 เป็นตัวที่ทำให้สัญญาณ RAM มีช่วงเวลาขาขึ้นและขาลง (rise and fall) ค่าสัมประสิทธิ์ของอนุกรมจะไม่มีผลต่อสัญญาณความถี่ Output ถึงแม้ว่าในกรณีที่มีการสูญเสียทางกระแสต่ำกว่า V_{in} คาปาซิเตอร์ C_1 จะควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ **One short** ใ้กันอย่างแม่นยำโดยมันยอมให้สัมประสิทธิ์ของอนุกรมรวมกับค่าผิดพลาด ในทรานเฟอร์ฟังก์ชัน (Transfer function)

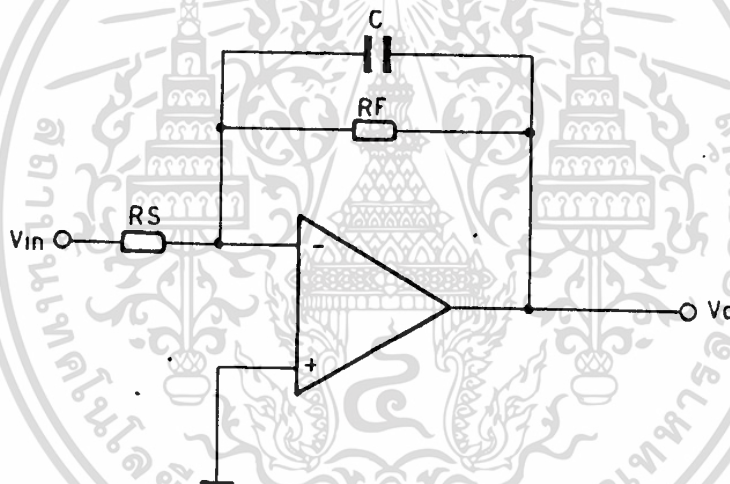
023235

บทที่ 3

หลักการของ F/V Converter3.1 F/V Converter

เครื่องเปลี่ยนความถี่เป็นแรงดัน เป็นที่ต้องการเสมอในการแก้ปัญหาทางเครื่องมือนอกอุตสาหกรรม (Speed indicator, Radio activity Survey)

เมื่อความถี่ Input ประกอบด้วย Pulses ที่ต่อเนื่องกันมาซึ่งมีขอบเขตจำกัด และโดยเฉพาะประกอบด้วย Area ในเวลานี้ ตัวเปลี่ยนความถี่เป็นแรงดันที่เป็นพื้นฐานคือ การกรองความถี่ต่ำ (Low pass Filter) ดังแสดงในรูป 3.1

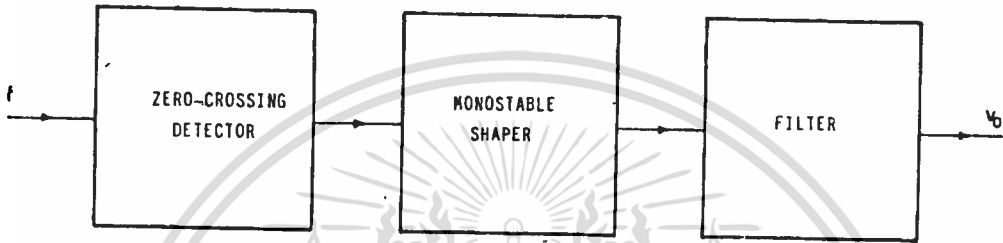


รูปที่ 3.1

RC Filter จะถูกเลือกมาใช้ เมื่อพิจารณาว่า ถ้า C มีความจุน้อยมันจะเป็นสาเหตุให้ค่า Ripple ของสัญญาณ Output เพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันถ้า C มีความจุมากจะทำให้ค่า Ripple ของสัญญาณน้อยลงและการทำงานของอุปกรณ์ในวงจรช้าลง

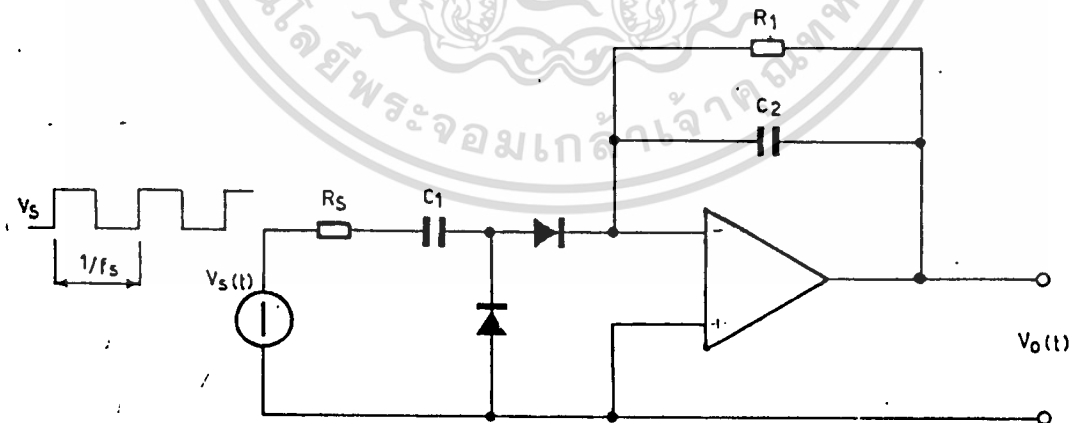
ก่อนหน้านี้ได้อธิบายการเปลี่ยนความถี่เป็นแรงดัน โดยมีสัญญาณ Input แบบต่อเนื่อง และขนาด (Amplitude) คงที่ เช่น สัญญาณรูปไซน์ (Sine Wave) หรือสัญญาณรูปแฉก (Square Wave) เป็นต้น แต่การเปลี่ยนความถี่เป็นแรงดันนั้น ยังสามารถทำงานได้ถึงแม้สัญญาณ Input จะไม่เป็นเชิงเส้น (Non linear) เช่น สัญญาณ Input ถูกผสมทางขนาด (Amplitude modulation) อย่างเหมาะสม วิธีการก็คือ เอาสัญญาณ Input

ผ่านวงจร Zero Crossing Detector ส่งต่อให้วงจร Monostable Shaper และส่ง
ให้วงจร Low pass filter ตามรูปที่ 3.2



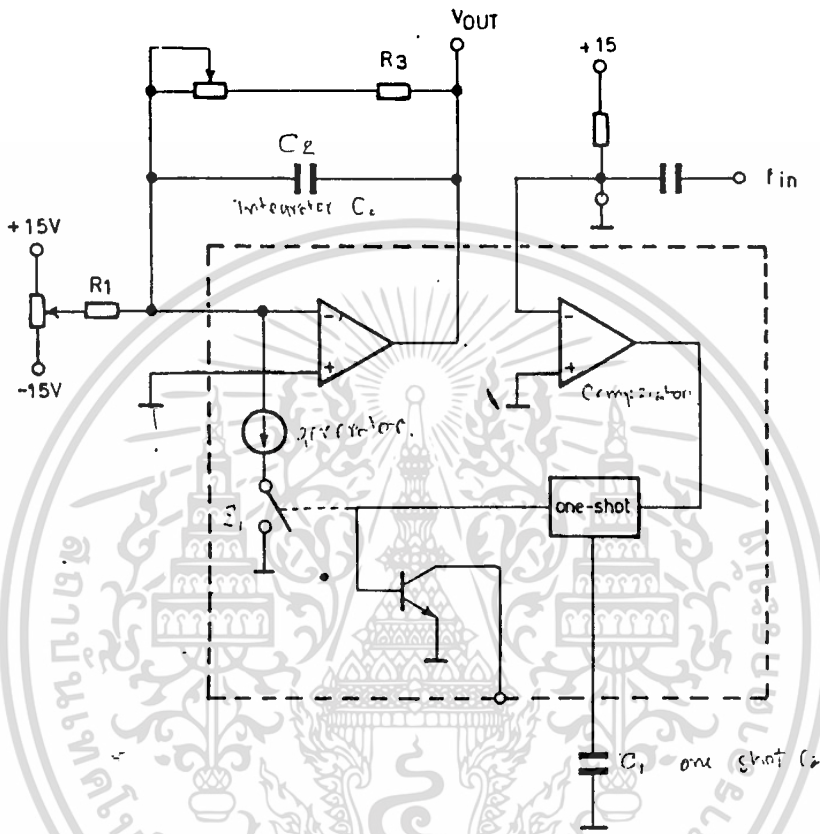
รูปที่ 3.2

วงจรที่ใช้กันมากในการเปลี่ยนความถี่เป็นแรงดัน (F/V Converter) มักจะ
ใช้ไดโอด (Diode) สองตัวเป็นทวิขั้วซึ่งมีวงจรดังรูป 3.3



รูปที่ 3.3

อุปกรณ์เปลี่ยนแรงดันเป็นความถี่แบบ **Monolithic** ซึ่งอธิบายก่อนหน้านี้ สามารถนำมาต่อใช้งานให้เปลี่ยนความถี่เป็นแรงดันได้ ดังแสดงในรูป 3.4



รูปที่ 3.4

ทุกครั้งที่แรงดันทางเข้า **Input** เกิดการเปลี่ยนแปลง ที่ **Input** ของวงจรเปรียบเทียบ คือเปลี่ยนจากศูนย์ไปเป็นลบ (**Negative**) จะทำให้อุปกรณ์ **One Short** ทำงาน การทำงานของอุปกรณ์ **One Short** นี้จะไปควบคุมการทำงานของสวิทช์ ซึ่งทำให้สามารถจ่ายกระแสลงที่ และเวลาในการทำงานของสวิทช์ จะถูกควบคุมโดย C_1 ปริมาณของประจุภายใน **Integration Capacitor** ระหว่างช่วงเวลาทำงานของตัวกำเนิดกระแสที่คงที่ จะขึ้นอยู่กับความถี่ที่เพิ่มขึ้น แรงดันที่คร่อม **Integrator Capacitor** จะคงที่ เมื่อกระแสที่สูญเสียใน R_1 และ R_2 เท่ากับกระแสที่จ่ายโดยแหล่งจ่าย จากเหตุผลดังกล่าวนี้ จะทำให้แรงดัน **Output** จะเป็นสัดส่วนกับความถี่ที่เข้าทาง **Input**

บทที่ 4

คุณสมบัติของวงจรร

4.1 ลักษณะของวงจรมีคุณสมบัติเป็นความถี่

1. จะให้สัญญาณเอาต์พุต (Output Wave Form) เป็น Square wave หรือรูปคลื่นเป็นช่วงๆ (Pulse Train) เราจะเลือกใช้อย่างไหนก็ได้แต่ควรจะให้เหมาะกับเอาต์พุตที่เป็น ทิจิตอล (TTL, CMOS)

2. สามารถเชื่อมต่อกับวงจรทางทิจิตอล (TTL, CMOS)

3. ให้ความเป็นเชิงเส้น (Linear) ตลอดย่านการวัด

4. ย่านความถี่กว้าง

5. การตอบสนองต่อสัญญาณ Pulse ได้ดี

6. การปรับค่ามีพลากบนสเกล ค่ามีพลากที่ติดขึ้นบนสเกลมักขึ้นอยู่กับค่าแรงกั้นที่จ่าย และอุณหภูมิ

7. ในกรณีที่เกิดย่านวัดไปแต่เข็มชี้ Full Scale ค่าที่ได้นี้ไม่ใช่ค่าความถี่ที่ถูกต้อง

8. ย่านของสัญญาณอินพุต เป็นสัญญาณ Analog สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้กว้างทั้งช่วงบวกและช่วงลบ

9. Parameter ของอัตราย้ายทางค่านอินพุตประกอบด้วย กระแสไบอัสอินพุต (Input biasing current) ความต้านทานอินพุต (Input Resistance) แรงกั้นออฟเซ็ททางอินพุต (Input offset voltage)

10. ใช้แหล่งจ่ายแรงกั้นแบบเดี่ยว (Single) หรือแบบคู่ (Dual) ก็ได้

11. คุณสมบัติที่ข้อสิ่งแวดล้อม สามารถทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิปกติ $0^{\circ} - 40^{\circ}$

12. ทางค่านอินพุตสามารถรับกระแสก็ได้

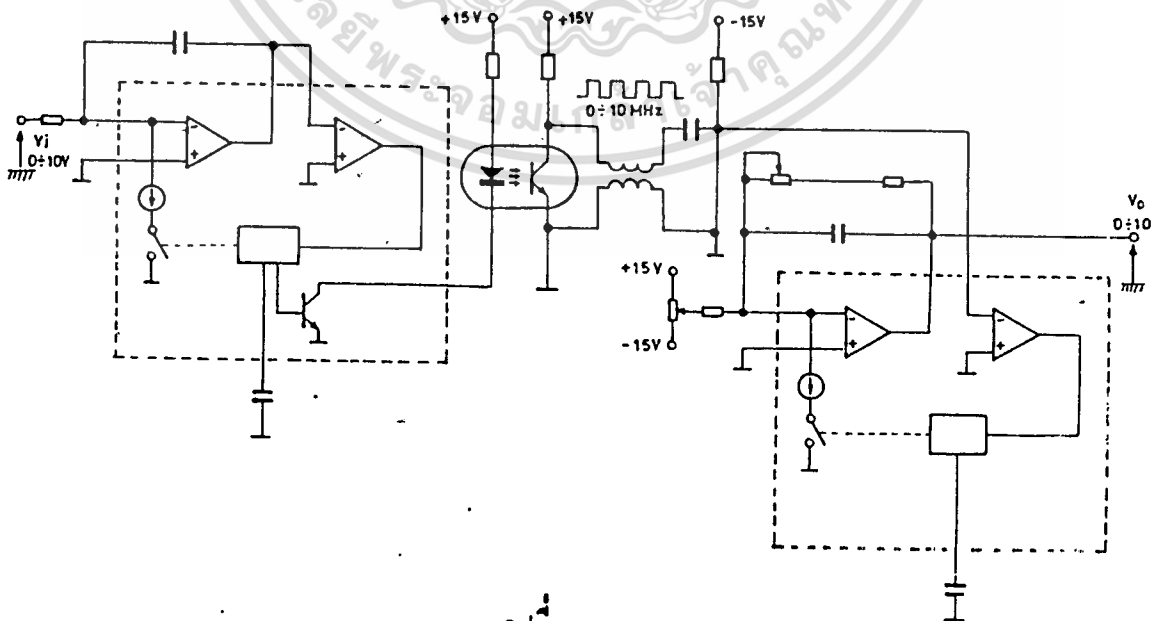
4.2 ลักษณะของวงจรเปลี่ยนความถี่เป็นแรงดัน

ลักษณะของวงจรเปลี่ยนความถี่เป็นแรงดันนั้น มีความคล้ายคลึงกับวงจรเปลี่ยนแรง
 ถี่เป็นความถี่ ทั้งที่กล่าวมาแล้ว แต่ที่มีความสำคัญนอกเหนือไปก็คือ

1. แรงดันกระเพื่อมทางค่านเอาต์พุต (Output ripple) ขึ้นอยู่กับความถี่ทางค่านอินพุต ว่าความถี่ทางค่านอินพุตมีความแน่นอนเพียงใด
2. ค่า Threshold ขึ้นอยู่กับค่าอินพุต และรูปร่างของรูปคลื่นที่เกิดขึ้นตามมา
3. Hysteresis ไม่ตอบสนองต่อเสียง ถึงแม้สัญญาณเสียงนั้นจะเกาะมากับรูปคลื่นทางอินพุตก็ตามหรือถ้าจะเปลี่ยนแปลงก็เปลี่ยนแปลงน้อยมาก
4. การตอบสนองทาง Dynamic (Dynamic response) มีความสำคัญในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์

4.3 การส่งผ่านสัญญาณ Analog โดยระบบแสง

การเปลี่ยนแรงดันเป็นความถี่และความถี่เป็นแรงดัน ส่วนใหญ่ใช้ส่งผ่านสัญญาณ Analog ไปไกลๆ และมีสัญญาณรบกวน ถ้าการส่งผ่านในกรณีนี้ จำเป็นต้องมีอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Coupling devices) จากรูป 4.1 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อด้วยระบบแสงเพื่อส่งสัญญาณ Analog ไปยังเอาต์พุต อุปกรณ์ Monolithic นี้สามารถใช้ทั้งในวงจรเปลี่ยนความถี่เป็นแรงดัน และเปลี่ยนแรงดันเป็นความถี่ และยังสามารใช้ได้เป็นตัวส่งสัญญาณ หรือตัวรับสัญญาณก็ได้



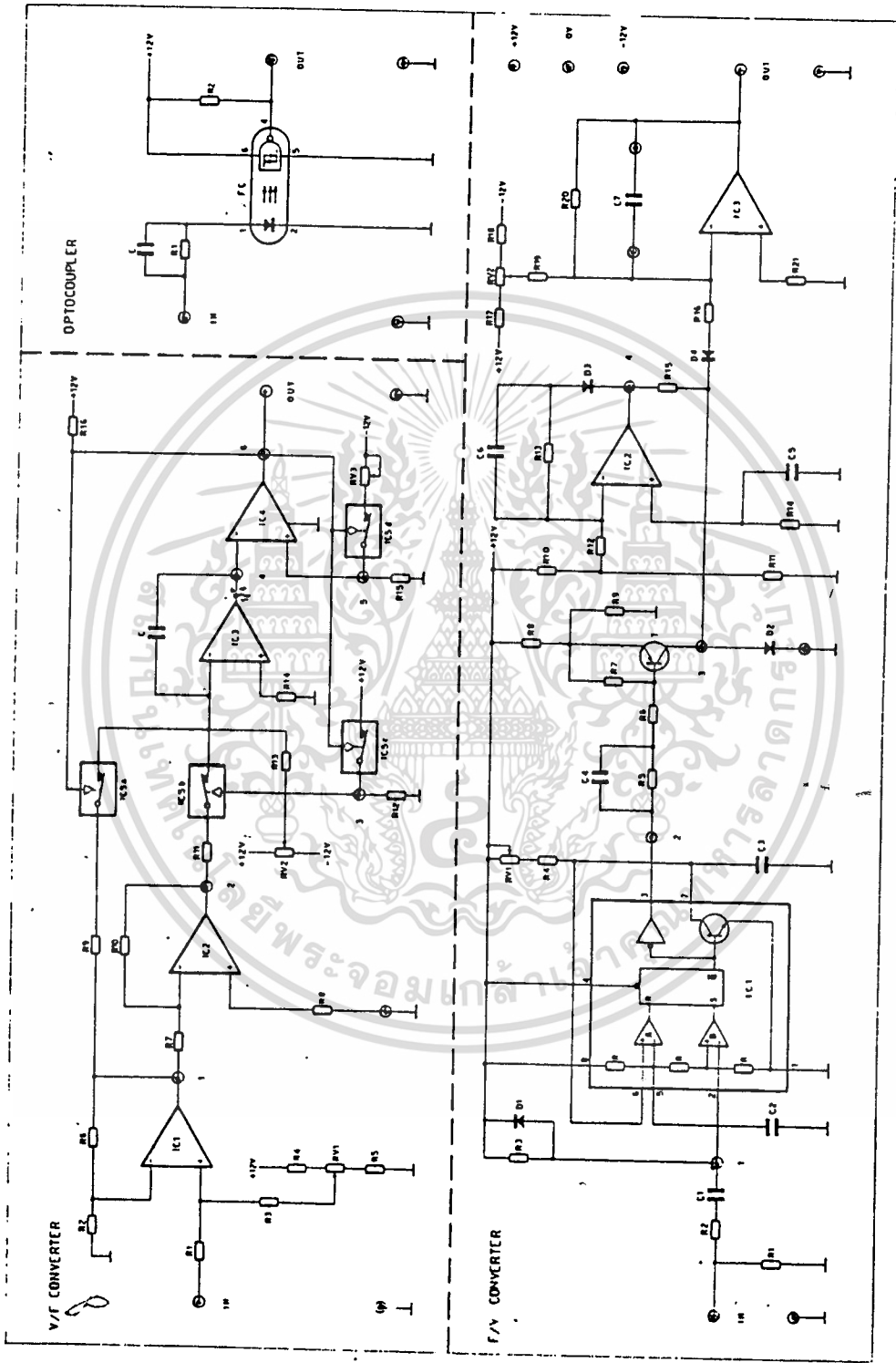
รูปที่ 4.1

บทที่ 5

รายละเอียด การทำงานของโมดูล

โมดูลนี้ใช้สำหรับการศึกษาของระบบเปลี่ยนแรงกันเป็นความถี่ (V/F) และเปลี่ยนความถี่เป็นแรงกัน (F/V) โมดูลชุดนี้ประกอบด้วย OP-Amp และ Analog Switch และมีจุดทดสอบหลายๆจุด วงจรการเปลี่ยนแรงกันเป็นความถี่ และความถี่เป็นแรงกัน ใ้ประกอบลงบนโมดูล ดังแสดงในรูป ๑.1

การเชื่อมต่อสัญญาณ Analog เชื่อมต่อโดยใช้ระบบแสง (Optocoupler) โมดูลนี้ใช้ในการศึกษาทดลอง ในการส่งสัญญาณ Analog คือส่วนหนึ่งเป็นตัวส่ง และอีกส่วนหนึ่งเป็นตัวรับได้ ในส่วนต่อไปนี้จะอธิบายเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง โมดูลชุดนี้ใช้แหล่งจ่าย ± 12 โวลต์จากภายนอก

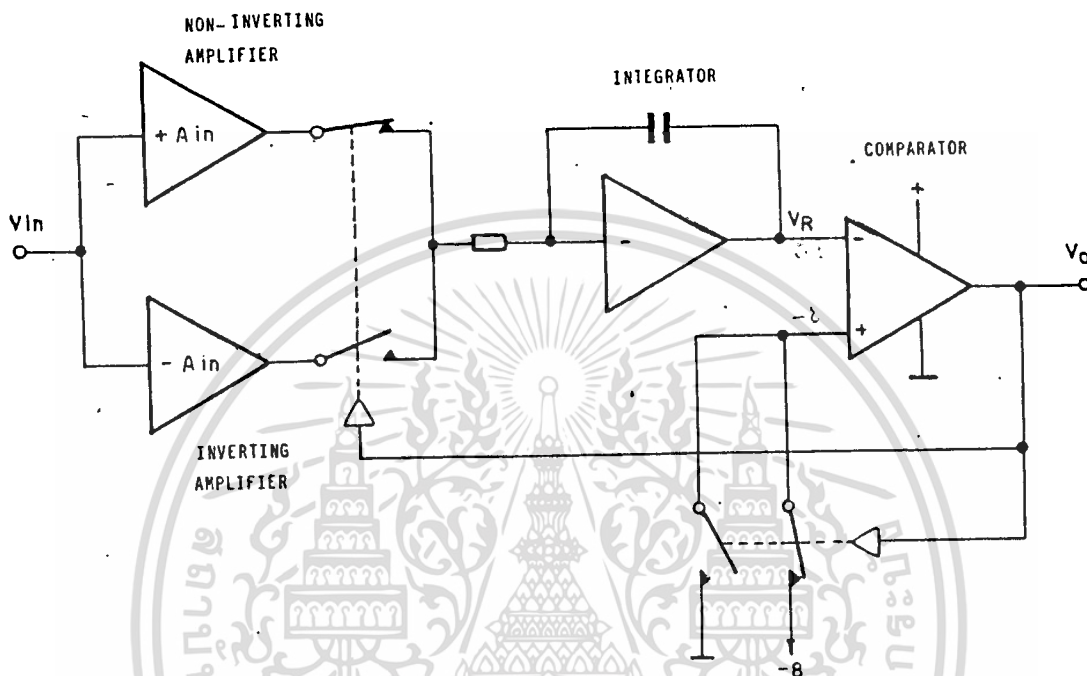


รูปที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 การเปลี่ยนแรงดันเป็นความถี่

วงจรดังรูป 5.2 เป็นส่วนของ V/F Converter ในโมดูลนั่นเอง



รูปที่ 5.2

ถ้าเอาต์พุตของตัวเปรียบเทียบมีค่าเท่ากับ 0 โวลต์ สถานะของ Analog

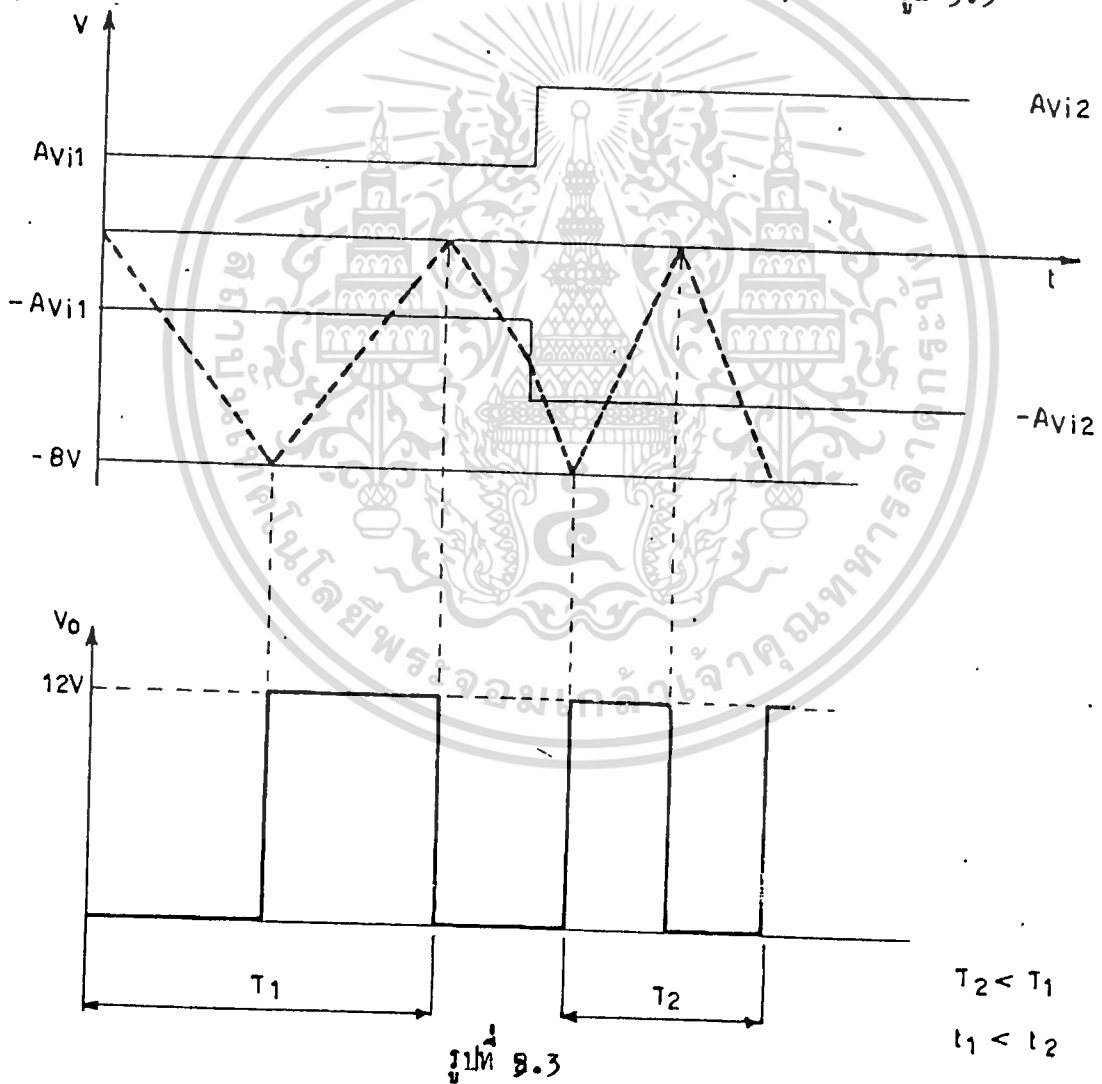
Switch แสดงดังรูป 5.2 แรงดันอินพุต (V_{in}) ที่ Non-inverting Amplifier ถูกจ่ายไปที่ Inverting Integrator มีแรงดัน -8 โวลต์ มาที่ Non-inverting input ของตัวเปรียบเทียบ ตัวเปรียบเทียบจะเปลี่ยนสถานะทางก้านเอาต์พุต เมื่อ Inverting Input มีค่าลบมากกว่า -8 โวลต์

สมมุติว่าสัญญาณเอาต์พุตของ Integrator มีค่าเป็นลบมากๆ จนกระทั่งมีค่าต่ำกว่า -8 โวลต์ ที่สถานะนี้ ตัวเปรียบเทียบเปลี่ยนสถานะทางก้านเอาต์พุตให้มีค่าสูงสุด (Saturation ประมาณ 12 โวลต์) เพราะเหตุนี้ Analog Switch จึงเปลี่ยนสถานะอย่าง ต่อเนื่องตามสัญญาณอินพุต (V_{in}) ซึ่งการขยายและกลับเฟส ขณะที่เกิดค่าใหม่ของตัวเปรียบเทียบ มีค่า Threshold เป็น 0 โวลต์ แรงดันเอาต์พุตของ Integrator เพิ่มขึ้น (Positive RAM) จากค่าลบไปเป็น 0 และเมื่อสัญญาณ RAM สูงกว่า 0 ตัวเปรียบเทียบเปลี่ยนสถานะ

ของเอาต์พุตไปเป็น 0 ดังนั้นการทำงานครบ 1 รอบ และให้สัญญาณ Square Wave ออกมา ความเร็วในการเพิ่มขึ้นของสัญญาณ RAM หาได้โดย

$$\frac{V_{in} \times A_{in}}{RC}$$

ช่วงเวลาระหว่างสวิทช์ 2 ตัวของตัวเปรียบเทียบ เป็นฟังก์ชันของความเร็ว ในการเพิ่มขึ้นของสัญญาณ RAM ความถี่ของสัญญาณเอาต์พุต (V_o) เป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงดันอินพุต รูปแบบของสัญญาณซึ่งสามารถพบในตัวเปลี่ยน (Converter) แสดงดังรูป 5.3



จากรูปที่ 5.1 การเปลี่ยนแรงดันเป็นความถี่ (V/F Converter) เปลี่ยนได้
 อย่างไร IC OP-Amp UA741 (IC_1 และ IC_2) มีขา Non -Inverting และ
 Inverting Amplifier การขยายก็คือมีตัวต้านทาน R_3 ต่อร่วมกับตัวต้านทานปรับค่าได้
 RV_1 เพื่อใช้ในการตั้งค่าความถี่ต่ำสุดของ Converter ขณะที่ไม่มีแรงดันอินพุต (0 โวลต์)
 IC_3 เป็นวงจร Integrator ซึ่งวงจรนี้จะทำงานโดยให้สัญญาณ RAM โดยมีสัญญาณอินพุต
 ผ่าน R_9C หรือ R_{11C} ตัวต้านทาน RV_2 ทำหน้าที่ปรับ Off set ของสัญญาณ 2 สัญญาณ
 (+ และ -) ให้เท่ากัน เพื่อจะได้รูป Square Wave ที่สมมาตรเพื่อป้อนให้อินพุตของตัว
 Integrator ไขว้เปรียบเทียบ IC_4 ทำหน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณที่ได้จากเอาต์พุตของตัว
 Integrator ที่มีค่า Voltage เป็น 0 (Rise RAMP) หรือมีค่าเป็นลบ (Fall RAMP)
 ตัวต้านทานปรับค่าได้ RV_3 ทำหน้าที่ปรับค่าความถี่ทางค่านเอาต์พุตให้มีค่ามากหรือน้อย เมื่อ
 ทำความเข้าใจเกี่ยวกับการตั้งค่าความถี่ต่ำสุดและความถี่สูงสุดแล้ว เราก็สามารถที่จะปรับเทียบ
 (Calibrate) ความถี่ได้

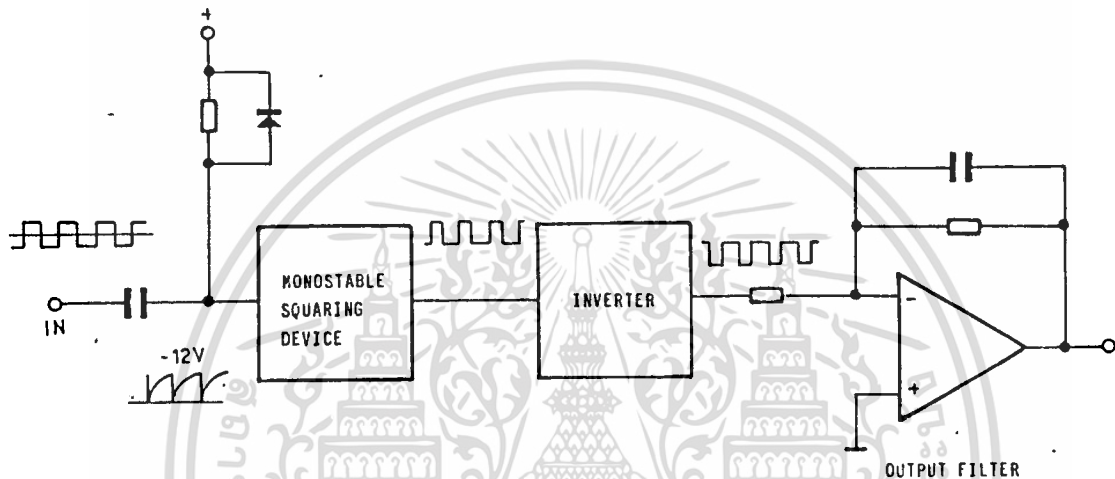
Analog Switch IC_5 ทำงานดังนี้ เมื่อเอาต์พุตของตัวเปรียบเทียบ IC_4
 มีค่าเป็น 0 สวิตช์ A,C,D จะถูกปิด สวิตช์ IC_{5b} เปิดออก (Open) ทำให้ IC_3 ใ้รับสัญญาณ
 อินพุต V_{in} ที่ขา Inverting Input ตัวเปรียบเทียบ IC_4 ยังคงได้รับสัญญาณไหลบมาจาก
 R_{15} และ RV_3

เมื่อแรงดันที่เอาต์พุตของ IC_4 มีค่าเท่ากับ หรือใกล้เคียง 12 โวลต์ สวิตช์
 IC_5 a,c,d ถูกเปิดออก ทำให้แรงดันที่จุด 3 มีค่าเป็น 0 โวลต์ และสวิตช์ IC_{5b} ปิด
 สัญญาณอินพุตจะถูกขยายและกลับเฟส ก่อนที่จะส่งไปยังอินพุตของ IC_3 (integrator)

ค่าของอุปกรณ์ถูกเลือกใช้ให้ให้ความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ หรืออินพุต 0 โวลต์ และถ้า
 อินพุต 8 โวลต์ ให้ความถี่ที่เอาต์พุต 9 กิโลเฮิรตซ์

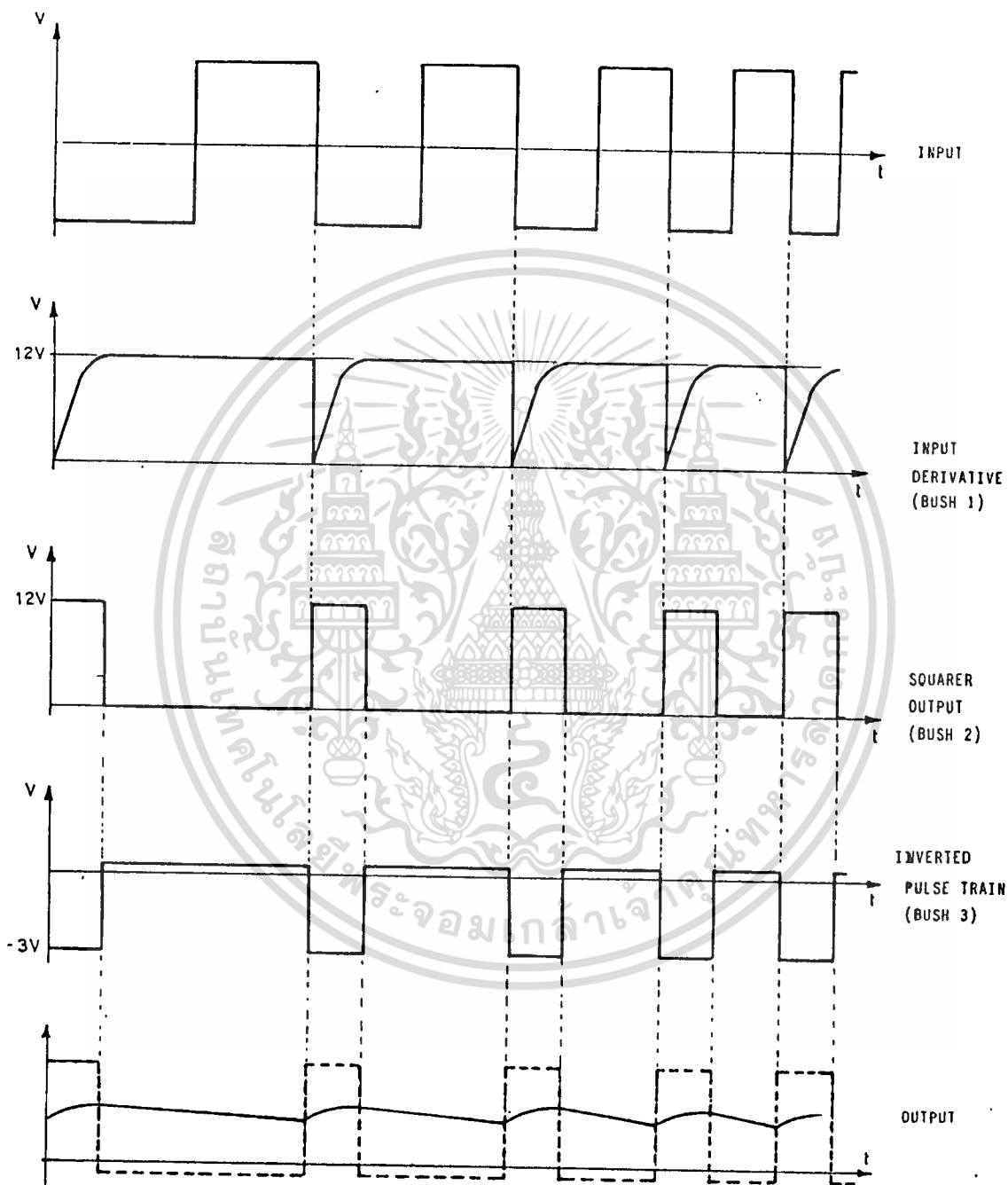
5.2 การเปลี่ยนความถี่เป็นแรงดัน (F/V Converter)

การทำงานของวงจร เปลี่ยนความถี่เป็นแรงดันในโมดูลการทดลอง แสดงเป็นบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4

สัญญาณความถี่ถูกป้อนเข้าที่อินพุต ผ่านตัว คาปาซิเตอร์ เข้าวงจร **Monostable** ซึ่งวง รันั้นจะทำงานขบขาลงของพัลส์ วงจร **Monostable** จะให้สัญญาณเป็นสัญญาณเอาต์พุตรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งมีความยาวของพัลส์คงที่เท่ากับอินพุต ซึ่งความถี่ที่ไค้น จะมีค่าเท่ากับความถี่อินพุต หลังจากนั้นสัญญาณนี้จะถูกทำใหกลับเฟสโดยวงจร **Inverter** และส่งไปยังวงจร **Low pass filter** เอาต์พุตของวงจร **Low pass filter** จะมีค่าเป็นแรงดัน มีขนาดเป็นสัดส่วนกับความถี่ของอินพุต



รูปที่ 5.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.5 แสดงรูปร่างของสัญญาณ ในวงจรตามจุดต่างๆ ของรูป 5.1 จะเห็นว่าที่ขอมขาลงของสัญญาณอินพุต ทำให้เอาต์พุตของ C_1 มีค่าเป็น 0 โวลต์ และค่าที่เป็น 0 โวลต์นี้ จะไปควบคุมวงจร Monostable multivibrator ซึ่งอยู่ภายใน IC_1 (SN555) ทุกครั้งที่ขอมขาลง และเป็นลบของสัญญาณ อินพุต จะทำให้วงจร Monostable multivibrator ทำงานให้เอาต์พุตออกมา (ที่จุด 2 ในโมดูล) ความกว้างของรูปพัลส์ที่ได้ขึ้นอยู่กับตัวต้านทาน R_{V_1}, R_4 และ V_3 ถ้าไม่มีขอมขาลงที่เป็นลบของสัญญาณอินพุต เอาต์พุตของวงจร Monostable (ที่จุด 2) จะมีค่าเป็น 0 และ Transistor (T) ทำงานให้แรงดันตกคร่อมไดโอด(Diode) (ที่จุด 3) มีค่า 0.6 โวลต์ OP-Amp IC_2 ให้ไบอัสที่ 4-6 โวลต์ ถ้ามีขอมขาลง เป็นลบของสัญญาณอินพุต ที่จุด 2 จะกลายเป็นบวก และ Transistor (T) ไม่ทำงาน (Cut off) ทำให้แรงดันที่จุด 3 ขึ้นอยู่กับตัวต้านทาน R_{15}, R_{16} สัญญาณที่จุด 3 (รูป 5.5 จุดที่ 3) ถูกทำให้เรียบ และกลับเฟส ก่อนที่จะป้อนให้ IC_3 ความกว้างของสัญญาณพัลส์ ที่ออกมาจากวงจร Monostable สามารถปรับได้ โดย R_{V_1} อย่างไรก็ตามความกว้างของพัลส์ที่ปรับได้นี้จะต้องสั้นกว่าความยาวของความถี่อินพุตที่มีความถี่สูง

แรงดันเอาต์พุตที่มีความถี่สูงสามารถปรับได้โดย R_{V_3} ค่าความถี่สูงสุดจะท้องให้เอาต์พุตสูงสุดคือ 1 กิโลเฮิรตซ์ ให้เอาต์พุต 0 โวลต์ และที่ความถี่ 9 กิโลเฮิรตซ์ให้เอาต์พุต 8 โวลต์

5.3 OPTOCOUPLER

Optocoupler ในโมดูลนี้ ใช้ส่งย่านสัญญาณ Analog จากตัวส่งสัญญาณไปยังตัวรับ โดยแยกจากกันทางไฟฟ้า ในโมดูลการทดลองนี้ เอาท์พุท V/F Converter สามารถต่อเข้ากับอินพุท IN ของ Optocoupler และขณะที่ F/V Converter สามารถต่อเข้ากับเอาท์พุท OUT ของ Optocoupler Optocoupler เป็น Schmitt trigger ชนิดหนึ่งโดยจะให้เอาท์พุทเป็น Square Wave ด้วยความเร็วสูงและเรียบเหมาะสมกับย่านความถี่ที่ใช้ในวงจร V/F และ F/V Converter



บทที่ 6

การทดลอง

จุดประสงค์การทดลองต่อไปนี้ ช่วยให้นักศึกษา เข้าใจการทำงาน และคุณสมบัติของ
ตัวเปลี่ยนแรงดันเป็นความถี่ (V/F) และ ตัวเปลี่ยนความถี่เป็นแรงดัน (F/V) ที่ขึ้น

เครื่องมืออุปกรณ์การทดลอง

- Digital Voltmeter $3\frac{1}{2}$ digits
- แหล่งจ่ายไฟตรง 12 โวลต์.
- Function generator
- Frequency meter
- Dual trace oscilloscope
- แหล่งจ่ายไฟตรงปรับค่าได้ 0 ถึง 8 โวลต์

6.1 การปรับ V/F Converter

จุดประสงค์การทดลอง การปรับ V/F Converter

- จ่ายอินพุต 0 โวลต์ สัญญาณ เอาท์พุท ที่ถูกต้องจะให้ความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์
- จ่ายอินพุต 8 โวลต์ สัญญาณเอาท์พุท ที่ได้มีความถี่ 9 กิโลเฮิรตซ์

เครื่องมือที่ใช้

- Digital Voltmeter $3\frac{1}{2}$ digits
- Dual trace oscilloscope
- Frequency meter

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

- ท่อแหล่งจ่ายไฟตรง ± 12 โวลต์, 0 โวลต์ เข้าที่โมดูลทดลอง แต่ปิดสวิทช์ไว้ก่อน (OFF)
- ท่อแหล่งจ่ายไฟตรงปรับค่าได้ 0 - 8 โวลต์ เข้าที่อินพุต IN
- ท่อ Digital Voltmeter เข้าที่อินพุต IN
- ท่อ Chanel A และ B ของ ออสซิลโลสโคป เข้าที่จุดที่ 4 และ ที่เอาท์พุท

(จุดที่ 6) ทามลำดับ

- ท่อ Frequency Meter เข้าที่เอาท์พุท OUT
- ตรวจสอบเรื่องการต่อเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆถูกต้องแล้วเปิดสวิตซ์ของแหล่ง

จ่ายไฟตรง ± 12 โวลต์, 0 โวลต์

- จ่ายอินพุทที่ IN = 0 โวลต์
- ปรับ Trimmer RV_1 จนกระทั่งอ่านค่าที่ Frequency meter ได้

1 กิโลเฮิรตซ์

- ปรับ Trimmer RV_2 จนกระทั่ง Channel A ของออสซิลโลสโคป ซึ่ง
ท่อที่ดู 4 วัตได้ Triangular wave form

- จ่ายอินพุท ที่ IN = 8 โวลต์
- ปรับ Trimmer RV_3 จนกระทั่งอ่านค่าที่ Frequency meter ได้ 9

กิโลเฮิรตซ์

- ปรับซ้ำอีกที่ RV_1 , RV_2 และ RV_3 จนกระทั่งค่าความถี่ได้ตามต้องการ

(1 กิโลเฮิรตซ์ ถึง 9 กิโลเฮิรตซ์)

- ตรวจสอบที่ Channel B ของ ออสซิลโลสโคป วัตเอาท์พุทได้เป็นรูป
คลื่นสี่เหลี่ยม (Square wave)

6.2 กรรพหุคูณสมบัติระหว่างแรงดัน กับความถี่ ของ V/F Converter

จุดประสงค์ของการทดลอง

ศึกษากรรพหุคูณสมบัติ ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดันอินพุต และความถี่เอาต์พุต ของ V/F Converter

เครื่องมือที่ใช้

- Digital Voltmeter $3\frac{1}{2}$ digits
- Frequency meter

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

- ปรับ V/F Converter เหมือนกับการทดลอง 6.1
- เช็คว่าอินพุต IN ต่อกับแหล่งจ่ายไฟปรับค่าได้ระหว่าง 0 และ +8 โวลต์
- เช็คว่า Digital Voltmeter ท่อเข้ากับอินพุต IN
- เช็คว่า Frequency meter ต่อกับเอาต์พุต OUT

ข้อมูลที่แสดงผล

ปรับแรงดันอินพุตเริ่มตั้งแต่ 0 โวลต์ เพิ่มขึ้นครั้งละ 500 มิลลิโวลต์ จนกระทั่งปรับได้ 8 โวลต์ บันทึกค่าความถี่เอาต์พุต ในตารางที่ 6.1 ตาราง 6.1

N	V_{in} [V]	f_{out} [Hz]
1		
2		
3		
⋮		
⋮		
⋮		
⋮		

นำผลที่ได้จากการทดลอง ในตาราง 6.1 มา Plot กราฟคุณสมบัติของ V/F Converter โดยให้แรงดันอินพุต อยู่บนแกน X และ ความถี่เอาต์พุตอยู่บนแกน Y ดังรูป 6.2



รูปที่ 6.2

6.3 Linearity of V/F Converter

จุดประสงค์การทดลอง เพื่อหา ความเป็นเชิงเส้น ของการเปลี่ยนแรงดันเป็น ความถี่ (V/F Converter)

เครื่องมือที่ใช้

- Digital Volt. meter $3\frac{1}{2}$ digits

- Frequency meter

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

- ปรับวง จรเปลี่ยนแรงดันเป็นความถี่ เหมือนการทดลอง 6.1
- เช็คว่าอินพุต IN ท่อกับแหล่งจ่ายไฟปรับค่าได้ ระหว่าง 0 และ 8 โวลต์
- เช็คว่า Digital Voltmeter ท่อกับอินพุต IN
- เช็คว่า Frequency Meter ท่อกับเอาต์พุต OUT

ข้อมูลที่แสดงผล

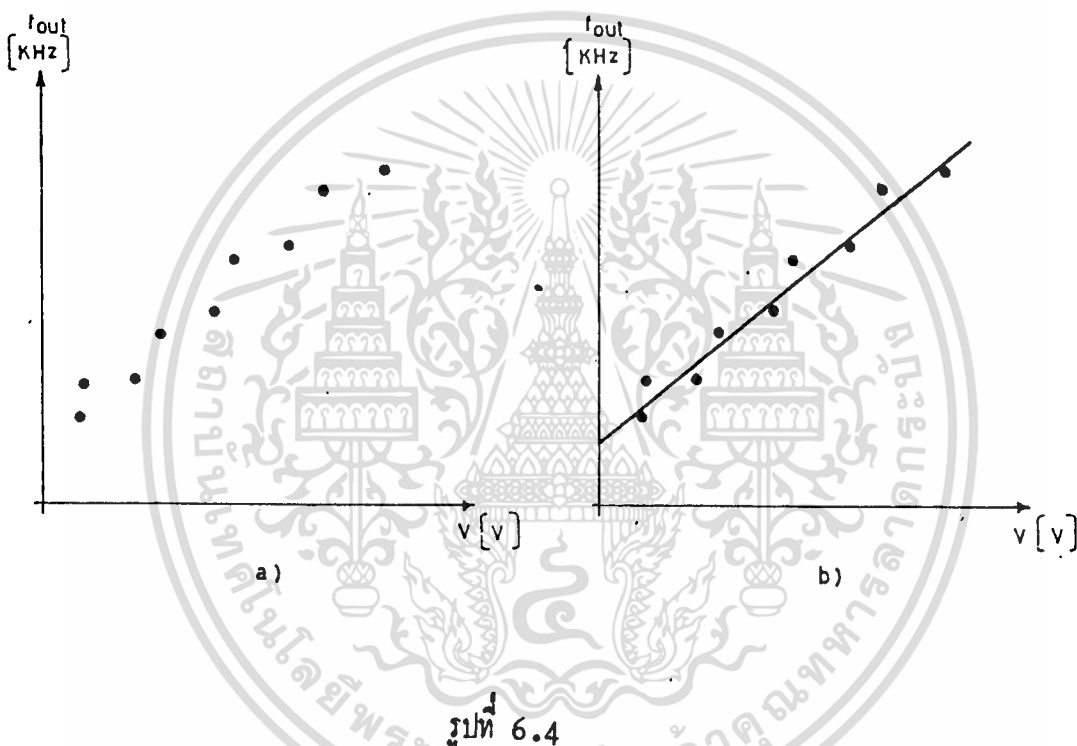
ปรับแรงดันอินพุตเริ่มตั้งแต่ 0 โวลต์ เพิ่มขึ้นครั้งละ 500 มิลลิโวลต์ จนกระทั่งปรับได้ +8 โวลต์ บันทึกค่าความถี่เอาต์พุตที่ไ้ลงในตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3

N	V _{in} [V]	f _{out} [Hz]
1		
2		
3		
⋮		
⋮		
⋮		
⋮		

รูปที่ 6.3

จากการทดลองที่ได้ในตารางที่ 6.3 นำมา Plot กราฟ โดยให้แรงดันอินพุต อยู่บนแกน X และค่าความถี่เอาต์พุต อยู่บนแกน Y มีลักษณะคล้ายกับรูป 6.4 a เมื่อกำหนดจุดต่างๆบนกราฟแล้ว จึงลากเส้นตรงให้มีค่าใกล้เคียงกับจุดเหล่านั้นดังรูป 6.4 b



หลังจากนั้นลากเส้นตรงอีกสองเส้น ขนานกับเส้นที่ได้ในครั้งแรก และมีระยะห่างเท่ากันและให้รวมจุดต่างๆในกราฟไว้ทั้งหมด ต่อจากนั้นให้ลากเส้นตรงขนานกับแกน X อีกสองเส้น ไปตัดกับแกน Y จะได้ค่าความถี่สองค่า คือ f_1 และ f_2 ดังรูปที่ 6.5

สามารถหาค่าความเป็นเชิงเส้นได้จากสูตร

$$\pm \frac{1}{2} \frac{f_1 - f_2}{\text{F.S.O.}} = \text{linearity}$$

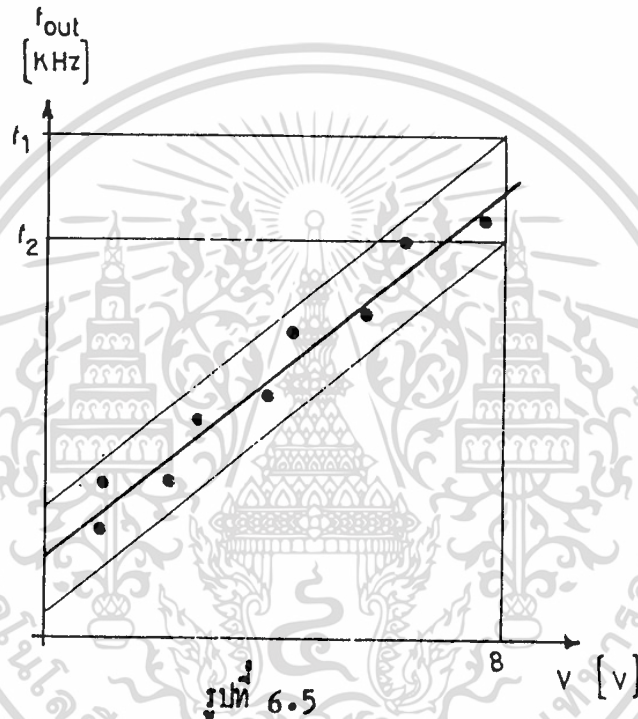
เมื่อ f_1 = ความถี่เหนือเส้น

f_2 = ความถี่ใต้เส้น

F.S.O. = Full Scale Output

= 8 กิโลเฮิรตซ์

โดยทั่วไปแล้ว ค่าความเป็นเชิงเส้นจะคิดเป็น เปอร์เซ็นต์



6.4 การปรับ F/V Converter

จุดประสงค์การทดลอง การปรับ F/V Converter เมื่อจ่ายสัญญาณ อินพุต ความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ เอาท์พุทที่ถูกคอง เท่ากับ 0 โวลต์ ขณะเดียวกันเมื่อสัญญาณ อินพุตความถี่ 9 กิโลเฮิรตซ์ เอาท์พุทที่ได้ เท่ากับ 8 โวลต์

เครื่องมือที่ใช้

- Digital Voltmeter $3 \frac{1}{2}$ digits
- Dual trace Oscilloscope
- Function generator

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

- คอยจ่ายไฟตรง ± 12 โวลต์ และ 0 โวลต์ เข้าที่โมดูลการทดลอง แต่ปิดสวิทช์ไว้ออน (OFF)
 - คอย Function Generator (Square Wave) เข้าที่ อินพุต IN
 - คอย Digital Voltmeter เข้าที่ เอาท์พุท OUT
 - คอย Channel A และ B ของ Oscilloscope เข้าที่จุก 2 และเอาท์พุท OUT
- ตามลำดับ
- ตรวจสอบเรื่องการต่อเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ให้ถูกต้อง แล้วเปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟ ± 12 โวลต์ และ 0 โวลต์
 - ส่งสัญญาณความถี่ 1 กิโลเฮิรตซ์ ที่ อินพุต IN
 - ปรับ RV_2 จนกระทั่ง เอาท์อ่านค่าได้ 0 โวลต์
 - ส่งสัญญาณความถี่ 9 กิโลเฮิรตซ์ ที่อินพุต IN
 - ปรับ RV_1 จนกระทั่ง เอาท์พุทอ่านค่าได้ + 8 โวลต์
 - ปรับซ้ำอีกที่ RV_1 และ RV_2 จนกระทั่งค่าเอาท์พุทได้ตามต้องการ (0-8 V.)
 - เช็คว่า Oscilloscope ว่าที่ 9 กิโลเฮิรตซ์ ความยาวของพัลส์ที่จุก 2 สั้นกว่าคาบเวลาของสัญญาณอินพุต
 - เช็ควิวเป็ด (Ripple) ของสัญญาณเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5 กราฟคุณลักษณะสมบัติระหว่าง ความถี่กับแรงดัน ของวงจรเปลี่ยนความถี่เป็นแรงดัน

จุดประสงค์การทดลอง เพื่อศึกษาคุณสมบัติของการเปลี่ยนแปลง ระหว่างแรงดันอินพุต กับ ความถี่เอาต์พุตของวงจร เปลี่ยนความถี่เป็นแรงดัน

เครื่องมือที่ใช้

- Digital Voltmeter $\geq \frac{1}{2}$ digits
- Function Generator
- Frequency meter

ลำดับขั้นการทดลอง

- ปรับชุดทดลอง F/V Converter เหมือนการทดลอง 6.4
- ตรวจสอบว่า Function Generator ท่อกับอินพุต IN หรือไม่
- ตรวจสอบว่า Frequency meter ท่อกับอินพุต INหรือไม่
- ตรวจสอบว่า Digital Voltmeter ท่อกับเอาต์พุตOUTหรือไม่

ข้อมูลแสดงผล

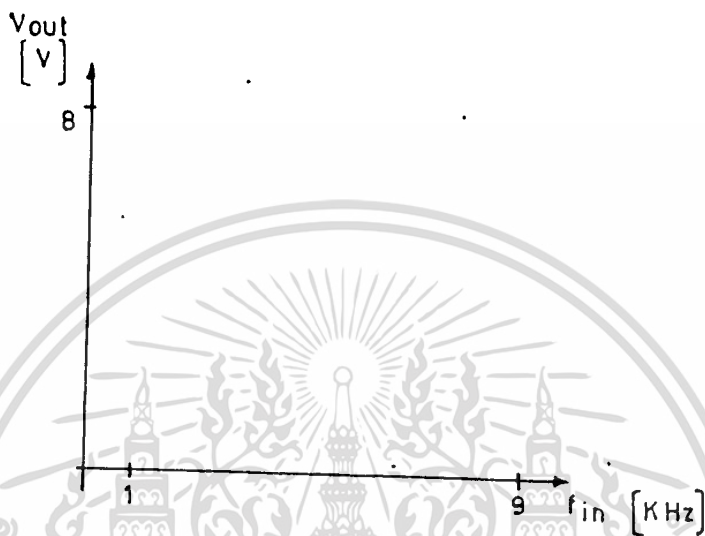
ปรับความถี่สัญญาณอินพุตเริ่มจาก 1 กิโลเฮิรตซ์ เพิ่มขึ้นครั้งละ 500 เฮิรตซ์ บันทึกค่าแรงดันเอาต์พุตลงในตารางที่ 6.6

ตารางที่ 6.6

N	f_{in} [Hz]	V_{out} [V]
1		
2		
3		
.		
.		
.		

รูปที่ 6.6

นำค่าที่ได้ในตาราง 6.6 ไปเขียนกราฟ โดย ความถี่อินพุตเป็นแกน X แรงดันเอาต์พุต อยู่แนวแกน Y ดังรูป 6.7



รูปที่ 6.7

6.6 ความเป็นเชิงเส้นของ F/V Converter

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาความเป็นเชิงเส้นของ F/V Converter
เครื่องมือที่ใช้

- Digital Voltmeter $3\frac{1}{2}$ digits

- Function Generator

- Frequency meter

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

- ปรับจุดทดลอง F/V Converter ดังการทดลอง 6.4

- ตรวจสอบว่า Function Generator ท่อกับอินพุต IN หรือไม่

- ตรวจสอบว่า Frequency meter ท่อกับอินพุต OUT หรือไม่

- ตรวจสอบว่า Digital Voltmeter ท่อกับเอาต์พุต OUT หรือไม่

ข้อมูลแสดงผล

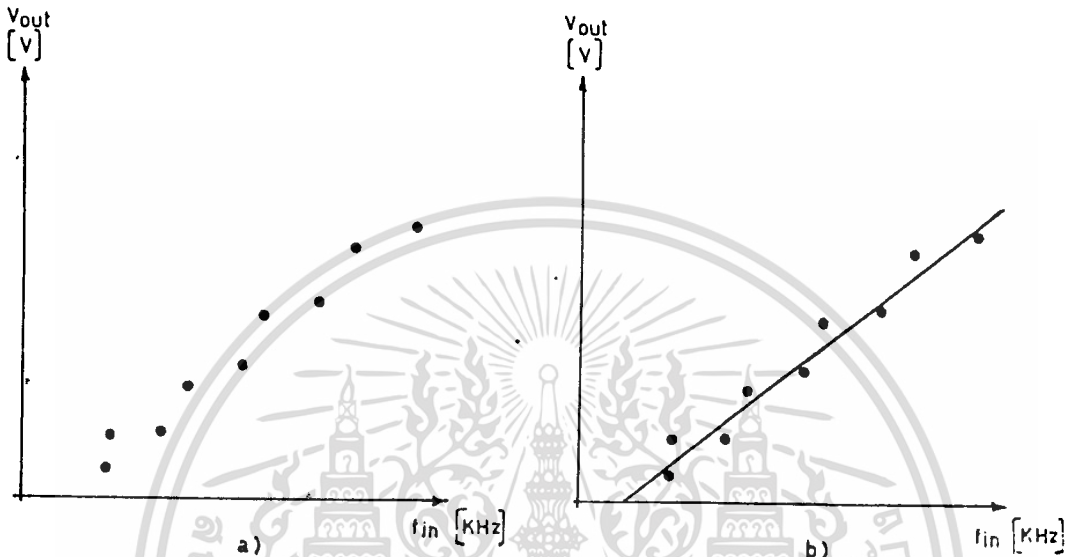
ปรับความถี่สัญญาณอินพุตเริ่มจาก 1 กิโลเฮิรตซ์ เพิ่มขึ้นครั้งละ 500 เฮิรตซ์ บันทึกค่าแรงดันเอาต์พุตที่ไถลในตาราง 6.8

ตารางที่ 6.8

N	f_{in} [Hz]	V_{out} [V]
1		
2		
3		
⋮		
⋮		

รูปที่ 6.8

นำค่าที่ได้ในตาราง 6.8 ไปเขียนกราฟ โดยความถี่อินพุตเป็นแกน X แรงดันเอาต์พุตอยู่แนวแกน Y ลากเส้นตรงระหว่างจุด ดังแสดงดังรูป 6.9



รูปที่ 6.9

หลังจากนั้นลากเส้นตรงอีกสองเส้นขนานกับเส้นที่ได้ในรูป 6.9b และระยะห่างเท่ากัน โดยให้รวมจุดต่างๆในกราฟ 6.9a ไว้ทั้งหมด ค่อยจากนั้นให้ลากเส้นตรงขนานกับแกน X อีกสองเส้น ไปตัดกับแกน Y จะได้ค่าเอาต์พุตทางแกน Y. 2 ค่า คือ V_1 และ V_2 ค่าความเป็นเชิงเส้น หาค่าได้

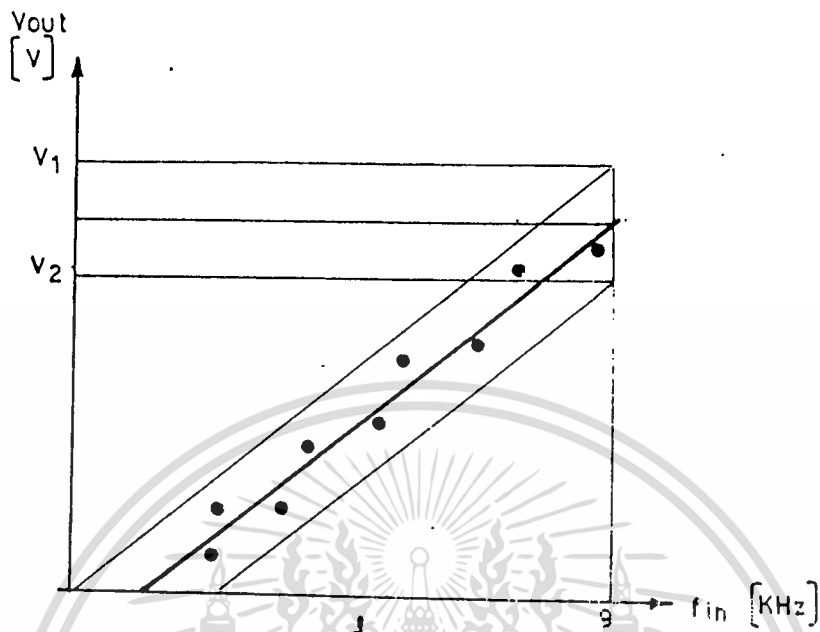
$$\pm \frac{1}{2} \frac{V_1 - V_2}{F.S.O.}$$

โดย V_1 = ค่าแรงดันเหนือเส้น

V_2 = ค่าแรงดันใต้เส้น

F.S.O. = Full scale output = 8 Volts

ค่าความเป็นเชิงเส้นคือเป็นเปอร์เซ็นต์



รูปที่ 6.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.7 ความเป็นเชิงเส้นของ Analog Digital โดยให้ V/F เป็นตัวส่ง และ F/V เป็นตัวรับ

จุดประสงค์การทดลอง เพื่อศึกษาค่าความเป็นเชิงเส้นของการส่งผ่านสัญญาณ

Analog โดยใช้วงจร V/F และ F/V Converter ต่อเข้าด้วยกัน

เครื่องมือที่ใช้

- Digital Voltmeter $3\frac{1}{2}$ digits 2 เครื่อง

ลำดับขั้นการทดลอง

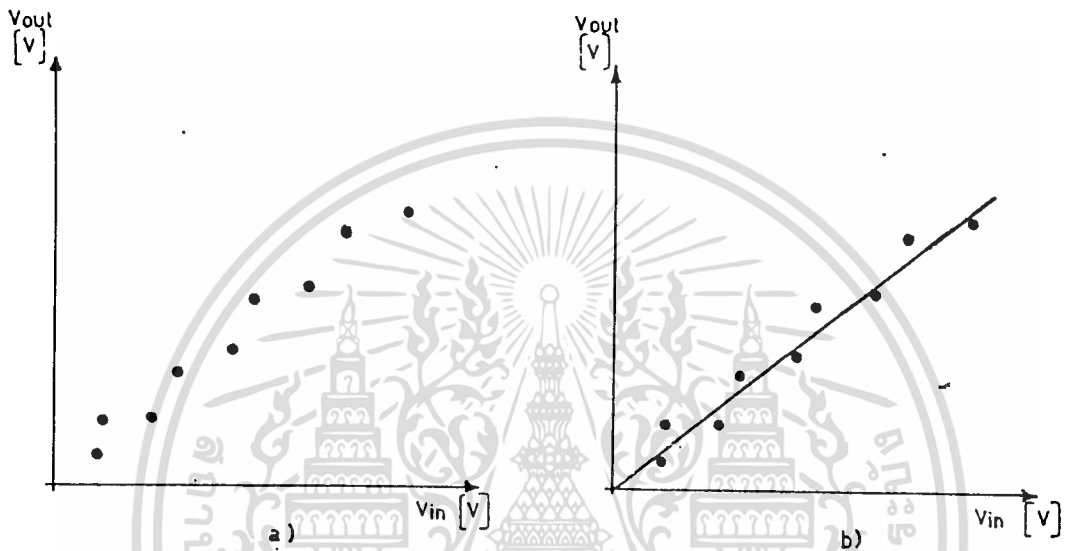
- ปรับอุปกรณ์ทั้งการทดลอง 6.1 และ 6.2
- ตรวจสอบว่าอินพุต IN ของ V/F Converter ท่อกับแหล่งจ่าย 0 ถึง 8 โวลต์หรือไม่
- ตรวจสอบว่า Digital Voltmeter ท่อกับอินพุต IN หรือไม่
- ต่อเอาท์พุท OUT ของ V/F Converter เข้ากับอินพุต IN ของ F/V Converter
- ตรวจสอบว่า Digital Voltmeter ท่อกับเอาท์พุท OUT ของ F/V หรือไม่

ขบวนการแสดงผล

เปลี่ยนแรงกัอินพุท (เริ่มจาก 0 โวลต์) ไปครั้งละ 500 มิลลิโวลต์ แล้วบันทึกผลที่ไ้กลงในตาราง 6.11

N	V_{in} [V]	V_{out} [V]
1		
2		
3		
⋮		
⋮		

นำค่าที่ได้จากตาราง 6.11 นำไปเขียนกราฟ โดยแกน X เป็นแรงดันอินพุต และ แกน Y เป็นแรงดันเอาต์พุต เราจะได้จุดต่างๆ ดังรูป 6.2b ลากเส้นตรงซึ่งอยู่ระหว่างจุดเหล่านั้น ดังรูป 6.12



รูป 6.12

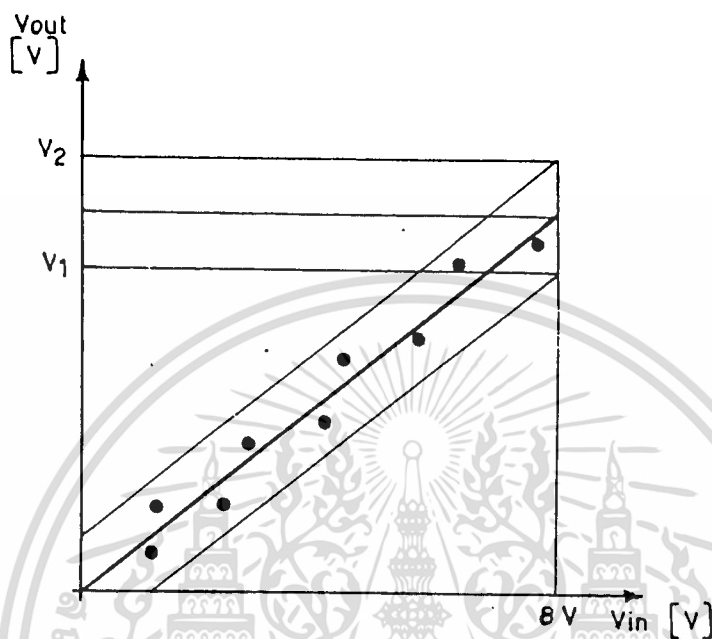
จากนั้นลากเส้นขนานที่มีระยะเท่ากับสองเส้นขนานกับเส้นตรงในรูป 6.12 b จึงได้รูป 6.13 โดยมี $V_{in} = 8$ โวลต์ ลากเส้นขนานทั้งสองเส้นไปตัดกับเส้น $V_{in} = 8$ โวลต์ จุดตัดทั้งสองนี้ ลากขนานไปกับแกน X ไปตัดแกน Y ซึ่งจะได้ค่า V_{out} เป็น V_1 และ V_2 ตามลำดับ ค่าของความเป็นเชิงเส้นนี้ซึ่งเทียบจากค่า Full Scale คือ

$$\pm \frac{1}{2} \frac{V_1 - V_2}{F.S.O.}$$

โดย V_1 ค่าแรงดันเอาต์พุตที่มีค่าสูงสุด

V_2 ค่าแรงดันเอาต์พุตที่มีค่าต่ำ

F.S.O. ค่า Full Scale output ในที่นี้เท่ากับ 8 โวลต์



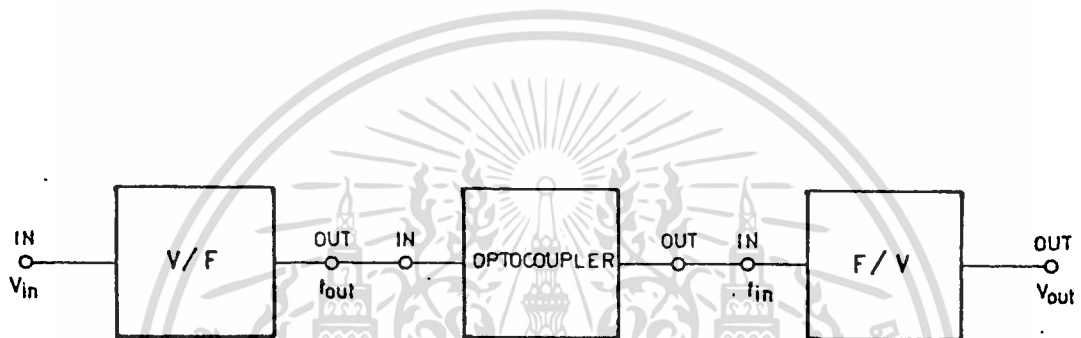
รูป 6.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.8 ค่าความเป็นเชิงเส้น ของสัญญาณ Analog ที่ใช้ส่งผ่านทางแสง

(Optoinsulated V/F and F/V Converter)

การทดลองนี้คล้ายกับอันแรก แตกต่างกันบ้างที่ เอาท์พุท OUT ของ V/F Converter ถูกต่อเข้ากับอินพุท IN ของ Optocoupler ขณะเดียวกัน เอาท์พุทของ Optocoupler ถูกต่อเข้ากับอินพุทของ F/V Converter ดังแสดงในรูป 6.14



รูป 6.14

6.9 Out off frequency ของสัญญาณ Analog ที่ส่งผ่านสัญญาณด้วยแสง

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาหาจุด Cut off frequency ของสัญญาณ Analog ที่ส่งผ่านสัญญาณด้วยระบบแสง (optoinsulated V/F and F/V Converters) เครื่องมือที่ใช้

- Dual trace Oscilloscope
- Sigle Generator
- Frequency meter

ลำดับขั้นการทดลอง

- ปรับเทียบ (calibrate) โมดูล เหมือนการทดลองครั้งที่ 6.1 และ 6.2
- ห้ามต่อเครื่องมือวัดใดๆขณะปรับเทียบ ยกเว้นแหล่งจ่าย
- ท่อ Sigle Generator และ Frequency meter เข้าที่ อินพุท IN
- ท่อเอาต์พุทของ V/F Converter เข้ากับอินพุทของ Optocoupler
- ท่อเอาต์พุทของ Optocoupler เข้ากับอินพุทของ F/V Converter
- ใช้ Oscilloscope channel A วัดที่ อินพุท Channel B วัดที่เอาต์พุท

ข้อมูลแสดงผล

- เปลี่ยนความถี่ของสัญญาณอินพุท (เริ่มจาก 0.1 เฮิรตซ์) และจดบันทึกค่าความถี่ที่ทำให้ ขนาดของสัญญาณเอาต์พุทลดลง 3 dB
- การวัดขนาดของสัญญาณใช้
- ตรวจสอบดูว่าถ้าเพิ่มค่าของตัวเก็บประจุ C_7 ขึ้นเรื่อยๆ จะทำให้ถึงจุด Cut off ที่ความถี่เท่าไร

6.10 รูปคลื่นของข้อมูล Analog ที่ใช้ Optocoupler ที่ใช้ระหว่างตัวส่งสัญญาณ V/F และ
ตัวรับ F/V

จุดประสงค์การทดลอง เพื่อวัตถุประสงค์ของสัญญาณ ซึ่งใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง
(Optocoupler) ส่งผ่านข้อมูลโดยรับจากตัวส่ง V/F ส่งไปยังตัวรับ F/V

เครื่องมือที่ใช้ Dual trace Oscilloscope

- ทดสอบ probe chanal A และ B ของ Oscilloscope ตามจุดต่างๆ
ของโมดูลการทดลอง
- สังเกตสัญญาณเปรียบเทียบกับทฤษฎี สัญญาณในรูปที่ 5.3 จะเป็นจุดทดสอบที่
4 และ 6 ของ V/F Converter และทดสอบสัญญาณตามจุดต่างๆเปรียบ
เทียบกับรูปที่ 5.5

บทที่ 7

บทวิจารณ์ และสรุป

7.1 การปรับแต่งวงจร V/F Converter

วงจร V/F Converter มีจุดที่ปรับแต่งอยู่เพียงสามจุด คือที่ RV_1 , RV_2 และ RV_3 สำหรับ RV_1 และ RV_2 นั้นใช้ปรับเทียบในกรณีที่เมื่อป้อนอินพุต เข้าไปในวงจร มีค่าเป็น 0 โวลต์ และค่าทาง เอาท์พุทวัดไม่ได้ 1 กิโลเฮิรตซ์ จากการทดลองเมื่อป้อนแรงดันอินพุต 0 โวลต์ วัด เอาท์พุทด้วย Frequency meter ไม่ได้ 1 กิโลเฮิรตซ์ หลังจากนั้นใช้ ออสซิลโลสโคป วัดที่ จุด 4 ปรากฏว่า สัญญาณไม่เป็นสัญญาณ Ramp หลังจากปรับ RV_1 และ RV_2 แล้วให้สังเกต ฎวาที่ ออสซิลโลสโคป เป็นสัญญาณ Ramp และที่เอาท์พุทจะได้ 1 กิโลเฮิรตซ์ พอดี

เมื่อเราป้อนสัญญาณอินพุต 8 โวลต์ ปรากฏว่าวัดเอาท์พุทไม่ได้ 9 กิโลเฮิรตซ์ จึง ทำการปรับ RV_3 จนกระทั่งได้ความถี่เอาท์พุท 9 กิโลเฮิรตซ์ ถ้าในกรณีที่ยังวัดค่าเอาท์พุทไม่ได้ 9 กิโลเฮิรตซ์ ก็กลับไปปรับ RV_1 และ RV_2 ซ้ำอีก หลังจากปรับเรียบร้อยแล้ว คือเมื่อจ่ายอินพุต 0 โวลต์ ได้เอาท์พุท 1 กิโลเฮิรตซ์ และเมื่อจ่ายอินพุต 8 โวลต์ ได้เอาท์พุท 9 กิโลเฮิรตซ์ แล้ว นำไปทดลองจ่ายอินพุตค่าต่างๆ ระหว่าง 0 - 8 โวลต์ จะให้เอาท์พุทความถี่ 1 - 9 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นแบบเชิงเส้น (Linear)

7.2 การปรับแต่งวงจร F/V Converter

วงจร F/V Converter มีจุดที่ปรับแต่งอยู่ 2 จุด คือ RV_1 และ RV_2 สำหรับการ ปรับ RV_1 ใช้ปรับเทียบในกรณีที่ป้อนความถี่อินพุตเข้าไปในวงจรมีค่า 1 กิโลเฮิรตซ์ และค่าทาง เอาท์พุท วัดไม่ได้ 0 โวลต์- จากผลการทดลองเมื่อจ่ายความถี่อินพุต 1 กิโลเฮิรตซ์ ปรากฏว่าทาง เอาท์พุท วัดไม่ได้ 0 โวลต์ ก็ทำการปรับ RV_1 จนกระทั่งได้ค่าเอาท์พุท 0 โวลต์ และในการ ปรับ RV_2 นั้นใช้ปรับเทียบในกรณีที่ป้อนความถี่ อินพุต 9 กิโลเฮิรตซ์ และวัดค่าทาง เอาท์พุทไม่ ได้ 8 โวลต์ จากการทดลอง เมื่อจ่ายความถี่อินพุต 9 กิโลเฮิรตซ์ ปรากฏว่าทางเอาท์พุท วัด ได้ 8 โวลต์พอดี และถ้าทดลองจ่ายอินพุต ความถี่ระหว่าง 1 - 9 กิโลเฮิรตซ์ ปรากฏว่าได้แรง ดันเอาท์พุท ระหว่าง 0 - 8 โวลต์ซึ่งเป็นแบบเชิงเส้น (Linear)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**LINEAR
INTEGRATED
CIRCUITS**

**TYPES μ A741M, μ A741C
GENERAL-PURPOSE OPERATIONAL AMPLIFIERS**

BULLETIN NO. DL-6-11263, NOVEMBER 1970—REVISED OCTOBER 1979

- Short-Circuit Protection
- Offset-Voltage Null Capability
- Large Common-Mode and Differential Voltage Ranges
- No Frequency Compensation Required
- Low Power Consumption
- No Latch-up

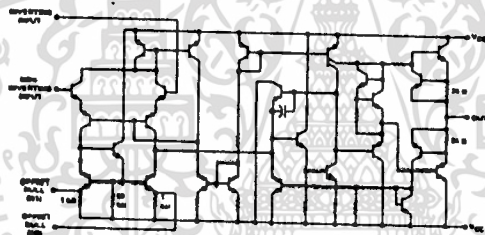
description

The μ A741 is a general-purpose operational amplifier featuring offset-voltage null capability.

The high common-mode input voltage range and the absence of latch-up make the amplifier ideal for voltage-follower applications. The device is short-circuit protected and the internal frequency compensation ensures stability without external components. A low-value potentiometer may be connected between the offset null inputs to null out the offset voltage as shown in Figure 2.

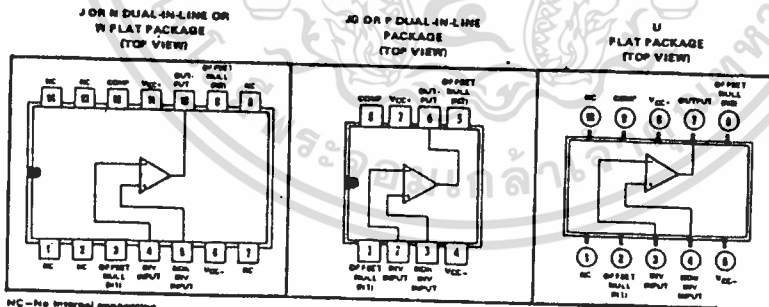
The μ A741M is characterized for operation over the full military temperature range of -55°C to 125°C ; the μ A741C is characterized for operation from 0°C to 70°C .

schematic



Resistor values shown are nominal

terminal assignments



NC—No internal connection

TYPES μ A741M, μ A741C
GENERAL-PURPOSE OPERATIONAL AMPLIFIERS

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

	μ A741M	μ A741C	UNIT
Supply voltage V_{CC+} (see Note 1)	22	18	V
Supply voltage V_{CC-} (see Note 1)	-22	-18	V
Differential input voltage (see Note 2)	±30	±20	V
Input voltage (either input, see Notes 1 and 3)	±15	±15	V
Voltage between either offset null terminal (N1/N2) and V_{CC-}	±0.5	±0.5	V
Duration of output short-circuit (see Note 4)	unlimited	unlimited	
Continuous total power dissipation at (or below) 25°C free-air temperature (see Note 5)	500	500	mW
Operating free-air temperature range	-55 to 125	0 to 70	°C
Storage temperature range	-65 to 180	-65 to 150	°C
Lead temperature 1/16 inch (1.6 mm) from base for 60 seconds	J, JG, U, or W package	300	°C
Lead temperature 1/16 inch (1.6 mm) from base for 10 seconds	N or P package	260	°C

- NOTES: 1. All voltage values, unless otherwise noted, are with respect to the midpoint between V_{CC+} and V_{CC-} .
 2. Differential input voltages are at the noninverting input terminal with respect to the inverting input terminal.
 3. The magnitude of the input voltage must never exceed the magnitude of the supply voltage or 18 volts, whichever is less.
 4. The output may be shorted to ground or other power supply. For the μ A741M only, the unlimited duration of the short-circuit applies at (or below) 125°C case temperature or 75°C free-air temperature.
 5. For operation above 25°C free-air temperature, refer to Dissipation Derating Curves, Section 2, in the J and JG packages, μ A741M chips are electrolytic, μ A741C chips are glass-mounted.

electrical characteristics at specified free-air temperature, $V_{CC+} = 15$ V, $V_{CC-} = -15$ V

PARAMETER	TEST CONDITIONS ¹	μ A741M			μ A741C			UNIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
V_{IO}	Input offset voltage	$R_S < 10$ k Ω	25°C	1	5	1	5	mV
$\Delta V_{IO(\Delta I)}$	Offset voltage adjust range		25°C	±15		±15		mV
I_{IO}	Input offset current		25°C	20	200	20	200	nA
I_{IB}	Input bias current		25°C	80	500	80	500	nA
V_{ICR}	Common-mode input voltage range		25°C	±12	±12	±12	±12	V
V_{OPP}	Maximum peak-to-peak output voltage swing	$R_L = 10$ k Ω	25°C	24	26	24	26	V
		$R_L > 10$ k Ω	Full range	24		24		
		$R_L = 2$ k Ω	25°C	20	26	20	26	
		$R_L > 2$ k Ω	Full range	20		20		
A_{VD}	Large-signal differential voltage amplification	$R_L > 2$ k Ω , $V_O = \pm 10$ V	25°C	80	200	20	200	V/mV
r_i	Input resistance		25°C	25		18		M Ω
r_o	Output resistance	$V_O = 0$ V, See Note 5	25°C	0.3	2	0.3	2	M Ω
C_i	Input capacitance		25°C	1.4		1.4		pF
$CMRR$	Common-mode rejection ratio	$R_S < 10$ k Ω	25°C	70	80	70	80	dB
h_{SVS}	Supply voltage sensitivity ($\Delta V_{IO}/\Delta V_{CC}$)	$R_S < 10$ k Ω	25°C	30	150	30	150	μ V/V
I_{OS}	Short-circuit output current		25°C	±25	±40	±25	±40	mA
I_{CC}	Supply current	No load, No signal	25°C	1.7	2.8	1.7	2.8	mA
P_D	Total power dissipation	No load, No signal	25°C	80	85	80	85	mW
			Full range	100		100		

¹All characteristics are specified under operating conditions. Full range for μ A741M is -65°C to 125°C and for μ A741C is 0°C to 70°C.
 NOTE 5: This typical value applies only at frequencies above a few hundred hertz because of the effects of drift and thermal feedback.

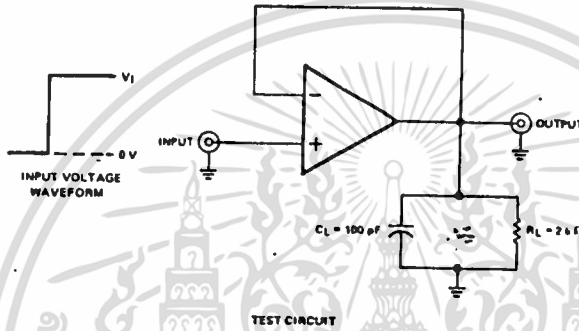
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPES μ A741M, μ A741C
GENERAL-PURPOSE OPERATIONAL AMPLIFIERS

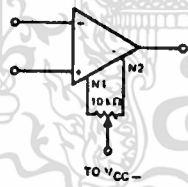
operating characteristics, $V_{CC+} = 15\text{ V}$, $V_{CC-} = -15\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	μ A741M			μ A741C			LIMIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
t_r	Rise time $V_i = 20\text{ mV}$, $R_L = 2\text{ k}\Omega$		0.3		0.3			μs
	Overshoot factor $C_L = 100\text{ pF}$, See Figure 1		5%		5%			
SR	Slew rate at unity gain $V_i = 10\text{ V}$, $R_L = 2\text{ k}\Omega$ $C_L = 100\text{ pF}$, See Figure 1		0.5		0.5			$\text{V}/\mu\text{s}$

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



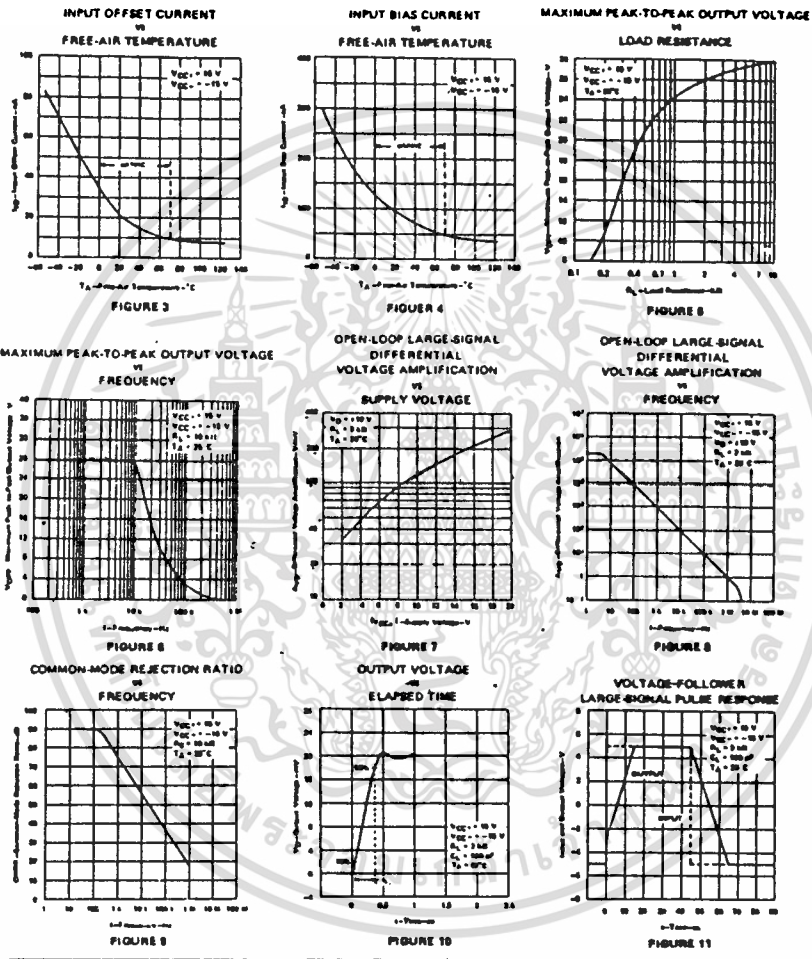
TYPICAL APPLICATION DATA



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPES μ A741M, μ A741C
GENERAL-PURPOSE OPERATIONAL AMPLIFIERS

TYPICAL CHARACTERISTICS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

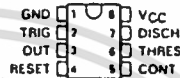
**LINEAR
INTEGRATED
CIRCUITS**

**TYPES SE555, SE555C, SA555, NE555
PRECISION TIMERS**

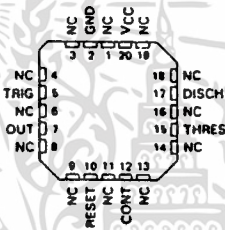
01688 SEPTEMBER 1973 - REVISED OCTOBER 1983

- Timing from Microseconds to Hours
- Astable or Monostable Operation
- Adjustable Duty Cycle
- TTL-Compatible Output Can Sink or Source up to 200 mA
- Functionally Interchangeable with the Signetics SE555, SE555C, SA555, NE555; Have Same Pinout

NE555, SE555, SE555C . . . JG DUAL-IN-LINE PACKAGE
SA555, NE555 . . . D, JG, OR P DUAL-IN-LINE PACKAGE
(TOP VIEW)



SE555, SE555C . . . MH OR PL CHIP CARRIER PACKAGE
(TOP VIEW)



NC - No internal connection

description

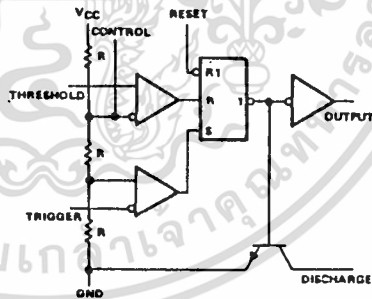
These devices are monolithic timing circuits capable of producing accurate time delays or oscillation. In the time-delay or monostable mode of operation, the timed interval is controlled by a single external resistor and capacitor network. In the astable mode of operation, the frequency and duty cycle may be independently controlled with two external resistors and a single external capacitor.

The threshold and trigger levels are normally two-thirds and one-third, respectively, of VCC. These levels can be altered by use of the control voltage terminal. When the trigger input falls below the trigger level, the flip-flop is set and the output goes high. If the trigger input is above the trigger level and the threshold input is above the threshold level, the flip-flop is reset and the output is low. The reset input can override all other inputs and can be used to initiate a new timing cycle. When the reset input goes low, the flip-flop is reset and the output goes low. Whenever the output is low, a low-impedance path is provided between the discharge terminal and ground.

The output circuit is capable of sinking or sourcing current up to 200 milliamperes. Operation is specified for supplies of 5 to 15 volts. With a 5-volt supply, output levels are compatible with TTL inputs.

The SE555 and SE555C are characterized for operation over the full military range of -55°C to 125°C. The SA555 is characterized for operation from -40°C to 85°C, and the NE555 is characterized for operation from 0°C to 70°C.

functional block diagram



Reset can override Trigger, which can override Threshold

Special Functions



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**TYPES SE555, SE555C, SA555, NE555
PRECISION TIMERS**

FUNCTION TABLE				
RESET	TRIGGER VOLTAGE ¹	THRESHOLD VOLTAGE ¹	OUTPUT	DISCHARGE SWITCH
Low	Irrelevant	Irrelevant	Low	On
High	< 1/3 V _{DD}	Irrelevant	High	Off
High	> 1/3 V _{DD}	> 2/3 V _{DD}	Low	On
High	> 1/3 V _{DD}	< 2/3 V _{DD}	As previously established	

¹ Voltage levels shown are nominal.

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, V _{CC} (see Note 1)	18 V
Input voltage (control voltage, reset, threshold, trigger)	V _{CC}
Output current	± 225 mA
Continuous total dissipation at (or below) 25°C free-air temperature (see Note 2)	600 mW
Operating free-air temperature range: SE555, SE555C	-55°C to 125°C
SA555	-40°C to 85°C
NE555	0°C to 70°C
Storage temperature range	-65°C to 150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 60 seconds: FH, FK, or JG package	300°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds: D or P package	260°C

- NOTES 1. All voltage values are with respect to network ground terminal.
2. For operation above 25°C free-air temperature, refer to Dissipation Derating Curves, Section 2 in the JG package. SE555 and SE555C chips are also available, SA555 and NE555 chips are glass mounted.

recommended operating conditions

	SE555		SE555C		SA555		NE555		UNIT
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
Supply voltage, V _{CC}	4.5	18	4.5	18	4.5	18	4.5	18	V
Input voltage (control voltage, reset, threshold, trigger)	V _{CC}		V _{CC}		V _{CC}		V _{CC}		V
Output current	± 200		± 200		± 200		± 200		mA
Operating free-air temperature, T _A	-55	125	-55	125	-40	85	0	70	°C

Special Functions

15

**TYPES SE555, SE555C, SA555, NE555
PRECISION TIMERS**

electrical characteristics at 25°C free-air temperature, VCC = 5 V to 15 V (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	SE555			SE555C, SA555			UNIT	
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
Threshold voltage level	VCC = 15 V	8.4	10	10.6	8.8	10	11.2	V	
	VCC = 5 V	2.7	3.3	4	2.4	3.3	4.2		
Threshold current (see Note 3)			30	250		30	250	nA	
Trigger voltage level	VCC = 15 V	4.8	5	5.2	4.6	5	5.8	V	
	VCC = 5 V	1.45	1.67	1.8	1.1	1.67	2.2		
Trigger current	Trigger at 0 V		0.5	0.8		0.5	2	μA	
Reset voltage level		0.4	0.7	1	0.4	0.7	1	V	
Reset current	Reset at VCC		0.1	0.4		0.1	0.4	mA	
	Reset at 0 V		-0.4	-1		-0.4	-1		
Discharge switch off-state current			20	100		20	100	nA	
Control voltage (open circuit)	VCC = 15 V	9.8	10	10.4	9	10	11	V	
	VCC = 5 V	2.8	3.3	3.8	2.6	3.3	4		
Low-level output voltage	VCC = 15 V	IOL = 10 mA		0.1	0.15		0.1	0.25	V
		IOL = 50 mA		0.4	0.5		0.4	0.75	
		IOL = 100 mA		2	2.25		2	3.2	
		IOL = 200 mA		2.5			2.5		
	VCC = 5 V	IOL = 5 mA		0.05	0.15		0.05	0.25	
		IOL = 8 mA		0.1	0.2		0.25	0.3	
High-level output voltage	VCC = 15 V	I _{OH} = -100 mA	13	13.3	12.75	13.3		V	
		I _{OH} = -200 mA		12.5		12.5			
	VCC = 5 V	I _{OH} = -100 mA	3	3.3	2.75	3.3			
Supply current	Output low, No load	VCC = 15 V		10	12		10	15	mA
		VCC = 5 V		3	5		3	5	
	Output high, No load	VCC = 15 V		8	10		8	13	
		VCC = 5 V		2	4		2	5	

NOTE 3 This parameter influences the maximum value of the timing resistors RA and RB in the circuit of Figure 13. For example, when VCC = 5 V the maximum value is RA = RB = 3.4 MΩ and for VCC = 15 V the maximum value is 10 MΩ.

operating characteristics, VCC = 5 V and 15 V

PARAMETER	TEST CONDITIONS ¹	SE555			SE555C, SA555			UNIT	
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
Initial error of timing interval ²	Each timer, monostable		0.5	1.5		1	3	%	
	Each timer, astable	TA = 25°C		1.5		2.25			
Temperature coefficient of timing interval	Each timer, monostable	TA = MIN		30	100		50	ppm/°C	
	Each timer, astable	to MAX		90		150			
Supply voltage sensitivity of timing interval	Each timer, monostable	TA = 25°C		0.05	0.2		0.1	0.5	%/V
	Each timer, astable			0.15		0.3			
Output pulse rise time	CL = 15 pF, TA = 25°C		100	200		100	300	ns	
Output pulse fall time			100	200		100	300		

¹For conditions shown as MIN or MAX use the appropriate value specified under corresponding operating conditions.

²Timing interval error is defined as the difference between the measured value and the nominal value computed by the formula $t = 1.1 R_A C$.

³Values specified are for a device in a monostable circuit similar to Figure 10, with component values as follows: RA = 2 kΩ to 100 kΩ, C = 0.1 μF.

⁴Values specified are for a device in an astable circuit similar to Figure 11 with component values as follows: RA = 1 kΩ to 100 kΩ, C = 0.1 μF.

Special Functions

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPES SE555, SE555C, SA555, NE555
PRECISION TIMERS

TYPICAL APPLICATION DATA

monostable operation

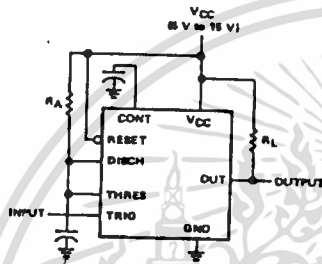


FIGURE 10—CIRCUIT FOR MONOSTABLE OPERATION

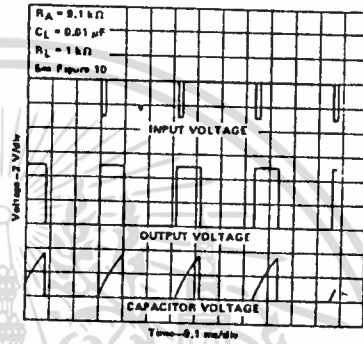


FIGURE 11—TYPICAL MONOSTABLE WAVEFORMS

For monostable operation, any of these timers may be connected as shown in Figure 10. If the output is low, application of a negative-going pulse to the trigger input sets the flip-flop (\bar{Q} goes low), drives the output high, and turns off Q1. Capacitor C is then charged through R_A until the voltage across the capacitor reaches the threshold voltage of the threshold input. If the trigger input has returned to a high level, the output of the threshold comparator will reset the flip-flop (\bar{Q} goes high), drive the output low, and discharge C through Q1.

Monostable operation is initiated when the trigger input voltage falls below the trigger threshold. Once initiated, the sequence will complete only if the trigger input is high at the end of the timing interval. Because of the threshold level and saturation voltage of Q1, the output pulse duration is approximately $t_w = 1.1 R_A C$. Figure 12 is a plot of the time constant for various values of R_A and C. The threshold levels and charge rates are both directly proportional to the supply voltage, VCC. The timing interval is therefore independent of the supply voltage, so long as the supply voltage is constant during the time interval.

Applying a negative-going trigger pulse simultaneously to the reset and trigger terminals during the timing interval will discharge C and re-initiate the cycle, commencing on the positive edge of the reset pulse. The output is held low as long as the reset pulse is low. When the reset input is not used, it should be connected to VCC to prevent false triggering.

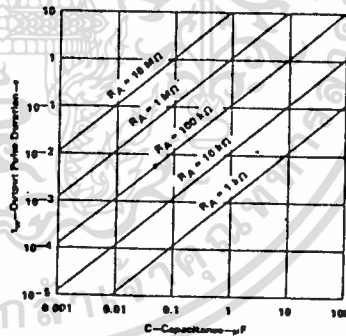


FIGURE 12—OUTPUT PULSE DURATION vs CAPACITANCE

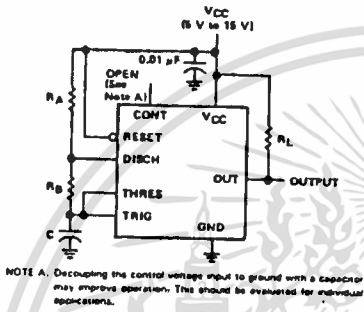
Special Functions



**TYPES SE555, SE555C, SA555, NE555
PRECISION TIMERS**

TYPICAL APPLICATION DATA

astable operation



NOTE A. Decoupling the control voltage input to ground with a capacitor may improve operation. This should be evaluated for individual applications.

FIGURE 13—CIRCUIT FOR ASTABLE OPERATION

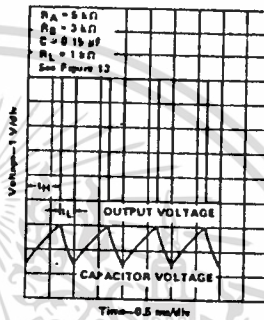


FIGURE 14—TYPICAL ASTABLE WAVEFORMS

Addition of a second resistor, R_B , to the circuit of Figure 10, as shown in Figure 13, and connection of the trigger input to the threshold input will cause the timer to self-trigger and run as a multivibrator. The capacitor C will charge through R_A and R_B then discharge through R_B only. The duty cycle may be controlled, therefore, by the values of R_A and R_B .

This astable connection results in capacitor C charging and discharging between the threshold-voltage level ($\approx 0.67 \cdot V_{CC}$) and the trigger-voltage level ($\approx 0.33 \cdot V_{CC}$). As in the monostable circuit, charge and discharge times (and therefore the frequency and duty cycle) are independent of the supply voltage.

Figure 14 shows typical waveforms generated during astable operation. The output high-level duration t_H and low-level duration t_L may be found by:

$$t_H = 0.693 (R_A + R_B) C$$

$$t_L = 0.693 (R_B) C$$

Other useful relationships are shown below.

$$\text{period} = t_H + t_L = 0.693 (R_A + 2R_B) C$$

$$\text{frequency} = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B) C}$$

$$\text{Output driver duty cycle} = \frac{t_H}{t_H + t_L} = \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$$

$$\text{Output waveform duty cycle} = \frac{t_H}{t_H + t_L} = 1 - \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$$

$$\text{Low-to-high ratio} = \frac{t_L}{t_H} = \frac{R_B}{R_A + R_B}$$

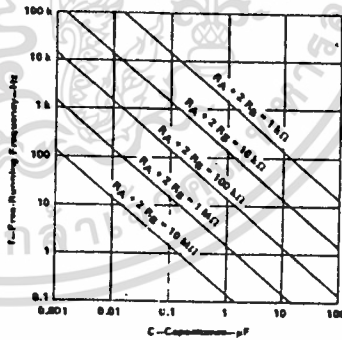


FIGURE 15—FREE-RUNNING FREQUENCY

Special Functions



TYPES SE555, SE555C, SA555, NE555
PRECISION TIMERS

TYPICAL APPLICATION DATA

missing-pulse detector

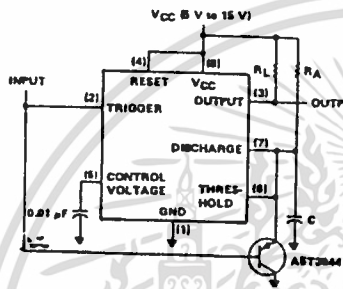


FIGURE 16—CIRCUIT FOR MISSING-PULSE DETECTOR

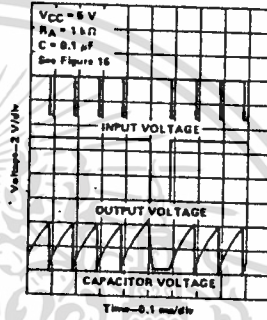


FIGURE 17—MISSING-PULSE DETECTOR WAVEFORMS

The circuit shown in Figure 16 may be utilized to detect a missing pulse or abnormally long spacing between consecutive pulses in a train of pulses. The timing interval of the monostable circuit is continuously retriggered by the input pulse train as long as the pulse spacing is less than the timing interval. A longer pulse spacing, missing pulse, or terminated pulse train will permit the timing interval to be completed, thereby generating an output pulse as illustrated in Figure 17.

frequency divider

By adjusting the length of the timing cycle, the basic circuit of Figure 10 can be made to operate as a frequency divider. Figure 18 illustrates a divide-by-3 circuit that makes use of the fact that retriggering cannot occur during the timing cycle.

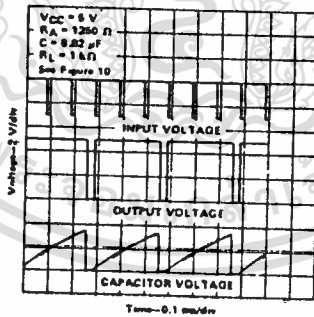


FIGURE 18—DIVIDE-BY-THREE CIRCUIT WAVEFORMS

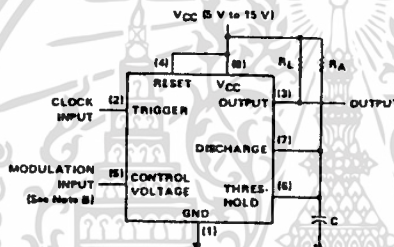
Special Functions



TYPES SE555, SE555C, SA555, NE555
PRECISION TIMERS

TYPICAL APPLICATION DATA

pulse-width modulation



NOTE 9 The modulating signal may be direct or capacitively coupled to the control voltage terminal. For direct coupling, the effects of modulation source voltage and impedance on the bias of the timer should be considered.

FIGURE 19—CIRCUIT FOR PULSE-WIDTH MODULATION

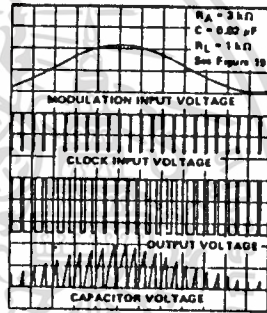


FIGURE 20—PULSE-WIDTH MODULATION WAVEFORMS

The operation of the timer may be modified by modulating the internal threshold and trigger voltages. This is accomplished by applying an external voltage (or current) to the control voltage pin. Figure 19 is a circuit for pulse-width modulation. The monostable circuit is triggered by a continuous input pulse train and the threshold voltage is modulated by a control signal. The resultant effect is a modulation of the output pulse width, as shown in Figure 20. A sine-wave modulation signal is illustrated, but any wave-shape could be used.

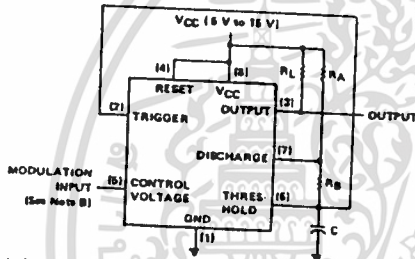
Special Functions



TYPES SE555, SE555C, SA555, NE555
PRECISION TIMERS

TYPICAL APPLICATION DATA

pulse-position modulation



NOTE B The modulating signal may be direct or capacitively coupled to the control voltage terminal. For direct coupling, the effects of modulation source voltage and impedance on the time of the timer should be considered.

FIGURE 21—CIRCUIT FOR PULSE-POSITION MODULATION

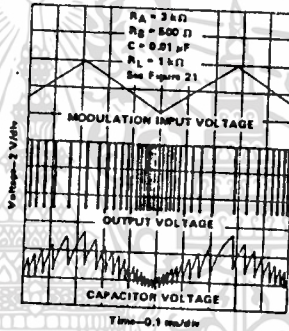


FIGURE 22—PULSE-POSITION-MODULATION WAVEFORMS

Any of these timers may be used as a pulse-position modulator as shown in Figure 21. In this application, the threshold voltage, and thereby the time delay, of a free-running oscillator is modulated. Figure 22 shows such a circuit, with a triangular-wave modulation signal, however, any modulating wave-shape could be used.

Special Functions

5

TYPES SE555, SE555C, SA555, NE555
PRECISION TIMERS

TYPICAL APPLICATION DATA

sequential timer

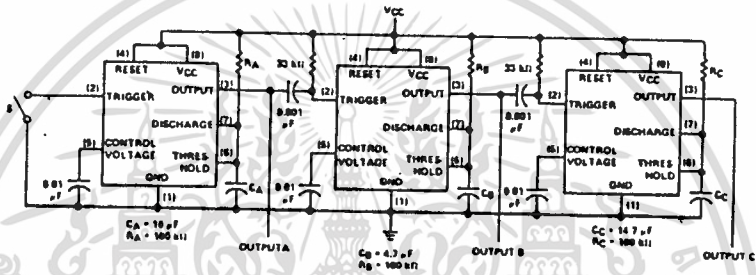


FIGURE 23—SEQUENTIAL TIMER CIRCUIT

Many applications, such as computers, require signals for initializing conditions during start-up. Other applications such as test equipment require activation of test signals in sequence. These timing circuits may be connected to provide such sequential control. The timers may be used in various combinations of astable or monostable circuit connections, with or without modulation, for extremely flexible waveform control. Figure 23 illustrates a sequencer circuit with possible applications in many systems and Figure 24 shows the output waveforms.

Special Functions

5

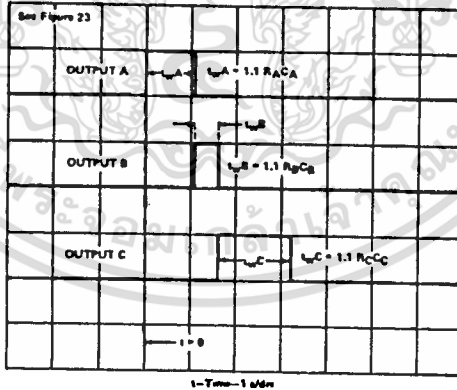


FIGURE 24—SEQUENTIAL TIMER WAVEFORMS

TYPICAL CHARACTERISTICS 1

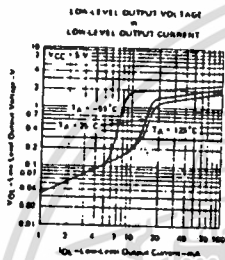


FIGURE 1

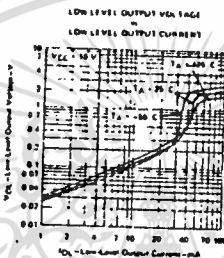


FIGURE 2

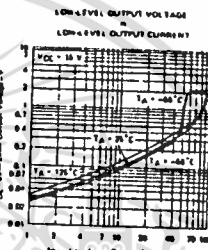


FIGURE 3

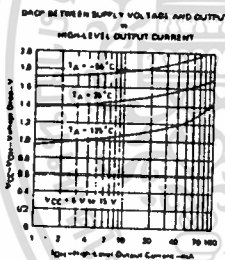


FIGURE 4

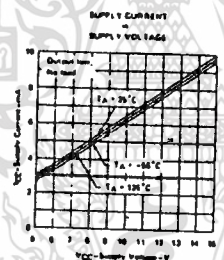


FIGURE 5

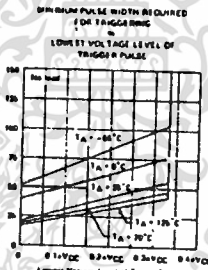


FIGURE 6

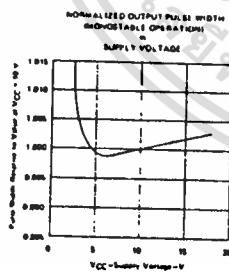


FIGURE 7

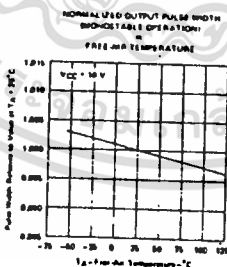


FIGURE 8

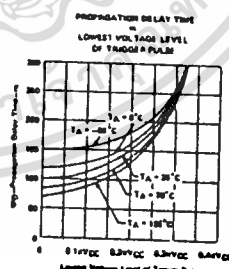


FIGURE 9

¹Data for temperatures below 0°C and above 70°C are applicable for SE555 circuits only.

Quad Monolithic SPST CMOS Analog Switch

designed for . . .



- Low Transient Switching
i.e. Sample and Hold Circuits
- Switching Multiple Signals
such as Multiplexing Inputs
- High Frequency Signal
Switching
- TTL Compatible Systems

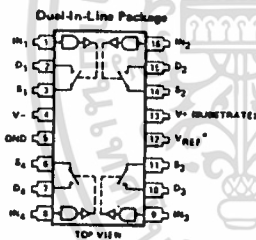
BENEFITS

- Reduced Switching Error
 - Low Charge Coupling
- Easily Interfaced
 - TTL, DTL and CMOS Direct Control Interface Over Military Temperature Range
- Reduces External Component Requirements
 - ± 15 V Analog Signal Range with ± 15 V Supplies ..
- Reduced System Cross-Talk
 - Break-Before-Make Switching
- Eliminates Signal Error
 - < 0.2 nA Typical Leakage From Source Or Drain

DESCRIPTION

The DG201 is a 4-channel single pole signal throw analog switch which employs CMOS technology to insure low and nearly constant ON resistance over the entire analog signal range. The switch will conduct current in either direction with no offset voltage in the ON condition, and block voltages up to 30 V peak-to-peak in the OFF condition. The ON-OFF state of each switch is controlled by a driver. With a logic "0" at the input to the driver (0 V to 0.8 V) the switch will be ON, and a logic "1" (2.4 V to 15 V) will turn the switch OFF. The input can thus be directly interfaced with TTL, DTL, RTL, CMOS and certain PMOS circuits. Switch action is break-before-make.

PIN CONFIGURATION



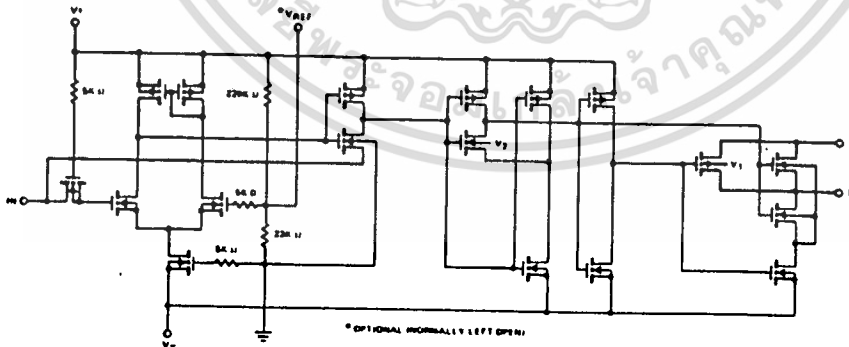
ORDER NUMBERS:
DG201AP OR DG201BP
SEE PACKAGE 12

DG201CJ
SEE PACKAGE 8

LOGIC	SWITCH
0	ON
1	OFF

* Optional (Normally Left Open)
SWITCH OPEN FOR LOGIC "1" INPUT (POSITIVE LOGIC)

SCHEMATIC DIAGRAM (Typical Channel)



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_{IN} and V_{REF} to Ground -0.3 V, V_1
 V_S or V_D to V^+ 0, -32 V
 V_S or V_D to V^- 0.32 V
 V^+ to Ground 16 V
 V^- to Ground -16 V
 Current, Any Terminal Except S or D 30 mA
 Continuous Current, S or D 20 mA
 Peak Current, S or D
 (pulsed at 1 msec, 10% duty cycle max) 70 mA
 Storage Temperature (A & B Suffix) -65 to 150°C
 (C Suffix) -65 to 125°C

Operating Temperature (A Suffix) -55 to 125°C
 (B Suffix) -20 to 85°C
 (C Suffix) 0 to 70°C
 Power Dissipation (Package)*
 16 Pin DIP** 900 mW
 16 Pin Plastic DIP*** 470 mW

*Device mounted with all leads soldered or welded to PC board.
 **Derate 12 mW/°C above 75°C
 ***Derate 6.5 mW/°C above 25°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

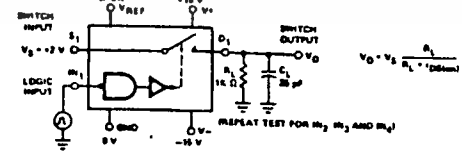
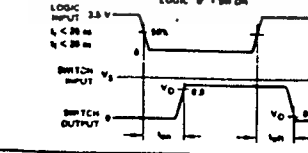
All DC parameters are 100% tested at 25°C. Lots are sample-tested for AC parameters and high and low temperature limits to assure conformance with specifications.

CHARACTERISTIC	TYP†	MAX LIMITS						UNIT	TEST CONDITIONS, UNLESS NOTED. V _S = 15 V, V _D = -15 V, I _{IN} = 0, V _{REF} = 0, I _{OUT} = 0	
		A SUFFIX		B/C SUFFIX						
		-55°C	25°C	125°C	-55°C	25°C	85°C			
1 I _{DS(on)}	Drain-Source ON Resistance	115	175	175	250	300	300	350	Ω	V _D = 10 V V _S = -10 V, I _D = -1 mA
2 I _{DS(off)}	Drain-Source Leakage Current	0.01	1	100	1	1	1	100	μA	V _D = 15 V, V _S = -15 V
3 I _{DS(off)}	Drain-Source Leakage Current	-0.02	-1	-100	-1	-1	-1	-100	μA	V _D = 15 V, V _S = 15 V
4 I _{DS(off)}	Drain-Source Leakage Current	0.01	1	100	1	1	1	100	μA	V _D = 15 V, V _S = 15 V
5 I _{DS(off)}	Drain-Source Leakage Current	-0.02	-1	-100	-1	-1	-1	-100	μA	V _D = 15 V, V _S = -15 V
6 I _{DS(on)}	Drain-Source Leakage Current	0.1	1	100	1	1	1	100	μA	V _D = 15 V, V _S = 15 V
7 I _{DS(on)}	Drain-Source Leakage Current	-0.15	-1	-100	-1	-1	-1	-100	μA	V _D = 15 V, V _S = -15 V
8 I _{IN}	Input Current, Input Voltage High	-6004	-1	-10	-1	-1	-1	-10	nA	V _D = 3.4 V V _S = 15 V
9 I _{IN}	Input Current, Input Voltage Low	6004	1	10	1	1	1	10	nA	V _D = 3.4 V V _S = 15 V
10 I _{IN}	Peak Input Current Required for Transition	-120							nA	See Curve I _{IN} vs V _{IN}
11 I _{IN}	Input Current, Input Voltage Low	-6004	-1	-10	-1	-1	-1	-10	nA	V _D = 0
12 t _{ON}	Turn-ON Time	580	1000						ns	See Switching Time Test Circuit
13 t _{OFF}	Turn-OFF Time	370	500						ns	See Switching Time Test Circuit
14 C _{DS(off)}	Drain-Source Capacitance	7							pf	V _D = 0, V _S = 5 V
15 C _{DS(off)}	Drain-Source Capacitance	7							pf	V _D = 0, V _S = 5 V
16 C _{DS(off)}	Drain-Source Capacitance	7							pf	V _D = 0, V _S = 5 V
17 C _{DS(on)} + C _{DS(off)}	Channel ON Capacitance	20							pf	V _D = 0, V _S = 5 V
18 I _{IS}	Positive Supply Current	2.1	4.0			4.0			mA	V _D = 5 V, R _L = 1k Ω, C _L = 15 pf V _S = 3 V, I _{IN} = 0, I _{OUT} = 0
19 I _{IS}	Negative Supply Current	-2.1	-4.0			-4.0			mA	One Channel "ON," V _D = 0
20 I _{IS}	Positive Supply Current	3.4	3.2			3.2			mA	All Channels "ON," V _D = 0
21 I _{IS}	Negative Supply Current	-3.4	-3.2			-3.2			mA	All Channels "ON," V _D = 0

† Typical Values are for DESIGN AID ONLY, not guaranteed and not subject to production testing.
 ** I_{DS(on)} is leakage from drain into "ON" switch.
 *** OFF resistance = 20 $\frac{V_D}{V_D}$ V_S = input to OFF switch, V_D = output.
 **** Functional operation is possible for supply voltages less than 15 V, but the input logic threshold will shift. For V_S = (V_D - 1) V, I_{IN} = 10 V, I_{IN} = 10 V.
 ***** Functional operation is possible for V_{REF} terminal. The V_{REF} terminal has R_{IN} = 21k Ω. See the Applications Section.

SWITCHING TIME TEST CIRCUIT

Switch output waveform shown for V_S = constant with logic input waveform as shown. Note that V_S may be + or - as per switching time test circuit. V_D is the steady state output with switch on. Feedthrough via gate capacitance may result in spikes at leading and trailing edge of output waveform.



Photon Coupled Isolator H11C4 - H11C5 - H11C6

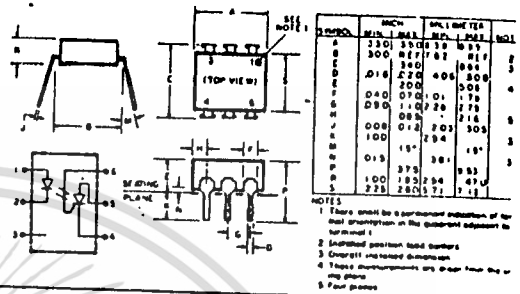
Ga As Infrared Emitting Diode & Light Activated SCR

The General Electric H11C4, H11C5 and H11C6 are gallium arsenide, infrared emitting diodes coupled with light activated silicon controlled rectifiers in a dual in-line package. absolute maximum ratings: (25°C)



INFRARED EMITTING DIODE		
Power Dissipation	*100	milliwatts
Forward Current (Continuous)	60	milliamps
Forward Current (Peak) (Pulse width 1µsec 300 P Ps)	3	amperes
Reverse Voltage	6	volts
*Derate 1.33mW/°C above 25°C ambient.		

PHOTO - SCR		
Peak Forward Voltage	400	volts
RMS Forward Current	300	milliamps
Forward Current (Peak) (100µsec 1% duty cycle)	10	amperes
Surge Current (10m sec)	5	amperes
Reverse Gate Voltage	6	volts
Power Dissipation (25°C Ambient)	** 400	milliwatts
Power Dissipation (25°C Case)	***1000	milliwatts
**Derate 5.3mW/°C above 25°C ambient.		
***Derate 13.3mW/°C above 25°C case.		



TOTAL DEVICE	
Storage Temperature	-55 to 150°C
Operating Temperature	-55 to 100°C
Lead Soldering Time (at 260°C)	10 seconds
Surge Isolation Voltage (Input to Output). See: Pg. 23	
H11C4	2500V(peak) 1770V(RMS)
H11C5	2100V(peak) 1480V(RMS)
H11C6	1500V(peak) 1060V(RMS)
Steady-State Isolation Voltage (Input to Output). See: Pg. 2	
H11C4	1500V(peak) 1060V(RMS)
H11C5	1260V(peak) 890V(RMS)
H11C6	950V(peak) 660V(RMS)

Individual electrical characteristics (25°C)

INFRARED EMITTING DIODE	TYP.	MAX.	UNITS
Forward Voltage (I _F = 10mA)	V _F	1.2	1.5 volts
Reverse Current (V _R = 3V)	I _R	-	10 microamps
Capacitance (V = 0, f = 1MHz)	C _J	50	- picofarads

PHOTO - SCR	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS
Peak Off-State Voltage - V _{DM} (R _{GK} = 10KΩ, 100°C)	400	-	-	volts
Peak Reverse Voltage - V _{RM} (R _{GK} = 10KΩ, 100°C)	400	-	-	volts
On-State Voltage - V _{TM} (I _{TM} = .3 amp)	-	1.1	1.3	volts
Off-State Current - I _{DM} (V _{DM} = 400V, T _A = 100°C)	-	-	150	microamp
Reverse Current - I _{RM} (V _{RM} = 400V, T _A = 100°C)	-	-	150	microamp
Capacitance (Anode-Gate) (V = 0V, f = 1MHz (Gate-Cathode))	-	20	-	picofarad
	-	350	-	picofarad

coupled electrical characteristics (25°C)

	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS
Input Current to Trigger (V _{AK} = 50V, R _{GK} = 10KΩ)	-	-	20	milliamp
Input Current to Trigger (V _{AK} = 10V, R _{GK} = 27KΩ)	-	-	30	milliamp
Isolation Resistance (Input to Output Voltage = 500V _{DC})	-	-	11	milliamp
Input to Output Capacitance (Input to Output Voltage = 0, f = 1MHz)	-	-	14	milliamp
Coupled dv/dt, Input to Output (See Figure 13)	100	-	-	gigaohms
	-	-	2	picofarad
	500	-	-	volts/µsec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL CHARACTERISTICS

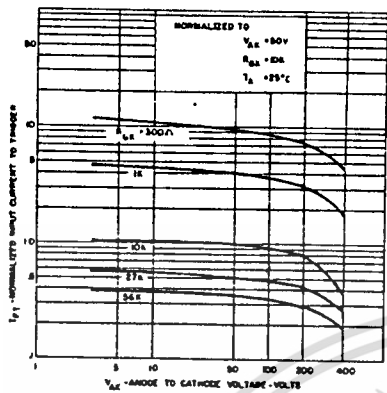


FIGURE 1. INPUT CURRENT TO TRIGGER VS. ANODE-CATHODE VOLTAGE

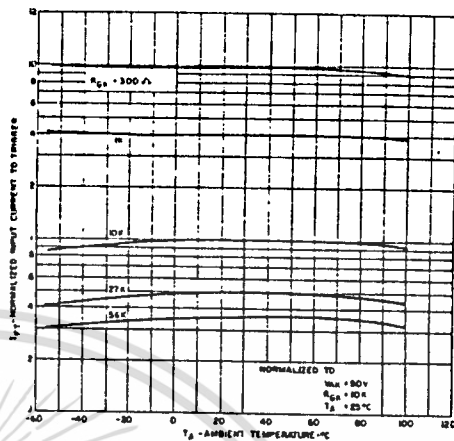


FIGURE 2. INPUT CURRENT TO TRIGGER VS. TEMPERATURE

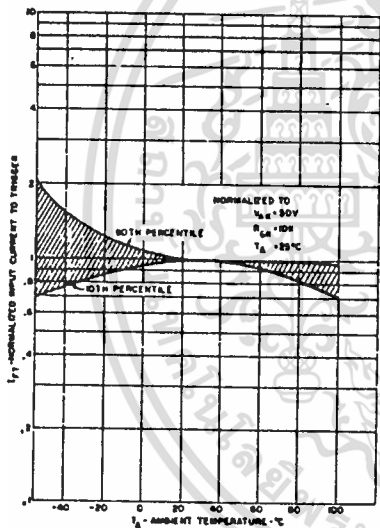


FIGURE 3. INPUT CURRENT TO TRIGGER DISTRIBUTION VS. TEMPERATURE

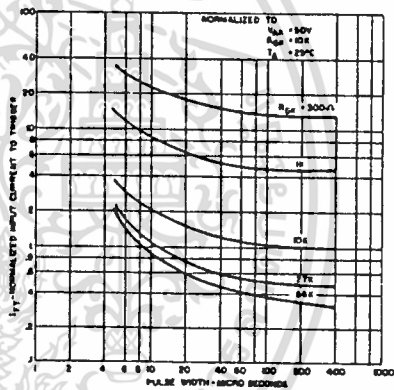


FIGURE 4. INPUT CURRENT TO TRIGGER VS. PULSE WIDTH

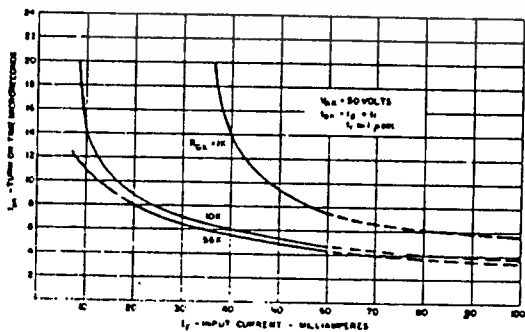


FIGURE 5. TURN-ON TIME VS. INPUT CURRENT

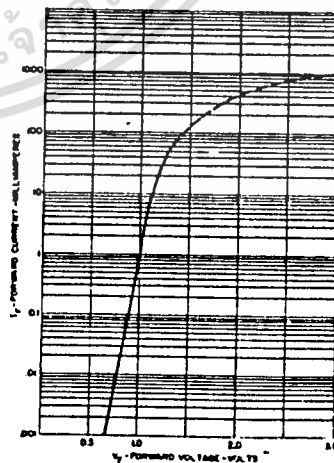
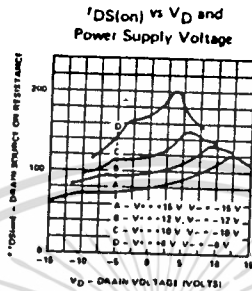
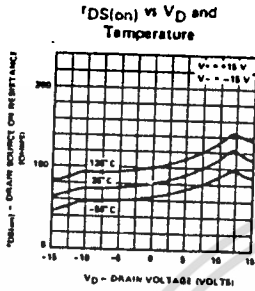
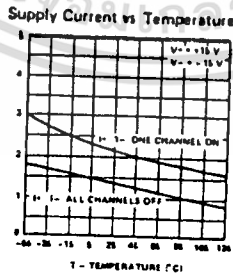
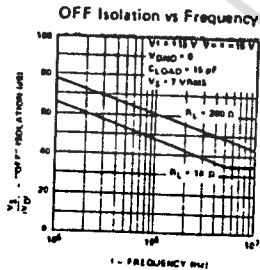
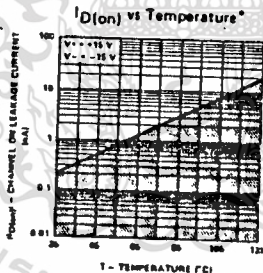
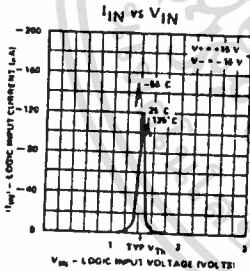
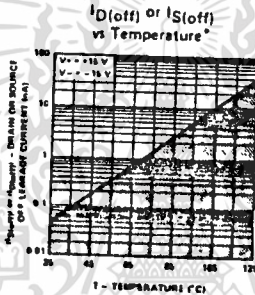
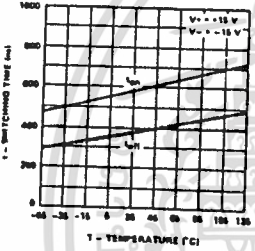


FIGURE 6. INPUT CHARACTERISTIC: I_F VS. V_F

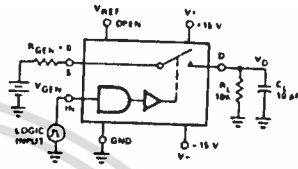
TYPICAL CHARACTERISTICS



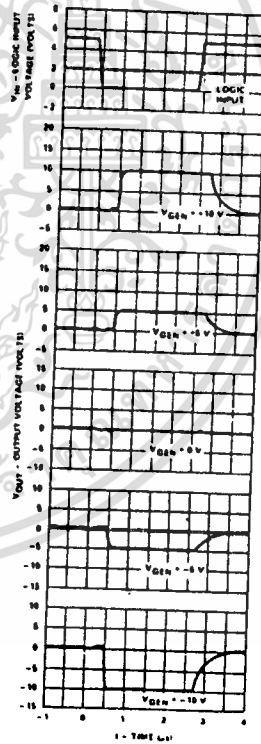
Switching Time vs Temperature



Typical delay, rise, fall, settling times, and switching transients in this circuit.



If RGEN, RL or CL is increased, there will be proportional increases in rise and/or fall RC times. Applying VGEN to D rather than S results in much greater ION spikes.



*The net leakage into the source or drain is the n-channel leakage minus the p-channel leakage. This difference can be positive, negative, or zero depending on the analog voltage and temperature, and will vary greatly from unit to unit.

TYPICAL CHARACTERISTICS OF OUTPUT (SCR)

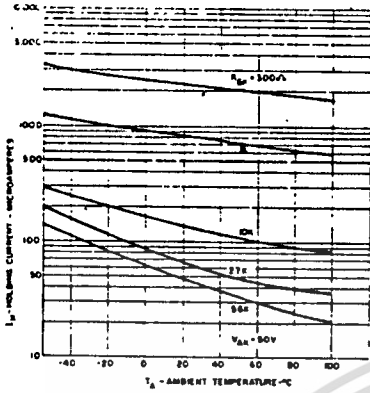


FIGURE 7. HOLDING CURRENT VS. TEMPERATURE

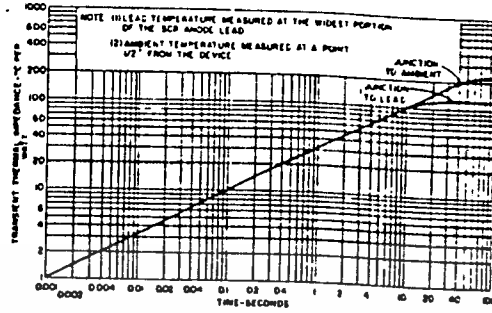


FIGURE 8. MAXIMUM TRANSIENT THERMAL IMPEDANCE

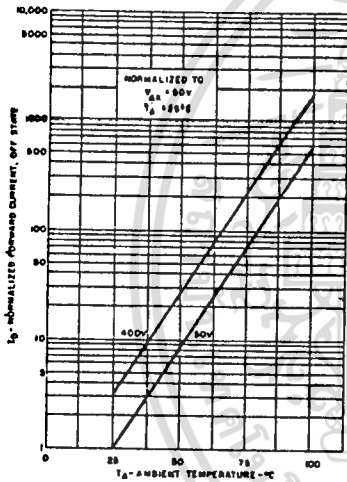


FIGURE 9. OFF-STATE FORWARD CURRENT VS. TEMPERATURE

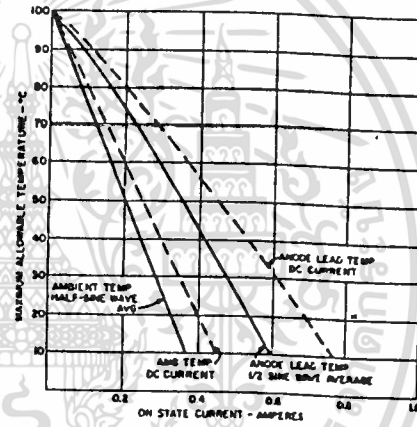


FIGURE 10. ON-STATE CURRENT VS. MAXIMUM ALLOWABLE TEMPERATURE

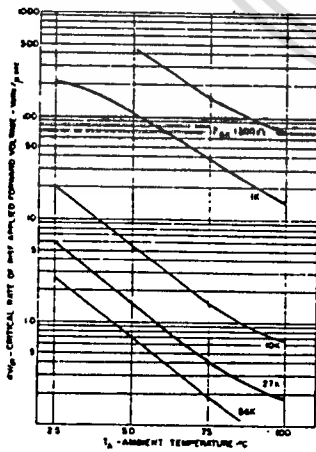


FIGURE 11. dv/dt VS. TEMPERATURE

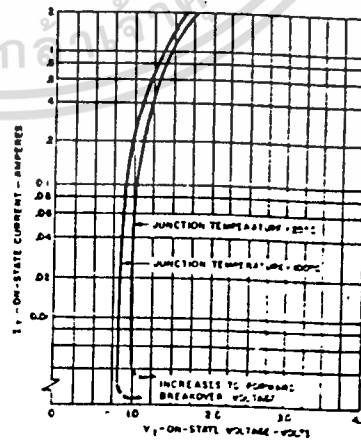


FIGURE 12. ON-STATE CHARACTERISTICS

หนังสืออ้างอิง

1. Data-Acquisition databook 1984

Integrated Circuit - Analog Device Inc.- Norwood, Ma.

2. Analog - Digital

Conversion notes - Analog Devices Inc. - Norwood, Ma.

3. Operational Amplifiers - Design and Applications

Tobey - graeme - Huelaman / Burr - Brown



กติกการรวมประกาศ

ข้าพเจ้าคณะผู้จัดทำ ปรินิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณแก่ อาจารย์ ธนิต ทวีสุวรรณวัฒน์ และคณาจารย์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำต่างๆ เกี่ยวกับปัญหา และแนวทางการแก้ไข ซึ่งทำให้ข้าพเจ้าคณะผู้จัดทำ สามารถที่ทำงานชิ้นนี้สำเร็จไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้