ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2533
ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

028838

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
16 ก.ค. 2564

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2533

ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คณะผู้จัดทำ

1. นาย เกษม	ทองคำ	เลขประจำตัว	31-3002
2. นาย ชานี	ศิริสุข	เลขประจำตัว	31-3012
3. นาย ภานุวัฒน์	จันทร์เจริญ	เลขประจำตัว	31-3019
4. นาย สุรศักดิ์	ประภากมล	เลขประจำตัว	31-3026
5. นาย สุรพล	ปุญญาภินันท์	เลขประจำตัว	31-3028

(.....) อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. กนก เจนจิระพงษ์เวช

(.....) กรรมการ

(.....) กรรมการ

028838

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ สามารถทำให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนั้น โดยได้รับความช่วยเหลือและแนะนำจาก ผศ. กนก เจนจิรพงศ์เวช ที่ช่วยกรุณา ให้คำปรึกษาในการจัดหาข้อมูล พร้อมทั้งให้คำปรึกษาทางด้าน เทคนิคต่างๆ จนเสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์ ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ให้กับทางกลุ่ม จนกระทั่งทุกคนมีความสามารถที่จะออกไปปฏิบัติงานตามความรู้ที่ศึกษามาได้เป็นอย่างดี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

คำนำ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาและทดลอง เกี่ยวกับวงจร FILTER,OSCILLATOR และ GENERATOR ซึ่งวงจรอิเลคทรอนิคส์สมัยใหม่ในปัจจุบันนี้จะถูกรวบรวมกันประกอบอยู่ใน INTEGRATED CIRCUIT (IC) ซึ่งจะมีทั้งประเภท LINAER และ DIGITAL วิทยุโทรทัศน์ เครื่องมือทางการแพทย์, เครื่องคำนวณ, วิทยุ เครื่องรับสั่ง รวมไปจนถึง COMPUTER ส่วนมากนี้จะใช้พวก IC แทบทั้งหมดจะมีบ้างเป็นส่วนน้อยที่ใช้พวก SOLID-STATE DEVICE, ในช่วงปี 1960 ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับ LINEAR CIRCUIT ที่ใช้ใน OP-AMP และ ANALOG ส่วน COMPUTER จะเป็นที่รู้ๆกันอยู่แล้วจะไม่กล่าวในที่นี้ ปัจจุบัน LINEAR IC ก็ยังคงมีใช้อยู่และ TRANSISTOR ก็ใช้จาก 1950 จนถึงปัจจุบันนี้เช่นกัน ทั้งนี้ก็เพราะว่าได้มีการปรับปรุงและ DESIGE ใหม่จนกระทั่งสามารถนำไปใช้งานได้ต่างๆ ได้อย่างก้วางขวางมาก และในปัจจุบันนี้ LINEAR DEVICE ก็เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่ง เช่นเดียวกันทาง DIGITAL เช่นกัน ในแวดวงอุปกรณ์เกี่ยวกับด้านอิเลคทรอนิคส์

ในการนำเอา IC ประเภท LINEAR ไปใช้งานก็เพราะมีจุดมุ่งหมายที่ว่าปัจจุบัน LINEAR IC สามารถนำเอาไปใช้งานต่างๆได้มากมาย, ตลอดจน LINAER IC นี้ง่ายต่อการเรียนและ คำนวณ และค่า PARAMETER ที่ยุ่งยากมีปัญหาเกี่ยวกับการ BIAS น้อยมาก ในการทดลองนี้จะชี้ให้เห็นถึงความสำคัญต่างๆของ LINEAR CHIPS ซึ่งก็แข็งแรงทนทาน และไม่เสียหายได้ง่าย ราคาถูก มีหลายแบบ หลายชนิด ในการทดลองนี้สิ่งที่นักศึกษาจะต้องรู้คือ DC,AC และ CONCEPTS ทั่วไปของ ACTIVE DEVICE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดลองนี้ได้ถูกออกแบบเพื่อให้สะดวกในการใช้งาน โดยรวมเอาชุด POWER SUPPLY และ FUNCTION GENERATOR เข้าไว้ในชุดเดียวกันทำให้สะดวกในการปรับแต่งเปลี่ยนแปลงได้ง่ายขึ้น อีกทั้งชุดทดลองได้ถูกออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย โดยใช้วิธีประกอบเข้ากับ MAIN BOARD ได้เลย โดยไม่ทำการ WIRING ใดๆอีก ซึ่งทำให้ลดปัญหาอุปกรณ์สูญหาย และการต่อวงจรผิดพลาด ซึ่งพบเสมอในการทดลอง LAB ในปัจจุบัน

ทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ปริญญานิพนธ์ชุดนี้จะทำให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาทดลองวิชา ELECTRONIC LAB ได้เป็นอย่างดี

คณะผู้จัดทำ
นักศึกษาภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ชั้นปีที่ 3P ปีการศึกษา 2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

การทดลองเรื่อง ACTIVE FILTER

การทดลองที่ 1. Low-Pass Active Filters

2. High-Pass Active Filters

3. Band-Pass Active Filters

4. Notch Filters

5. Twin T Tuned Amplifiers

6. High Q Tunable-Notch Filters

7. Tunable-Center-Frequency Active Filters

การทดลองเรื่อง OSCILLATORS

การทดลองที่ 8. Sine-Wave, Phase-Shifter, Tuned Oscillators

9. Wein-Bridge Oscillators

การทดลองเรื่อง GENERATORS

การทดลองที่ 10. Experiment Linear Voltage Ramp Generators

11. Linear Sweep Generator

12. Missing Pulse Detector

13. Variable-Duty-Cycle Pulse Generator

028839

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXPERIMENT 1 LOW-PASS ACTIVE FILTER

การทดลองที่ 1

วัตถุประสงค์

1. ทำให้รู้จักและเข้าใจวงจร LOW-PASS FILTER
2. สามารถออกแบบ, สร้าง และ ทดสอบวงจร LOW-PASS FILTER
3. สามารถนำวงจร FILTER นี้ ไปใช้ประยุกต์ในการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาในวงจรอื่น ๆ
4. สามารถทดสอบ และหา Bandwidth ของวงจรขยาย

บทนำ

วงจรขยายแบบ Linear นั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในวงจร Filter เนื่องจากวงจรขยายมีค่าความต้านทานทางด้าน input สูง ซึ่งไม่ทำให้ไปโหลดวงจร RC-tuning ทำให้สามารถนำวงจร tuning นี้ไปต่อเข้ากับส่วน input หรือ ส่วนป้อนสัญญาณกลับของวงจรขยาย

วงจร Filter อาจเป็นวงจรง่ายๆของ Low-pass, High-pass หรือ Limited-band-pass ,วงจรขยายสามารถปรับค่าแรงดันในอัตราการขยายของวงจรในช่วงความถี่ของสัญญาณที่ต้องการเท่านั้น เมื่อนำตัว capacitor ต่อระหว่างที่ output ของวงจรหนึ่งกับ input ของอีกวงจรหนึ่งด้วยตัว resistor ซึ่งต่อลง ground ข้างหนึ่ง ซึ่งเป็นการสร้างวงจร High-pass filter นั่นเอง ถ้าสลับระหว่างตัว capacitor กับ resistor ก็จะได้วงจร Low-pass filter.

ที่สัญญาณความถี่ ที่มีค่า $X_c = R$ จะได้ค่าแรงดัน output $V_{out} = 0.707\ V_{in}$ ค่าความถี่นี้เป็นค่าความถี่จุดที่สูงสุด หรือต่ำสุด ที่ยอมให้สัญญาณนั้นผ่านไปได้ เรียก จุดนี้ว่า จุด cutoff frequency ซึ่งเป็นจุดที่ทำให้สัญญาณของ output ลดลง 3 dB.

จุด cutoff frequency นี้หาได้จากสูตร

$$V_{out} = 0.707\ V_{in}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = 0.707$$

$$\text{Gain (dB)} = -20 \log \frac{1}{0.707}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= -20 \log 1.414$$

$$= -3 \text{ dB}$$

เนื่องจากค่านี้เป็นค่าของสัญญาณที่ลดลง จึงทำให้มีค่าเป็นลบ คือ -3dB และช่วงที่อยู่ระหว่างจุดสูงสุด และต่ำสุดของกราฟสัญญาณความถี่นั้นเรียกว่า Bandwidth

วงจร low-pass filter ในการทดลองนี้ เป็นวงจรขยายแบบไม่กลับสัญญาณ (Noninverting amplifier) ซึ่งจะขยายสัญญาณที่ต่ำกว่าความถี่ 1 kHz ซึ่งเรียกวงจรนี้ว่า Implies, สัญญาณความถี่ต่ำจะถูกขยาย ในขณะที่สัญญาณความถี่สูงจะถูกตัดทอนลง ในการการทดลองที่ 2 วงจร high-pass filters จะถูกนำมาศึกษา วงจรขยายส่วนใหญ่เป็นแบบขยายเท่าเดิม (unity gain)

ในวงจรที่แสดงดังรูป 1.1 เป็นการใช้ส่วนหนึ่งของไอซีเบอร์ LM324 มาทำเป็นวงจรกรองสัญญาณ ตัวเก็บประจุ C_3 ถูกใส่เพื่อลดสัญญาณความถี่สูง และสัญญาณรบกวนจากวงจรขยายซึ่งอาจจะไม่ใส่ก็ได้ เนื่องจากไม่ใช่ส่วนหนึ่งของวงจรกรองสัณณาญนี้ ตัวความต้านทาน R_5 และ R_6 ซึ่งทำหน้าที่เป็น bias ให้กับ inverting input. ค่า X_c ของตัวเก็บจุ C_1 จะลดลงเมื่อความถี่ของสัญญาณสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้สัญญาณป้อนกลับมีค่ามากขึ้นและ อัตราการขยายลดลง ส่วนตัวความต้านทาน R_3 และ R_4 ทำหน้าที่เป็น bias ให้กับขา noninverting input และตัวความต้านทาน R_1 และ R_2 และตัวเก็บประจุ C_1, C_2, และ C_3 เป็นตัวกำหนดจุดที่ความถี่สูงสุดผ่านได้

EQUATIONS

Corner frequency(or end point)

$$f_c = \frac{1}{6.28 \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \qquad (1.1)$$

When $R_1=R_2$ and $C_1=C_2$

$$f_c = \frac{1}{6.28\ RC} \qquad (1.2)$$

Endpoint (-3 dB) = $-20 \log \frac{V_{out}}{V_{in}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ไอซี:

LM324	1 ตัว

รีซิสเตอร์: 5%, 1/4 วัตต์:

10 k	2 ตัว
100 k	2 ตัว
150 k	1 ตัว
220 k	1 ตัว

คาปาซิเตอร์: ดิส, ไมล่า, อิเลคโทรไล้ท์, 20%, 25 V:

500 pF	1 ตัว
0.001 μF	1 ตัว
0.02 μF	2 ตัว
1.0 μF	1 ตัว

อุปกรณ์อื่นๆ:

IC Socket, 14-pin	1 ตัว

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและทดลอง:

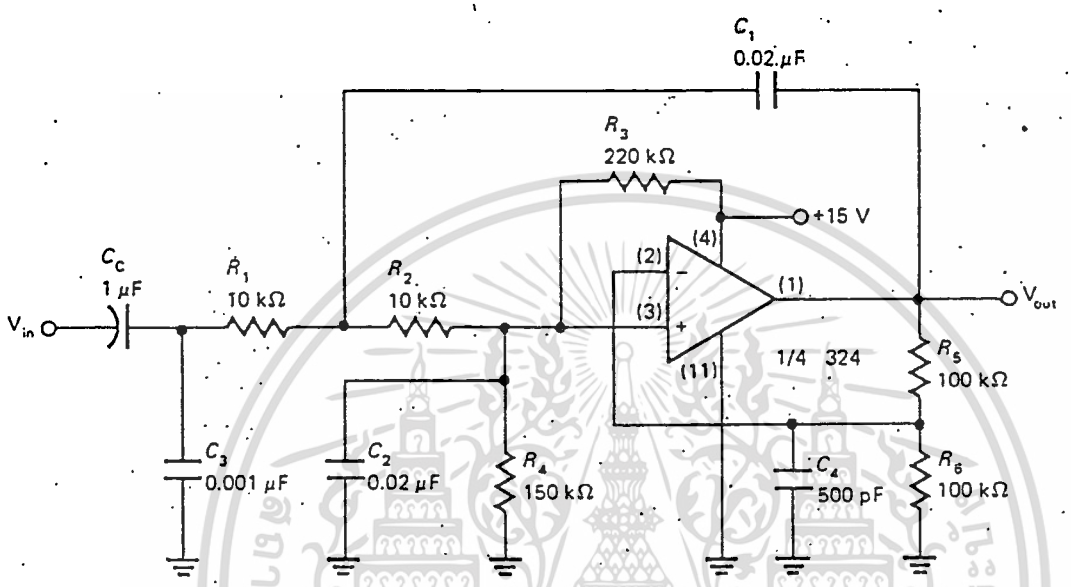
Oscilloscope, dual-trace, 5in

Function generator, 10 Hz to 1 MHz

Digital multimeter

Power supply, $\pm$ 15 V, 50 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 1.1 Active low-pass filter

ขั้นตอนการทดลอง

1.ต่อวงจรตามรูป 1.1 โดยใช้อุปกรณ์ตามที่กำหนดไว้ในวงจร และตรวจสอบอัตราการขยายของวงจร, ให้หาค่าความถี่ของสัญญาณที่ทำให้อัตราการขยายมีค่าเท่ากับ -3dB (หรือเป็นจุดที่มีค่าเป็น 0.7 เท่าของอัตราการขยายแรงดัน) ให้เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายกับความถี่ของสัญญาณที่เปลี่ยนไป ซึ่งจะมีรูปร่างคล้ายกับ กราฟดังรูป 1.2 โดยเริ่มจากความถี่ต่ำสุดของ Function generator.

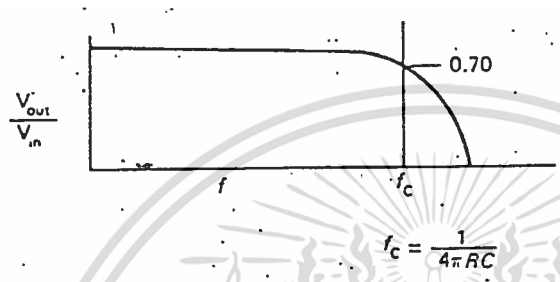
2.ให้ตรวจสอบความเพี้ยนของวงจรขยายโดยป้อนสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม ในการวัดสัญญาณนั้นต้องตั้ง Oscilloscope ไว้ที่ DC input เพื่อที่ตัวเก็บประจุทางด้านสัญญาณไม่เข้ามารบกวนเมื่อเป็นสัญญาณความถี่ต่ำ

3.ให้หาค่าอัตราการขยายเป็น dB ณ ที่สัญญาณความถี่ 1 kHz

4.ในวงจรอะไรที่จะนำวงจรกรองความถี่ต่ำ (Low-pass filter) ไปใช้งานได้

5.ให้ออกแบบวงจรขยายที่มีอัตราการขยายเป็น 1000 เท่า ในช่วงความถี่ ระหว่าง 10 Hz ถึง 1 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 1.2 Filter roll-off, 3dB point

ตอบคำถาม

1. เมื่อสัญญาณทางด้านออกของวงจรขยายตกลงมีค่าเป็น 0.7 เท่าของสัญญาณเดิม ทำให้สัญญาณมีค่าตกลงเท่ากับ _____ dB

2. ถ้าให้ $C_1 = C_2 = 0.005\ \mu F$ และ $R_1 = R_2 = 100$ K ohms, ให้หาค่าวามถี่ ณ จุดที่ทำให้สัญญาณตกลงมีค่าเท่ากับ -3dB (conner frequency, f_c) ของวงจรกรองสัญญาณวามถี่ต่ำ (Low-pass filter)

3. ถ้าแรงดันทางด้านขาออกของวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำมีค่าเท่ากับ 0.3 V โดยมีแรงดันทางด้านขาเข้าเท่ากับ 1.0 V, ให้หาค่าอัตราการขยายเป็นหน่วย dB

4. ในวงจรรูป 1.1, อัตราการขยายของวงจรมีค่า _____

คำตอบ

1. 3 dB
2. 318 Hz
3. 10.5
4. 1.5 (โดยประมาณ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXPERIMENT 2 HIGH-PASS ACTIVE FILTER

การทดลองที่ 2

จุดประสงค์

1. ทำให้รู้จักและเข้าใจวงจร HIGH-PASS FILTER
2. สามารถออกแบบ, สร้าง และ ทดสอบวงจร HIGH-PASS FILTER
3. สามารถนำวงจร FILTER นี้ ไปใช้ประยุกต์ในการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาในวงจรอื่น ๆ
4. สามารถทดสอบ และหา Bandwidth ของวงจรขยาย

บทนำ

ในวงจร HIGH-ACTIVE FILTER ทั่วไปจะคล้ายกับ LOW-PASS FILTER ยกเว้นช่วง ROLL-OFF ความถี่จะต่ำทางด้านท้าย AMPLIFIER นี้ เลือกใช้ NOMINVERTIZE และอัตราการขยายจะเท่ากับ 7 (UNITY GAIN)

จากรูป 2.1 แสดงกราฟ ของการตอบสนองสำหรับ LOW-PASS AMPLIFIER พร้อม ทั้งวงจรเสมือน และรูป 2.2 เป็นของวงจร HIGH-PASS AMPLIFIER

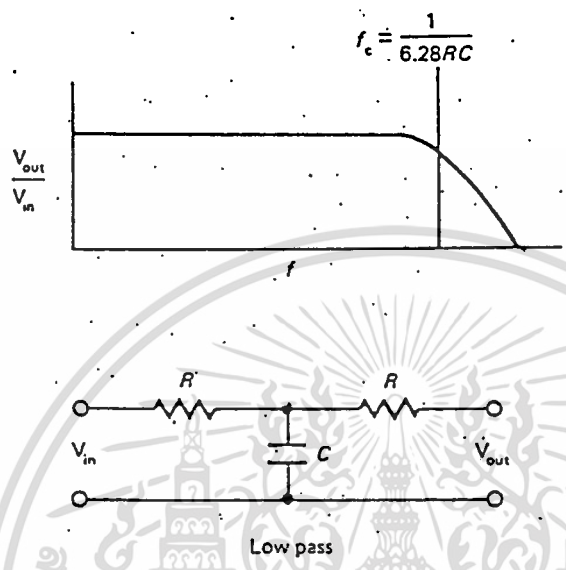
วงจรในรูป 2.3 ความต้านทาน R2 และ R3 จะเตรียมไฟบวก DC ให้กับ INPUT ของ AMPLIFIER คาปาซิเตอร์ C1 และ C2 และ R1 นั้นจะเป็นตัวกำหนด LOW-FREQUENCY ROLL-OFF ที่ปลายทาง

EQUATIONS

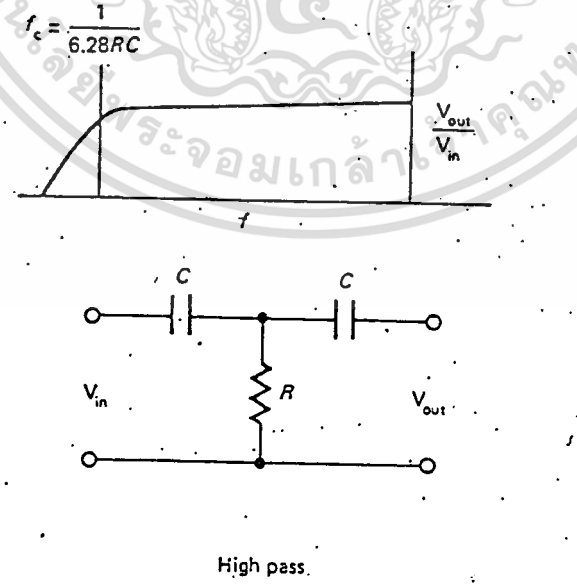
CONER FREQUENCY

$$f_c = \frac{1}{6.28\ R_1 C_1} \qquad \text{ที่ } C_1 = C_2 \quad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

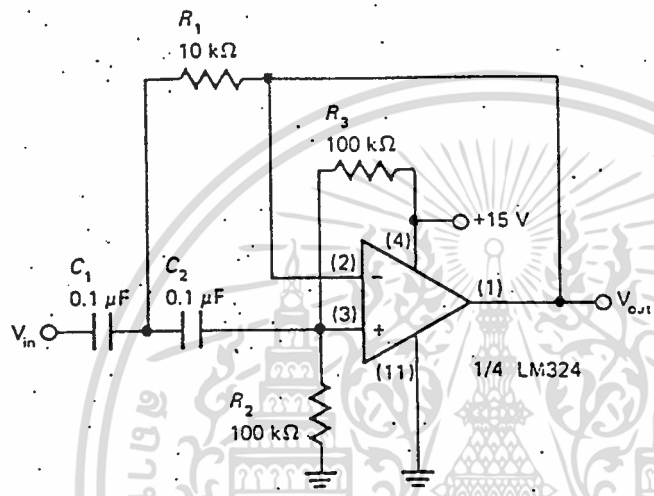


รูป 2.1 Low-pass roll-off and equivalent circuit



รูป 2.2 High-pass roll-off equivalent circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.3 High-pass active filter

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ไอซี:

LM324	1	ตัว

รีซิสเตอร์: 5% 1/4 วัตต์:

100 k	2	ตัว

รีซิสเตอร์ปรับค่าได้:

100 k	1	ตัว

คาปาซิเตอร์: ดิส, ไมล่า, อิเลคโทรไล้ท์, 20%, 25v:

0.1 μF	2	ตัว

อุปกรณ์อื่นๆ:

ic socket, 14 pin	1	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและทดลอง:

Oscilloscope , Dual-Trace, 5 inc

Function Generator, 10 Hz to 1 MHz

Digital Multimeter

Power Supply $\pm$ 15v , 50 mA

ขั้นตอนการทดลอง

1.ปรับ Power Supply $\pm$ 15v, นำชุดทดลองประกอบเข้ากับ Power Supply ตรวจสอบ Bandwidth ของวงจร และหาย่านความถี่ต่ำของจุด ROLL-OFF ค่าของ Low- Frequecy ที่ 3-dB เท่ากับเท่าไหร่?

2.ใช้สมการ 2.1 หาจุด ROLL-OFF แล้วเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าที่ได้จากการคำนวณ ทำไมจึงมีค่าแตกต่างกัน

3.หาค่า Midrange Gain ของวงจรมีค่าเป็น 1 หรือไม่

4.ลองปรับค่าของ R_1 เพื่อทำให้ ROLL-OFF Frequency เท่ากับ 200 Hz

5.ออกแบบ four-Stage Amplifier โดยให้มี Midrang Gain = 500 และ Low-Frequency ROLL-OFF = 50 Hz

ตอบคำถาม

1.ในวงจร High Pass Filter รูป 2.3 ถ้า R_2 = 22k โอห์ม และ $C_1=C_2$ =0.05 μF Corner Frequency จะมีค่าเท่าไหร่

2.โดยปกติ Bandwidth ของ Amplifier จะวัดที่จุดใด

a) -3 dB

b) -6 dB

c) -12 dB

3.ตัว Capacitor นี้ต่ออยู่ระหว่างขา 1 กับ กราวด์ จะ ROLL-OFF ความถี่สูง ถูก หรือ ผิด

4.ในการออกแบบ High Pass Filter ต้องคำนึงถึง Loe-Frequency ROLL-OFF Coner ถูก หรือ ผิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำตอบ

1. 145 Hz
2. a
3. ถูก
4. ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXPERIMENT 3 BAND-PASS ACTIVE FILTER, "BI-QUAD"

การทดลองที่ 3

วัตถุประสงค์

1. สามารถออกแบบวงจร BI-QUAD ACTIVE FILTER สำหรับการตัดสัญญาณความถี่ต่ำและความถี่สูงออกเพื่อให้ความถี่ที่ต้องการผ่าน
2. ทดสอบและแก้ไขปัญหาในวงจร FILTER
3. สามารถประยุกต์วงจรไปใช้งานในวงจรขยายที่ใช้ IC ได้

บทนำ

วงจร band-pass (bi-quad) filter นี้จะมี Q สูง และสามารถกำหนดช่วงความถี่ได้ โดยจะใช้วงขยาย 3 ชุด

ในการทดลองจะสามารถทำการออกแบบ, สร้าง และทดสอบเป็นทีละขั้นตอนได้

H_o = midband gain

Q = bandwidth

f_c = corner frequency

$w_c = 6.28f_c$

f_o = center frequency

F_r = center of bandwidth respone curve

F_H = high-frequency half-power point

F_L = low-frequency half-power point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EQUATIONS

$$C_1 = C_2 \qquad (3.1)$$

$$R_2 = R_3 = 2R_1 \qquad (3.2)$$

$$R_4 = R_1(2Q - 1) \qquad (3.3)$$

$$R_5 = R_7 = \frac{1}{w_o C_1} \qquad (3.4)$$

$$R_6 = R_8 = 2R_5 \quad \text{(amplifier biasing)} \qquad (3.5)$$

$$H_o = \frac{R_4}{R_1} \quad \text{(midband gain)} \qquad (3.6)$$

$$Q = \frac{f_o}{f_h - f_1} \quad (f_h \text{ and } f_1 \text{ taken at } 0.5\ H_o) \qquad (3.7)$$

$$\text{Gain (dB)} = 20\log_{10} \frac{Vout}{V_{in}} \qquad (3.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROBLEM

ให้ Q = 50, f_o = 1 kHz, R_1 = 190 k และ C_1 = 330pF คำนวณหาค่า C_2 และ R_2 ถึง R_8

จากสมการ (3.1) $C_2 = 330$ pF

จากสมการ (3.2) $R_2 = R_3 = (2)(1.8 \times 10^5) = 360$ kohm

จากสมการ (3.3) $R_4 = (1.8 \times 10^5)[(2)(50) - 1] = 17.8$ Mohm

จากสมการ (3.4) $R_5 = R_7 = \dfrac{1}{(6.28 \times 10^3)(3.3 \times 10^{-10})} = 483$ kohm

จากสมการ (3.5) $R_6 = R_8 = 2(483 \times 10^3) = 1$ Mohm

จากสมการ (3.6) $H_o = \dfrac{R_4}{R_1} = \dfrac{17.8 \times 10^6}{180 \times 10^3} = 100(40\text{dB})$

จากการคำนวณจะได้ค่า R_4 สูงเกินกว่าที่จะทำงาน ดังนั้นในทางปฏิบัติค่า R_1-R_3 สามารถลดลงได้โดยใช้ค่าแฟคเตอร์ k = 1.78 จะทำให้

$$2R_1 = R_2 = R_3 = \frac{360 \times 10^3}{1.78} = 200 \text{ kohm}$$

$$R_1 = 100 \text{ kohm}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ $R_4 = \frac{1.78 \times 10^6}{1.78} = 10$ Mohm

หมายเหตุ

โดยปกติค่า k จะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 10 เพื่อให้ได้ค่าความต้านตามมาตรฐาน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ไอซี:

LM3900	1 ตัว

รีซิสเตอร์: 5% 1/4 วัตต์

4.7 K	2 ตัว
100 K	1 ตัว
220 K	2 ตัว
470 K	2 ตัว
1 M	2 ตัว
10 M	1 ตัว

คาปาซิเตอร์: ดิส, ไมล่า, อิเลคทรอไลท์ 20%, 25V :

330 pF	2 ตัว
1 uF	1 ตัว

อุปกรณ์อื่นๆ:

IC Socket 14-pin	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

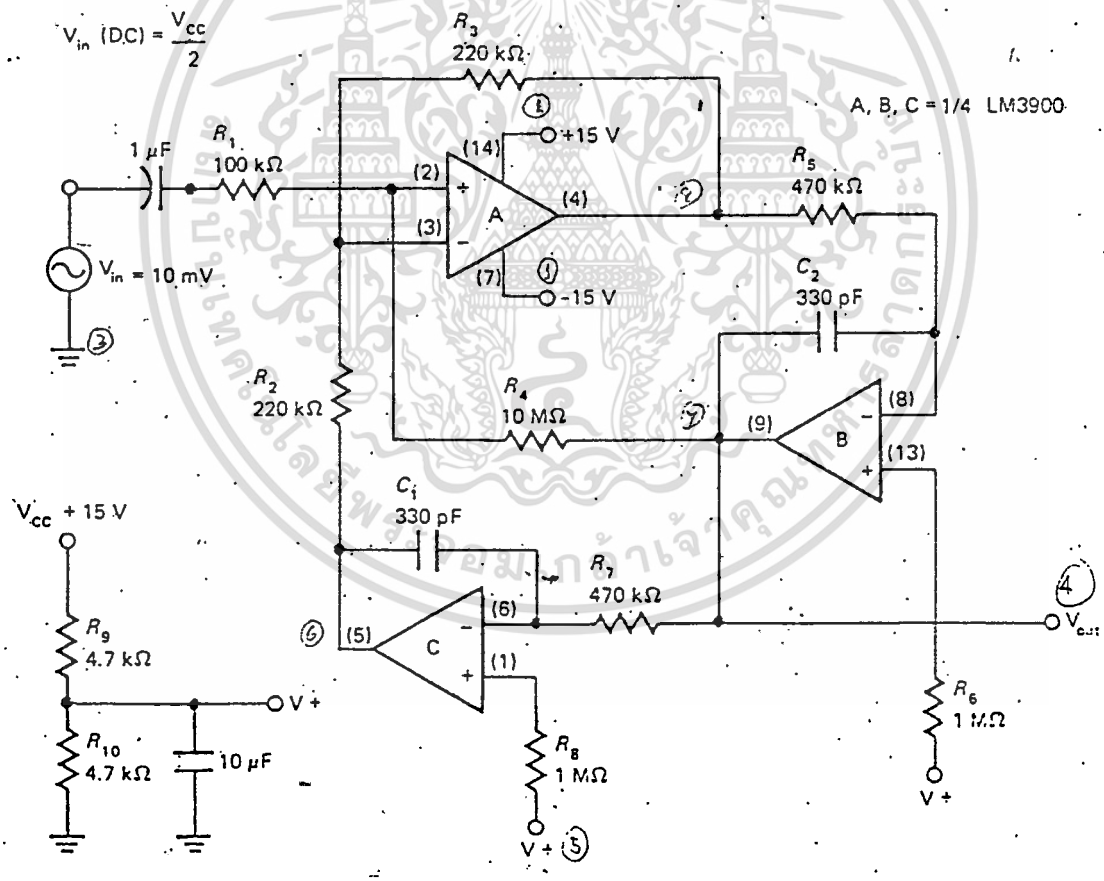
อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและการทดลอง

Oscilloscope, dual-trac, 5 in

Function generator, 10 Hz to 1 MHz

Digital multimeter

Power supply, ± 15 V, 50 mA.



รูป 3.1 วงจร band-pass active filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูป 3.1 โดยใช้อุปกรณ์ตามค่าที่กำหนดไว้ และน่าสัญญาณรูป sine wave โดยมีความถี่ในช่วง 1 kHz (800 - 1200 Hz) ทำการบันทึกค่า static voltage
2. ทำการวาดรูปของความถี่ตอบสนองทางด้าน o/p ของวงจรขยาย ที่มีสัญญาณ i/p ประมาณ 10 mV
3. วัดค่าและบันทึกค่า gain ของผลตอบสนอง H_o
4. จากจุดกึ่งกลางของความถี่ f_o และ $0.5f_o$ (f_l และ f_h) จงกำหนดค่า Q ของวงจร
5. ความถี่เท่าไรที่มีผลตอบสนองในช่วง f_l และ f_h

คำถาม

1. ในวงจร bi-quad active filtor จะมีวงจร integrators กี่ชุดที่ใช้ออกแบบ
2. ถ้า R_4 = 1 Mohm และ R_1 = 10 kohm , bandpass gain จะมีค่าเท่าไร
3. จะทำการเพิ่มค่า gain การขยายจะต้องทำการเพิ่มค่าอะไรในวงจร
4. ถ้าค่า f_o = 11 Hz, f_l = 8 Hz และ f_h = 14 Hz, ค่า Q ของวงจรเป็นเท่าไร

คำตอบ

1. 2 ชุด
2. 100
3. Q
4. Q = 1.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXPERIMENT 4 NOTCH FILTER

การทดลองที่ 4

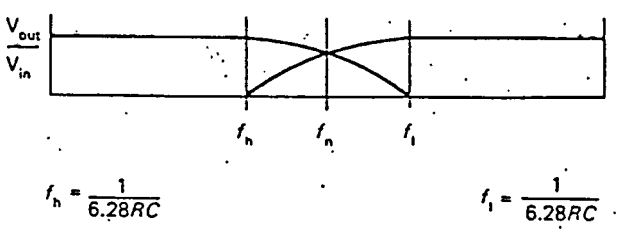
วัตถุประสงค์

เมื่อทำการทดลองเสร็จเรียบร้อย โดยมีการตรวจสอบ และการคำนวณจะทำให้เข้าใจ และ สามารถ

1. ออกแบบและคำนวณ Notch filter เฉพาะความถี่
2. ใช้ออฟแอมป์และอุปกรณ์ต่างๆในการสร้างวงจร Notch filter
3. ประยุกต์ใช้วงจร Notch filter ในการแก้ปัญหาในวงจรอื่นๆ

บทนำ

Notch filterเป็นตัวลดทอนที่เลือกความถี่ ภายในพาสแบนด์ของแอมฟลิไฟด์ ในอุปกรณ์การแพทย์หรือเซอร์โว-คอนโทรน ซึ่งการบันทึกต่าง ๆ โดยปกติจะมีความถี่ต่ำกว่า 40 Hz Notch filter จะถูกใช้ลดทอนการรบกวนจาก ความถี่ 60 Hz หรือ 50 Hz ของ power line อุปกรณ์ที่เป็น Notch filter จะไม่ถูกโหลดโดยแอมฟลิไฟด์ เพราะว่าออฟ-แอมป์มีอินพุทอินพิแดนซ์สูง

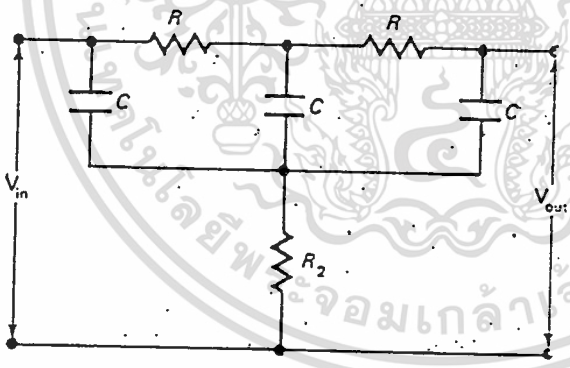


รูป 4.1 Notch-active filter.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 4.1 แสดงการรวมของ Low and High band-pass filter ซึ่ง notch ที่ปรากฏคือ จุดตัดของกราฟ

รูป 4.2 แสดงวงจร RC ในรูป 4.3 R_1, R_2, C_1, C_2 และ C_3 และตัวกำหนดความถี่ R_3 และ R_4 ประกอบเป็นส่วนป้อนกลับเพื่อจูนหาความถี่ส่วนที่เกิน



รูป 4.2 Filter-tuning element.

วงจรขยายเป็นแบบ นอนอินเวอร์ติ้ง มีเอาท์พุทอินพิแดนซ์ต่ำ เหตุนี้เงื่อนไขของการป้อนกลับระหว่าง R_3 และ R_4 จะทำให้เกิดการลดทอนได้ง่ายและเน้นที่ผลของโหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EQUATIONS

$$f_n = \frac{3}{6.28\ RC} \qquad (4.1)$$

เมื่อ f_n = Notch frequency

$R = R_1 = R_2$

$C = C_1 = C_2 = C_3$

$$\text{การลดทอน (db)} = -20 \log \frac{V_{out}}{V_{in}} \qquad (4.2)$$

$$Q = \frac{f_n}{f_H - f_L} \qquad (4.3)$$

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ไอซี:

MC 3403	1 ตัว

รีซิสเตอร์: 5% 1/4 w

8.2 k	1 ตัว
100 k	2 ตัว
10 k RPOT	1 ตัว

คาปาซิเตอร์: ดิส , ไมล่า , อีเลคโตรไลท์ 20% 25v

0.005 μF	3 ตัว
1 μF	1 ตัว

อุปกรณ์อื่นๆ:

IC socket 14-pin	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

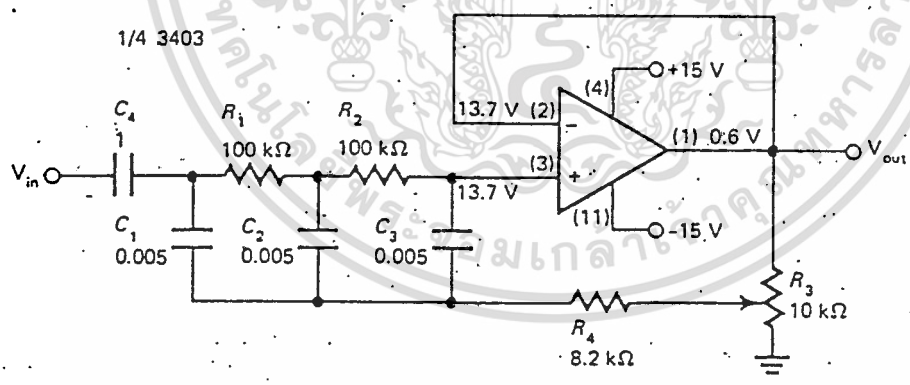
เครื่องมือวัดและใช้ในการทดลอง

ออสซิลโลสโคป 2 แชนเนล

ฟังชั่นเยนเนอร์เรเตอร์ 10 Hz - 1 MHz

ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

เพาเวอร์ซัพพลาย +_ 15 โวลท์ 50 มิลลิแอมป์



รูป 4.3 Adjustable notch filter

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามที่แสดงในรูป 4.3 โดยป้อน ความถี่เสียง 300-600Hzมีขนาด 0.1-0.3 โวลท์ บันทึกโวลท์เต็จ ขณะนั้น

2. ปรับความถี่เสียงจาก 20 Hz - 10 KHz สังเกตุโวลท์เต็จ โวลท์ที่เกิดขึ้นซึ่งความถี่ที่ผ่าน ช่วง Notch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปรับฟิลเตอร์คอนโทรนให้สัญญาณเอาท์พุตต่ำสุด

4. ทดลองทำหลาย ๆ ความถี่ จดค่า V_{out}/V_{in} สำหรับความถี่ระหว่าง 20-10 KHz แล้วนำมาเขียนกราฟ

5. ใช้สมการ (4.2) คำนวณการลดทอนในหน่วยเดซิเบล

6. ที่จุดครึ่งหนึ่งของโวลท์เต็จ 0.5 f_n จะกำหนด ค่า Q ของวงจรฟิลเตอร์

การค้นคว้า

7. ออกแบบและสร้าง 50 Hz line-frequency Notch filter

8. ออกแบบวงจรขยายมีอัตราการขยายเท่ากับ 1000 มีช่วงความถี่อยู่ระหว่าง 1-200 Hz ด้วย Q สูง (Q-25) ที่ 60 Hz

ตอบคำถาม

1. เอาท์พุทของ Notch filter คือ 3 โวลล์ และนอก Notch คือ 0.05โวลล์ การลดทอนมีค่า_____ในหน่วยเดซิเบล , ที่ถูกกระทำโดย notch?

2. วงจรขยายที่ใช้ในฟิลเตอร์คือวงจร (A) เฟสอินเวอร์เตอร์ , (B) นอนอิน-เวอร์เตอร์, (C) โวลล์เต็จฟอลโลเวอร์

3. ในวงจร Notch filter ถ้า กำหนดให้ $R_1 = R_2 = 100$ โอมห์ และ $C_1 = C_2 = C_3 = 0.02$ ความถี่ของ Notch คือ _____

4. ถ้าความถี่ของ notch คือ 2 KHz ความถี่ที่จุดต่ำ (3dB) = 1.8 Kz และ ความถี่ที่จุดสูง = 2.2 KHz Q ของ Notch จะมีค่าเท่าไร _____

คำตอบ

1. 35.56

2. C

3. 138 Hz

4. 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXPERIMENT 5 TWIN T-TUNED AMPLIFIERS

การทดลองที่ 5

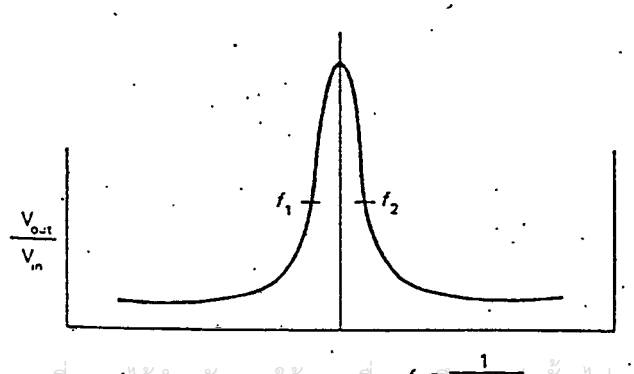
วัตถุประสงค์

1. ออกแบบ , โครงสร้างและคำนวณวงจรจูนแอมพลิไฟเออร์หรือพีคแบนด์พาส
2. ใช้ออฟ-แอมป์ และวงจร R C ออกแบบจูนนาเบิล แอมพลิไฟเออร์
3. ประยุกต์ วงจรจูนแอมพลิไฟเออร์เพื่อฝึกกับปัญหา

บทนำ

วงจร double T network เมื่อนำไปเป็นส่วนป้อนกลับแบบลบของวงจรแอมพลิไฟเออร์ มันจะไม่มีผลกับความถี่ที่ถูกเลือกไว้ ดังนั้นส่วนป้อนกลับจะลดลง เหตุนี้อัตราการขยายจะเพิ่มขึ้นเฉพาะความถี่ที่เลือกไว้ ที่ทุก ๆ ความถี่ที่สูง และต่ำกว่าความถี่ที่เลือกไว้จะมีอัตราการขยายลดลง

วงจรป้อนกลับส่วนที่สอง R_6, R_7 และ C_5 เป็นส่วนป้อนกลับแบบบวกสำหรับการเพิ่ม อัตราการขยาย และการตั้งจุด การทำงานที่เหมาะสมกับการออสบิลเลทต่ำ คาปาซิเตอร์ C_6 จะเพิ่มการป้อนกลับแบบลบ ซึ่งความถี่ที่ไม่ถูกสนใจจะสูงขึ้น คาปาซิเตอร์ C_7 เพื่อลดสัญญาณรบกวนความถี่สูงจากวงจรขยายส่วนแรก ในบางวงจรไม่จำเป็นต้องมี R_7 ควรจะเพิ่มค่าขึ้นเมื่อมีการออสซิลเลทเกิดขึ้น การเพิ่ม R_7 จะเป็นการลดการป้อนกลับแบบบวก รูปที่ 4.1 แสดงเคอฟเรสปอนท์ที่เกิดขึ้นโดย วงจรขยายที่มีอัตราการขยายสูง และมีค่า Q สูง



รูป 5.1 Band-pass response for a high-Q tuned amplifier.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EQUATIONS

$$f_r = \frac{1}{6.28\ R_3\ C_1} \qquad (5.1)$$

$$R_3 = R_4 = 2\ R_5 \qquad (5.2)$$

$$C_1 = C_2 = \frac{C_3}{2} \qquad (5.3)$$

$$Q = \frac{f_r}{d_f}$$

ที่ f_r

= ความถี่ตอบสนอง d_f

= ความแตกต่างของความถี่ที่จุดกึ่งกลางของเพาเวอร์ $(f_H - f_L)$

อุปกรณ์ที่ใช้การทดลอง

ไอซี:

MC3403	1 ตัว

ตัวต้านทาน: 5% 1/4 W

1 k	1 ตัว
22 k	1 ตัว
47 k	2 ตัว
180 k	1 ตัว
220 k	1 ตัว
470 k	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาปาซิเตอร์ : ดิส , ไมล่า , อิเลคโทรไลท์ 20% ,25โวลท์

100 PF	1 ตัว
0.005 μ	2 ตัว
0.01 μF	2 ตัว
0.1 μF	1 ตัว
5 μF	1 ตัว
10 μF	1 ตัว

อุปกรณ์อื่นๆ

ic socket 14-pin	1 ตัว

เครื่องมือวัดและใช้ในการทดลอง

Oscilloscope, dual-trace, 5 in.

ฟังชั่นเยนเนอเรเตอร์ 10 Hz ถึง 1 MHz

ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

ซัพพลาย +_ 15 โวลล์ 50 มิลลิแอมป์

ขั้นตอนการทดลอง

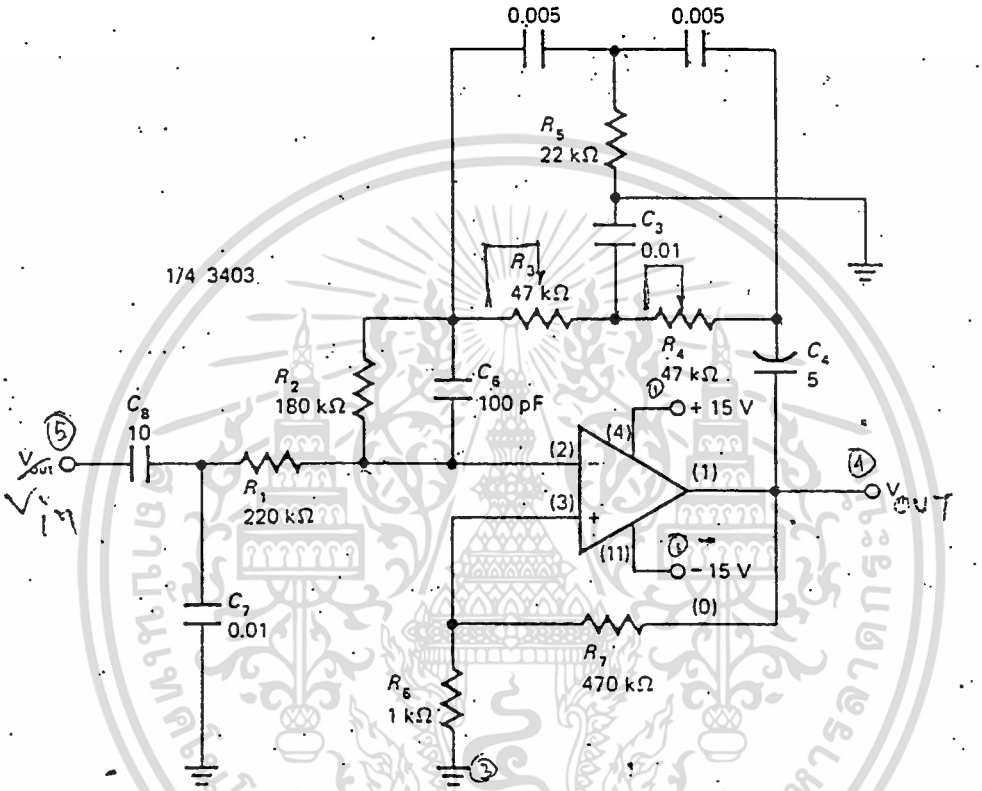
ในวงจร R_5 จะทำจากสองหรือมากกว่าสองค่า C_1 จะต้องแม็ทกับ C_2 และ R_3 จะต้องแม็ทกับ R_4 จากนั้นจัดส่วนประกอบ R C บริดช์ดวัยโอมห์มิเตอร์

1. วงจรแสดงในรูป 5.2 นี้ พล๊อตค่าความถี่ตอบสนองของวงจร และกำหนด f_L , f_H , f_h
2. จากค่า f_L คำนวณ C_1 และ R_3 และกำหนดค่าที่ถูกต้อง
3. คำนวณค่า Q ของวงจรที่จุดครึ่งหนึ่งของเพาเวอร์ซัพพลายสำหรับ f_H และ f_1
4. อัตราการขยาย G ของวงจรขยายที่ f_L คืออะรไ?
5. อะไรคืออัญญาณอินพุทสูงสุดที่ก่อนจะทำให้วงจรเกิดโอเวอร์โหลด
6. อินพุทอิมพิแดนซ์ R_{in} ของวงจรโดยมองเข้าไปด้าน C_s อ้างถึงการทดลอง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การค้นคว้า

7. ออกแบบวงจรขยายสำหรับระบบโทรศัพท์ ต้องการแบนด์วิดส์อยู่ระหว่าง 300 และ 3000 Hz เซนเตอร์ฟรีเควนซี f_r (1650 Hz) โดยปกติไลน์โทรศัพท์จะมีอินพุท และอิมพิแดนซ์ 600 โอมห์



รูป 5.2 Duble-T tuned amplifier.

ตอบคำถาม

1. ให้หาค่า C_1 สำหรับทวิน-ที จูนต์เมื่อ $R_3 = R_4 = 100$ K

2. จูนส์วงจรให้มีเซนเตอร์ฟรีเควนซี 1 Kz และ Q = 10 ให้หาความถี่สูงสุดและต่ำสุดของคอร์เนอร์ฟรีเควนซี

3. ในวงจรรูป 4.2, C_5 และ R_7 ทำให้เกิดฟีดแบลค _____

4. ถ้า R_7 มีค่าน้อยเกินไป วงจรอาจเกิดการออสซิลเลท ถูกหรือผิด

5. วงจรจูนส์มีเอาท์พุท 9 โวลท์ เมื่อมีอินพุท 0.1 โวลท์ อัตราการขยายในหน่วย เดซิเบล มีค่าเท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำตอบ

1. 318 pF
2. 950 และ 1050 Hz
3. บวก
4. ถูก
5. 39 dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXPERIMENT 6 HIGH Q TUNABLE - NOTCH FILTERS

การทดลองที่ 6

วัตถุประสงค์

1. ทำให้รู้จักและเข้าใจวงจร HIGH Q TUNABLE - NOTCH FILTERS
2. สามารถออกแบบ, สร้าง และ ทดสอบวงจร HIGH Q TUNABLE - NOTCH FILTERS
3. สามารถนำวงจร FILTER นี้ ไปใช้ประยุกต์ในการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาในวงจรอื่น ๆ
4. สามารถนำงวงจรขยายแบบ Gyrator นำไปใช้งานได้

บทนำ

วงจร Notch filter จากการทดลองที่ 4 มีการจำกัดค่าของการลดทอนสัญญาณของวงจร ซึ่งคือค่า Q และ Bandwidth นั้นเอง ค่าเอ๊าท์พุต อิมพิแดนซ์ ของวงจรขยายจะมีค่าต่ำ และค่าที่ต่ำนี้ของ R_{out} จะไปโหลดวงจร Tune ซึ่งเมื่อนำไปใช้กับในวงจรขยายชนิดอื่นที่มีอิมพิแดนซ์จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้

ในการทดลองนี้จะใช้วงจรขยาย 2 ส่วน ซึ่งในส่วน A จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณของวงจร และ ส่วน B จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็น Filter ของวงจรขยาย ซึ่งจะช่วยทำให้ค่า Q ของวงจร Notch มีค่าสูงขึ้น และทำให้ง่ายต่อการจูนค่าความถี่ของวงจร Filter นี้โดยเปลี่ยนคาปาซิเตอร์ C_1

ในการทดลองนี้สามารถทดสอบ, วิเคราะห์ และออกแบบวงจร Filter ชนิดปรับค่าได้ตามที่ต้องการ

EQUATIONS

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{2R_4} \qquad (6.1)$$

ถ้า $R_1 = R_2$ จะได้

$$R_4 = \frac{R_3}{2} \qquad (6.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f_n = \frac{1}{6.28\ R_4 \sqrt{C_1\ C_2}}$$

(Frequency of notch) (6.3)

$$Q = \frac{f_o}{f_H - f_c} \quad (6.4)$$

$$\text{Loss (dB)} = -20 \log \frac{V_{out}}{V_{in}} \quad (6.5)$$

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ไอซี:

MC3403	1 ตัว

รีซิสเตอร์: 5%, 1/4 วัตต์:

8.2 K	2 ตัว
15 K	1 ตัว
33 K	1 ตัว

คาปาซิสเตอร์: ดิส, ไมล่า, อิเลคทรอไลท์, 20%, 25 V:

0.003 μF	1 ตัว
0.02 μF	1 ตัว
1 μF	1 ตัว

อุปกรณ์อื่นๆ:

IC Socket, 14-pin	1 ตัว

เอกสารนี้มีไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทดลอง

1.ต่อวงจรตามรูป 6.1 โดยใช้อุปกรณ์ตามค่าที่กำหนดไว้ และ นำสัญญาณรูปคลื่น sine wave เข้าที่ input, ให้หา notch frequency.

2.ให้หาค่าการลดทอนสัญญาณในหน่วยเดซิเบลที่ Notch frequency.

3.ให้หาค่า Bandwidth (โดยใช้ค่า f_L และ f_H ที่จุด half-power) ของ Notch และจากค่าจุดกึ่งกลางของความถี่ (Center frequency) xกับจุดครึ่งหนึ่งของกำลัง (Half-power) ให้คำนวณหาค่า Q

4.ให้ลดค่าสัญญาณ INPUT ลงเป็น 0 และวัดค่าสัญญาณรบกวนที่ OUTPUT ของวงจรขยาย

5.ให้หาค่า Over Bandwidth ของวงจรขยาย

6.ให้เขียนกราฟพื้นที่ของ Notch ว่ามีรูปร่างเป็นหลุม (Hole symmetrical) หรือไม่

7.ให้เปลี่ยนค่า C_1 เป็น 0.2 μF และหาค่าความถี่ที่สามารถจูนได้ และเปลี่ยนค่าของ C_1 ตามตาราง 6.1

ตาราง 6.1 CENTER NOTCH FREQUENCY

ค่า C_1	ค่าความถี่ Notch (f_o)
100 pF	
0.001 μF	
0.01 μF	
0.05 μF	
0.1 μF	6150 Hz
0.2 μF	4335 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

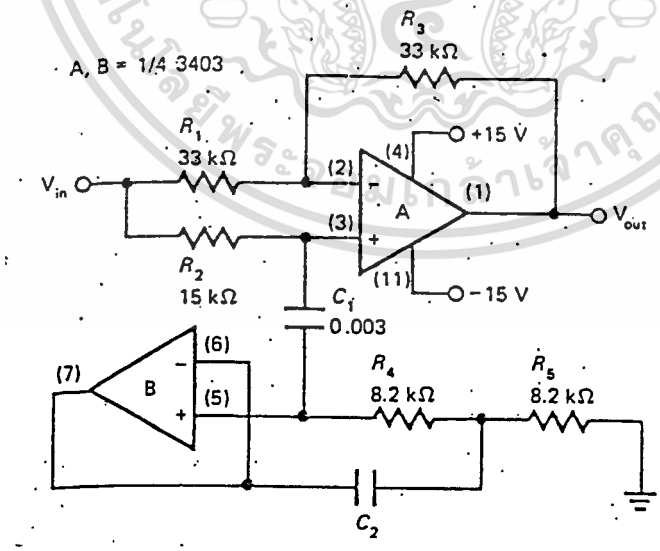
อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและทดลอง:

Oscilloscope, dual-trace, 5in

Function generator, 10 Hz to 1 MHz

Digital multimeter

Power supply, ± 15 V, 50 mA



รูป 6.1 Tunable notch - active filter.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอบคำถาม

1.วงจร 60 Hz Gyrator notch filter มีรีซิสเตอร์ R_4 = 8.2 K และ C_2 = 1 μF, ให้หาค่าของ C_1

2.จากการทดลองที่ได้เมื่อป้อนความถี่ต่างๆ ค่าอัตราการขยายของความถี่ที่อยู่ใต้และบนของความถี่ Notch นั้น เหมือนกันหรือไม่, อย่างไร

3.ค่า V_{out} ของวงจรขยายมีค่าต่ำกว่า Notch เท่ากับ 3.5 V และมีค่าแรงดันเอ๊าพุทในวงจร Notch เท่ากับ 10 mV ให้หาค่าลดทอนสัญญาณของ Notch ในหน่วยของเดซิเบล

4.ถ้าค่าความถี่กึ่งกลางของ Notch เท่ากับ 60 Hz และค่ากึ่งกลางระหว่างการขยายทางด้านความถี่ต่ำและสูงมีค่าเท่ากับ 55 และ 65 Hz ให้หาค่า Q ของวงจร Notch filter นี้

คำตอบ

1. 0.1047 μF
2. ไม่เท่ากัน, การขยายที่อยู่เหนือ Notch จะต่ำกว่า
3. 50.88 dB
4. 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXPERIMENT 7 TUNABLE-CENTER FREQUENCY ACTIVE FILTERS

การทดลองที่ 7

วัตถุประสงค์

1. ทำให้รู้จักและเข้าใจวงจร TUNABLE-CENTER FREQUENCY ACTIVE FILTERS
2. สามารถออกแบบ, สร้าง และ ทดสอบวงจร TUNABLE-CENTER FREQ. FILTERS
3. สามารถนำวงจร FILTER นี้ ไปใช้ประยุกต์ในการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาในวงจรอื่น ๆ
4. สามารถใช้ IC ในการออกแบบ BAND PASS FILTER.

บทนำ

ในการเปลี่ยนค่าของการ FILTER อย่างน้อยสองส่วนหรือมากกว่านั้นจะต้องปรับเพื่อจะหาค่าความถี่กึ่งกลางในการ FILTER ในการทดลองนี้ในวงจรจะใช้ AMPLIFIER เพียงตัวเดียว ซึ่งความต้านทานจะเป็นตัวกำหนดค่ากึ่งกลางความถี่โดยไม่ต้องเปลี่ยน BANDWIDTH.

ในวงจรที่แสดงในรูป ค่าความต้านทาน ของ R_3 จะเป็นตัวกำหนด CONTER FREQUENCY โดยการปรับไม่ต้องเปลี่ยนแปลง GAIN ของวงจรหรือ BANDWIDTH เลย GAIN ของวงจร (Vout/Vin) จะประมาณ 20

EQUATIONS

$$R_1 = \frac{1}{6.28dG_c} \qquad (7.1)$$

$$R_2 = \frac{1}{3.14d_c} \qquad (7.2)$$

$$R_3 = \sqrt{\frac{1}{6.28\ C[(2f_o^2/d)-dG]}} \qquad (7.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ G = อัตราการขยายของแรงดัน

d = 3-dB Bandwidth

C = ค่า C_1 C_2

fo = ค่าความถี่กึ่งกลาง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ไอซี:

MC3403 1 ตัว

รีซิสเตอร์: 5%, 1/4 วัตต์:

2.7 K 2 ตัว

150 K 1 ตัว

5 K Potentiometer 1 ตัว

คาปาซสเตอิร: ดส์, ไมลา, อ่เลคทิรอไลท, 20%, 25 V:

0.01 μF 1 ตัว

อุปกรณ์อื่นๆ:

IC Socket, 14-pin 1 ตัว

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและทดลอง:

Oscilloscope, dual-trace, 5in

Function generator, 10 Hz to 1 MHz

Digital multimeter

Power supply, $\pm$ 15 V, 50 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอบคำถาม

1.Tunable band pass amplifier มีใช้ในงานใดบ้าง

2.วงจรในการทดลองนี้ เป็นการใช้ inverting amplifier ด้วยการจูนสัญญาณป้อนกลับใช่หรือไม่

3.ถ้าอัตราการขยายของการวงจรขยายกว้างมากเกินไป จะทำให้วงจรเกิดอะไรได้

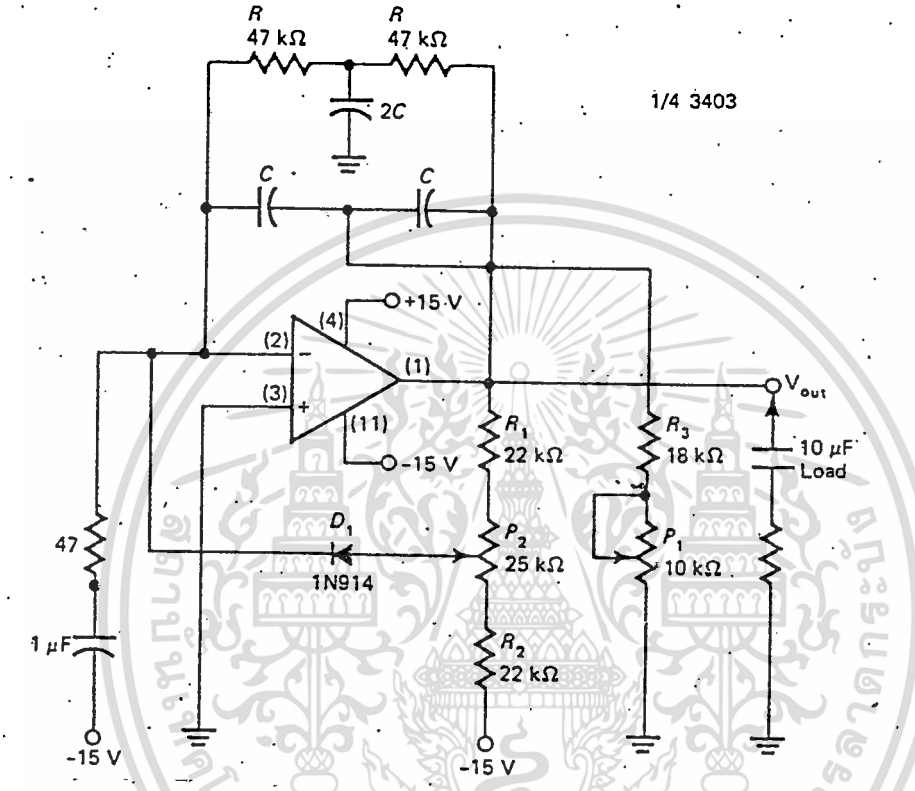
คำตอบ

1.Telecomunication, telephone, data transmission

2.ใช่

3.ออสซิเลท (Oscillate)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 8.1 Phase shift oscillator, sine wave output

EQUATION

$$f = \frac{1}{6.28\ RC} \qquad (8.1)$$

$$R_3P_1 = \frac{R}{2} \qquad (8.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ไอซี :

MC3403	1 ตัว

Diode :

1N914	1 ตัว

รีซิสเตอร์: 5% 1/4 วัตต์:

47 โอมห์	1 ตัว
18 กิโลโอมห์	1 ตัว
22 กิโลโอมห์	2 ตัว
33 กิโลโอมห์	1 ตัว
47 กิโลโอมห์	2 ตัว

รีซิสเตอร์โพเทนติโอมิเตอร์:

10 กิโลโอมห์	1 ตัว
100 กิโลโอมห์	1 ตัว
25 กิโลโอมห์ม	1 ตัว

คาปาซิเตอร์ 20% , ดิสจ์ , ไมล่า , อีเล็คโทไลท์ 25โวลท์:

1 ไมโครฟารัด	1 ตัว
10 ไมโครฟารัด	1 ตัว

อุปกรณ์อื่นๆ:

IC Socket, 14-pin	1 ตัว

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและทดลอง:

ออสซิลโลสโคป 2 แทรก

ฟังชั่นเยนเนอร์เรเตอร์ 10 Hz ถึง 1 MHz

ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

แหล่งจ่ายไฟ +- 15 โวลท์, 50 มิลลิแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทดลอง

หมายเหตุ: ในการทดลอง ค่า P_2 ที่แสดงเป็นค่าที่มีผลจริง ในการใช้ เราใช้ 100 กิโลโอมห์ ขนานกับ 33 กิโลโอมห์ ในวงจร

1. เลือกค่าคาปาซิเตอร์ที่ทำให้เกิดความถี่ 1 KHz สร้างวงจรและดูการออสซิลเลทที่เอาท์พุท ความถี่ที่เกิดขึ้นจริงมีค่าเท่าไร

2. วัดเปอร์เซนต์ความผิดเพี้ยนที่เอาท์พุท (ถ้ามีดิสตรอชั่นมิเตอร์) และปรับวงจรให้ผิดเพี้ยนน้อยที่สุด

3. ทำการโหลดเอาท์พุทผ่านเอาท์พุทคาปาซิเตอร์ และรีซีสเตอร์กับกราวด์ และลดค่าของสัญญาณเอาท์พุท ถึงค่าโวลท์เอาพุทหาร 2 อธิบายผลที่เกิดขึ้น สัญญาณเอาท์พุทโวลท์เต็จที่ไม่ผิดเพี้ยนสูงสุดคืออะไร

4. ทำอย่างไรออสซิลเลเตอร์มที่ถูกโหลดจึงจะไม่มีผลของความผิดเพี้ยน หรือความถี่ผิดไป

5. ออกแบบออสซิลเลเตอร์ความถี่ 300 Hz

6. ให้ประมาณค่าความถี่สูงสุดของไอซีที่ใช้อยู่มีค่าเท่าไร? ชิพไอซีอะไรที่คุณจะแนะนำสำหรับใช้ที่ความถี่สูงกว่านี้?

ตอบคำถาม

1. วงจรชนิดใดที่ใช้ป้อนกลับ

2. ความถี่ออสซิลเลเตอร์จะถูกชิพเมื่อต่อโหลด เพราะว่าอิมพิแดนซ์ทางด้านเอ้าพุทมีค่าเท่าใด

3. ค่าของ $R_3 + P_1$ ควรจะเท่ากับ _____ ของ R_1

4. อะไรเป็นตัวกำหนดความถี่สูงสุดของออสซิลเลเตอร์

5. อะไรเป็นตัวกำหนดเอาท์พุทโวลท์เต็จสูงสุด

คำตอบ

1. ทวินส์-ที

2. สูง

3. หนึ่งเท่าครึ่ง

4. ความถี่ตอบสนองของไอซี

5. เพาเวอร์ชิพพลาย

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXPERIMENT 9 WIEN-BRIDGE OSCILLATOR

การทดลองที่ 9

วัตถุประสงค์

1. ทำให้สามารถออกแบบและคำนวนวงจรออสซิลเลเตอร์ โดยใช้วงจร ลิเนียร์
2. ทำให้สามารถออกแบบเวนด์บริดจ์-ออสซิลเลเตอร์ตามความถี่ที่ต้องการได้
3. วัดเอาท์พุท อิมพิแดนซ์ และความถี่ของเวนด์บริดจ์ออสซิลเลเตอร์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจดีขึ้น ซึ่งความต้องการบัฟเฟอร์ในระบบที่ใหญ่กว่า

บทนำ

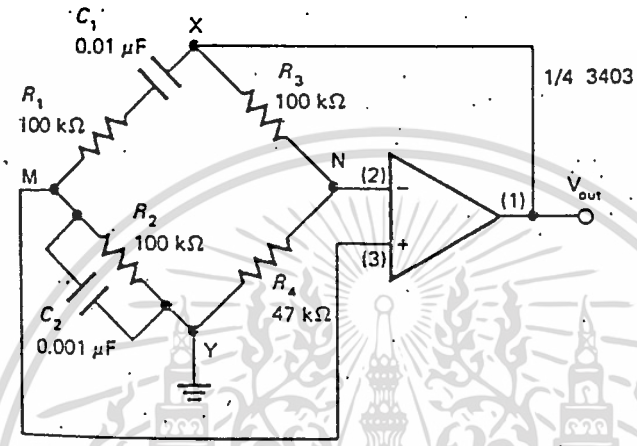
เวนด์บริดจ์ออสซิลเลเตอร์ คือตัวกำหนด สัญญาณไซน์เวฟ ซึ่งใช้วงจรบาลานท์บริดจ์ที่อินพุท และเอาท์พุทวงจรขยายจะเป็นตัวผลิตบริดจ์โวลท์เต็จ

ในวงจรรูปที่ 9-1 R_1, C_1 และ R_2, C_2 จะเป็นตัวกำหนดความถี่ อัตราการขยายของวงจรขยายจะต้องมากกว่า 2 สำหรับการออสซิลเลทอัตราการขยายถูกกำหนดโดยอัตราส่วนรีซีสเตอร์ป้อนกลับ R_3 และอินพุทรีซีสเตอร์ R_4 ค่าที่แสดงนี้สำหรับอัตราการขยายประมาณ 2

โวลต์เต็จบาลานท์ดิฟเฟอร์เรนเชียล คือ ตำแหน่ง M และ N ในรูป 9-1 จุด X และ Yเป็นโวลท์เต็จซอร์สสำหรับบริดจ์

ซีเนอร์ไดโอดใช้ทำให้การออสซิลเลทคงที่ และมันเป็นสัมประสิทธิของอุณหภูมิ เช่น แร็มป์ วงจรเวนด์บริดจ์จะใช้โดยปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 9.1 Bridge circuit equipment, Wien-bridge oscillator

EQUATION

$$f_o = \frac{1}{6.28RC} \qquad (9.1)$$

ที่ $R_1 = R_2$ และ $C_1 = C_2$

$$W_o^2 = \frac{1}{R_1R_2C_1C_2} \qquad (9.2)$$

ที่ $W_o = 6.28\ f_o$

$$f_o = \frac{1}{6.28\ /\ R_1R_2C_1C_2} \qquad (9.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

IC MC 3403 1 ตัว

ซีเนอร์ไดโอด 1N4733 2 ตัว

รีซัสเตอร์ 5% 1/4 วัตต์

R 3.3 กิโลโอมห์ 1 ตัว

R 2.7 กิโลโอมห์ 1 ตัว

R 100 กิโลโอมห์ 2 ตัว

R 10 กิโลโอมห์ โพเทนติโอมิเตอร์ 1 ตัว

R 100 กิโลโอมห์ โพเทนติโอมิเตอร์ 1 ตัว

คาปาซิเตอร์ 20% , ดิสจ์ , ไมล่า , อีเล็คโทรไลท์ 25โวลต์

C 0.001 ไมโครฟารัด 1 ตัว

C 0.01 ไมโครฟารัด 1 ตัว

C 25 ไมโครฟารัด 1 ตัว

ซอกเกตไอซี 14 ขา 1 ตัว

อุปกรณ์การตรวจสอบ

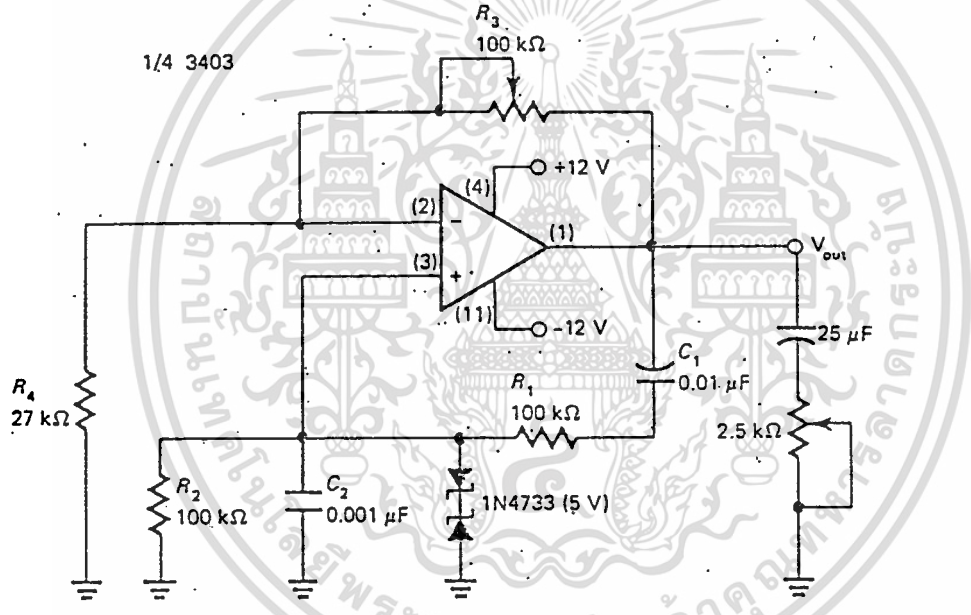
ออสซิลโลสโคป 2 แทรก

ฟังชั่นเยนเนอร์เรเตอร์ 10 Hz ถึง 1 MHz

ดิจิตอลมิลติมิเตอร์

เพาเวอร์ซัพพลาย +- 15 โวลท์, 50 มิลลิแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 9-2 Wien-bridge oscillator, sine-wave output.

ขั้นตอนการทดลอง

หมายเหตุ ค่าของโพเทนติโอมิเตอร์ ในวงจรโหลดเป็นค่าที่มีผล การโหลดคุณควรจะใช้ รีซีสเตอร์ 3.3 กิโลโอมห์ ขนานกับโพเทนติโอมิเตอร์ 10 กิโลโอมห์

1.ต่อวงจรและปฏิบัติ, จดบันทึกรูปร่างของเอาท์พุทที่ไม่ผิดเพี้ยนสูงสุด ความถี่ออสซิสเตอร์คืออะไร?

2.ใช้สมการ (21.1),(21.2),(21,3) คำนวณความถี่ของออสซิลเลท และทำการวัดค่า

3.เอาท์พุทโหลด (คาปาซิเตอร์และรีซีสเตอร์) เพื่อลดเอาท์พุทโวลท์เต็จถึง 0.5 โวลท์อะไรคือเอาท์พุทอิมพิแดนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ยืนยันอัตราส่วนของ R_3 ต่อ R_4 จำต้องมากกว่า 1 โดยการเปลี่ยน R_3 เป็น 47 กิโลโอมห์

5. วัดความผิดเพี้ยนที่เอาท์พุทโวลท์เต็จของซิลเลเตอร์โดยใช้ดิสตรอชั่นมิเตอร์ถ้าหาได้

การค้นคว้า

6. เวนด์บริดจ์ออสซิลเลเตอร์ คือ เยนเนอร์เรเตอร์ออดิโอ ซึ่งมีการประยุกต์ใช้ในระบบคอมมูนิเคชั่นอุตสาหกรรมและธุรกิจการผลิต

คำนวณค่าอุปกรณ์ที่ทำให้วงจรทำงานที่ความถี่ 1 KHz

ที่ $C_1/C_2 = 10$

$C_1 = C_2$

$R_1 = R_2$

ตอบคำถาม

1. สัญญาณเอาท์พุทสูงสุดถูกกำหนดโดย_____

2. สัญญลักษณ์ W หมายถึง_____

3. วงจรออสซิลเลทเพราะว่าทั้ง_____และ_____ถูกป้อนกลับมา

4. เพื่อป้องกันความถี่ชิฟไปเมื่อโหลด, วงจรขยาย ควรต่อ_____จากออสซิลเลเตอร์ก่อน

5. ถ้าซัพพลายถูกลดเหลือ +- 5 โวลท์ไซน์เวฟจะเกิดขึ้นไหม?

คำตอบ

1. ชีเนอร์ไดโอด
2. $6.28\ f_o$
3. บวก, ลบ
4. บัฟเฟอร์
5. ไม่เกิด, ชีเนอร์ไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXPERIMENT 10 LINEAR VOLTAGE RAMP GENERATOR

การทดลองที่ 10

วัตถุประสงค์

1 สามารถออกแบบ,สร้าง,และทดลอง วงจร Linear Voltage Ramp Generator ซึ่งจะใช้ในวงจร Sweep, Modulation,Itegration เป็นต้น

2 รู้จักวิธีการใช้ Transistor ทำเป็นวงจร Constant Current จ่ายให้กับวงจร Capacitor-Charging

3 รู้จักใช้ IC Timer ธรรมดา ทำเป็นวงจร Ramp Generator

ทฤษฎีพื้นฐาน

ในการทดลองนี้ IC 556 ถูกนำมาทำเป็นวงจร Voltage Ramp Generator โดยมี Q_1, R_3 และ R_4 ทำหน้าที่เป็นวงจร Constant-Current Source ซึ่งจะทำให้เกิด Linear Ramp ขึ้น ดังรูป 30-1

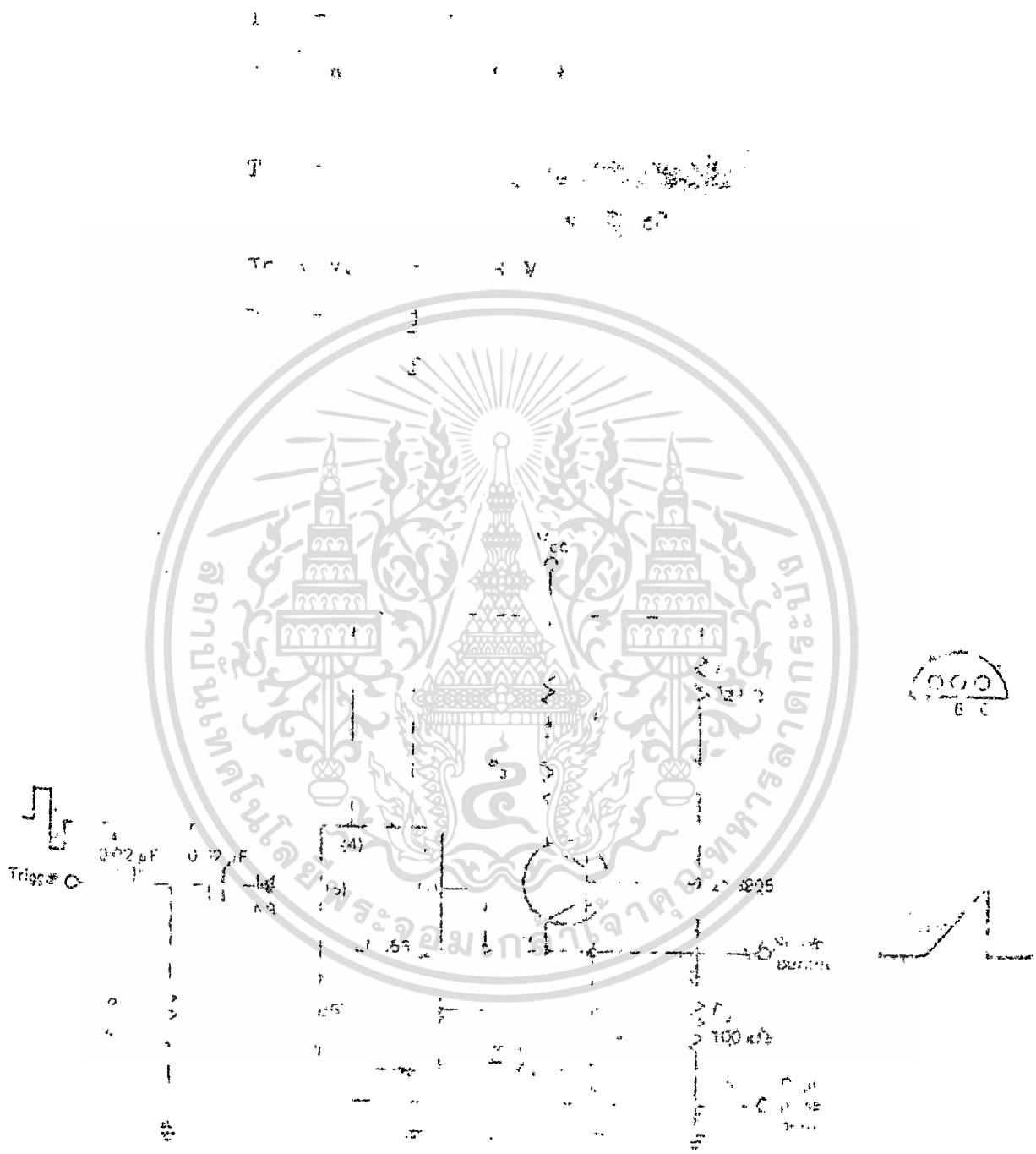
C_1 จะ Charge ประจุ จาก 0 จนถึง 2/3 Vcc ซึ่งจะทำให้เกิด Ramp Period ขึ้น ตามสมการ 30.3 Resister R_1 และ R_2 จัดไฟ Bias ให้แก่ Transistor ส่วน R_4+R_3 ก็คือ R_E นั่นเอง และ R_A ก็คือ R_E+R_{CE}

สมการ

$$I_c = \frac{Vcc-Vb-Vbe}{Re} \qquad (10.1)$$

โดยที่ Vbe = Base-To-Emitter Voltage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ACTIVE DEVICE:

LM	556	1	ตัว
2N	3905	1	ตัว
1N	914	1	ตัว

RESISTOR: 5%,1/4 W

10k โอห์ม		1	ตัว
22k โอห์ม		1	ตัว
47k โอห์ม		1	ตัว
100kโอห์ม		1	ตัว
100kโอห์ม		1	ตัว (Potentiometer)

CAPACITOR: DIS,20%,25V

0.01μF	2	ตัว
0.02μF	2	ตัว

MISCCELLANEOUS:

IC SOCKET,14 PIN	1	ตัว

TEST INSTRUMENT:

OSCILLOSCPOE,DAUL-TRACE

FUNCTION GENERRATOR,10 H_z TO 1MH_z

DIGITAL MULTIMETER

POWER SUPPLY,$\pm$ 15V,50mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

1.นำชุดทดลองที่ 30 เสียบลงบนชุดทดลอง Power Supply ปรับ Vcc ให้ได้ +15V ปรับ SW_1 ไปที่ 0.01μF แล้วค่า Static Voltage ของ IC และ Q_1

2.ป้อนสัญญาน Square-Wave ความถี่ ประมาณ 150 H_z เข้าที่ขา Trigger

3.ใช้ Oscilloscope วัดสัญญานที่เกิดขึ้นที่ Sweep Output,Trigger Input และ Digital Pulse Output โดยใช้ Time Base เดียวกัน โดยปรับ R_4 ให้มีค่ามากที่สุด

4.ณ จุดใดของ R_4 ที่ทำให้เกิด สัญญาน Ramp ออกมา?

5.ปรับ SW_1 ไปที่ 0.1μF ซึ่งทำให้ C_1 มีค่า=0.1μF แล้วทดลองเหมือนข้อ 3 และ 4

ตอบคำถาม

1.สัญญาน Trigger Pulse มีผลต่อสัญญาน Output Ramp หรือไม่?

2.สัญญาน Outpulse ที่ได้จาก Pin5 เป็นชนิด Negative Going หรือ Postive Going?

3.สัญญาน Trigger ที่ตกคร่อม R_5 เป็นทั้ง บวก และ ลบ ใช่หรือไม่?

4.ถ้า C_1 มีค่ามากขึ้น ค่าของ Ramp Time จะมีค่า_____

5.Diode In 914 จะทำให้ IC ได้รับ เฉพาะ Pulse_____

คำตอบ

1.มีผล

2.Positive Going

3.ใช่

4.กว้างขึ้น

5.ลบ

6.ประมาณ 5V (เมื่อ V_{cc}=+15V)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXPERIMENT 11 LINEAR SWEEP GENERATOR

การทดลองที่ 11

วัตถุประสงค์

1. ทำให้สามารถออกแบบ, สร้างและทดสอบวงจร LINAER SWEEP GENERATOR ที่ใช้ในวงจร MODULATION, SWEEP และ INTEGRATION ได้

2. รู้จักนำ TRANSISTOR มาทำเป็นวงจร CONSTANT-CURRENT SOURCE ที่ใช้สำหรับวงจร CAPACITOR-CHARGING ได้

3. สามารถนำวงจร TIMER มาใช้กับการกำเนิดแรงดันทุกๆแบบ

ทฤษฎีพื้นฐาน

ในการทดลองนี้ IC 556 ถูกนำมาประกอบเป็นวงจร ASTABLE MULTIVIBRATOR ร่วมกับ PNP TRANSISTOR โดยที่ขา 2 และขา 6 ต่อถึงกัน C_1 จะถูก CHARGE โดยผ่าน R_4, R_3 และ R_{c1} จนกระทั่งมีค่าเท่ากับ 2/3 V_{cc} และจะ DISCHARGE ผ่าน R_5 วงจร CONSTANT CURRENT SOURCE จะทำให้ OUTPUT SWEEP ที่ออกมาเป็นเส้นตรง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ACTIVE DEVICE

LM556	1	ตัว	
2N 3905	1	ตัว	

RESISTORS : 5%, 1/4 W

470 โอห์ม	1	ตัว	
2.2K โอห์ม	2	ตัว	
10K โอห์ม	1	ตัว	
22K โอห์ม	1	ตัว	
100K โอห์ม	2	ตัว	(POTENTIOMETER)

CAPACITOR;

0.001μF	1	ตัว	
1μF	1	ตัว	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MISCILLANEOUS;

TRANSISTOR SOCKET	1	ตัว
IC SOCKET 14 ขา	1	ตัว

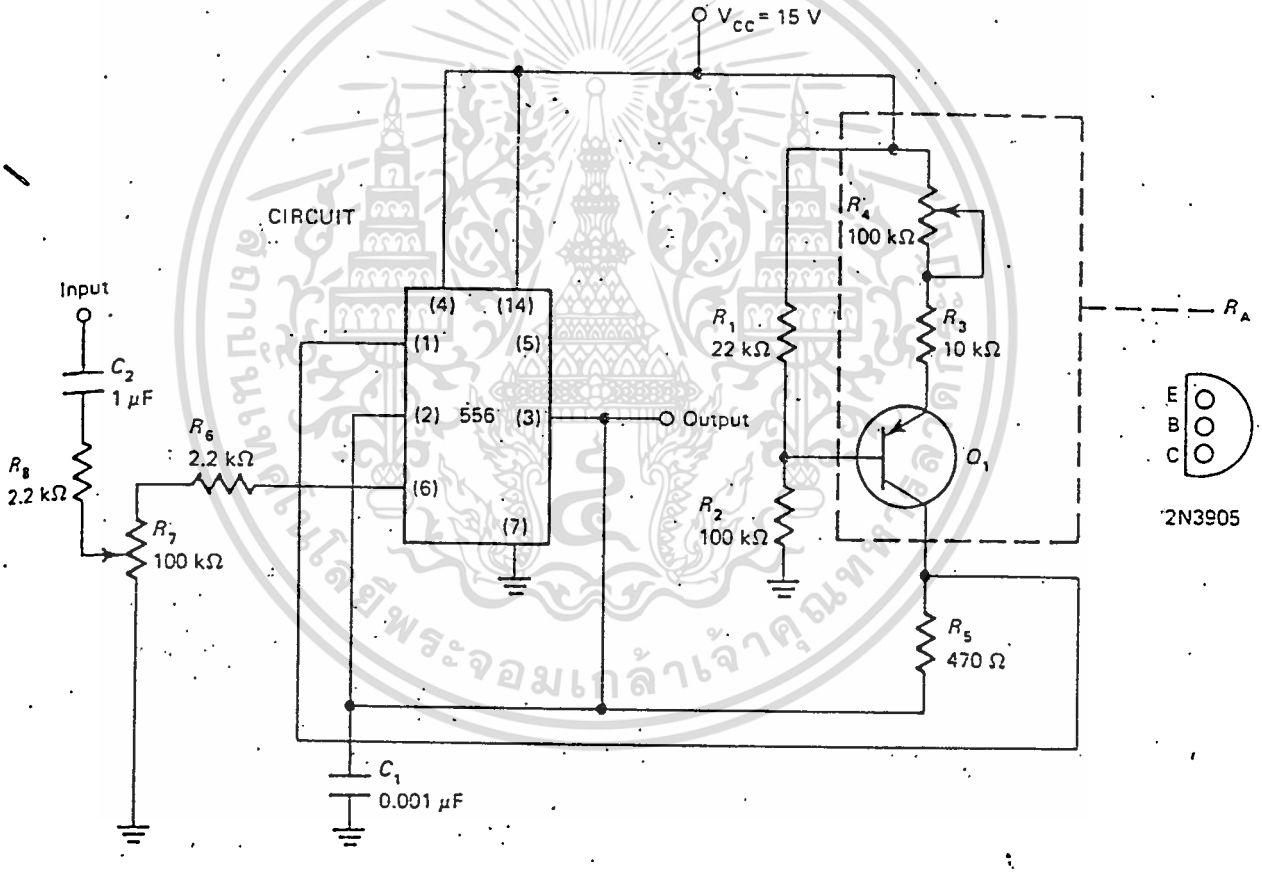
TEST INSTRUMENTS;

OSCILLOSCOPE

FUNCTION GENERATOR

MULTIMETER

POWER SUPPLY ± 15V,50mA



รูปที่ 11.1 Linear sweep generator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

1.นำชุดทดลองประกอบเข้ากับชุด SUPPLY ใช้ MULTIMETER วัดแรงดันที่เกิดขึ้นที่ Q_1 และ IC 556

2.ใช้ OSCILLOSCOPE วัด TIME PERIOD และ AMPLITUDE ของ PLUSE ที่ ออกมาที่ขา 2 ของ IC 556 โดยที่ R_A ปรับไว้ที่สูงสุด และต่ำสุด ย่านความถี่ที่ได้อยู่ในช่วงใด?

3.เปลี่ยน C_1 เป็น 0.22μF และทำเช่นเดียวกับข้อ 2 ย่านความถี่ที่ได้อยู่ในช่วงใด?

4.เปลี่ยน MODE ของ SCOPE เป็น EXTERNAL SYNC ต่อ OUTPUT ของวงจรนี้เข้ากับ HORIZONTAL INPUT ของ SCOPE และให้ SINE WAVE VOLTAGE ที่ INPUT ของ VERTICAL AMPL ของ SCOPE และที่ INPUT ของวงจรนี้ เราจะได้ 1 CYCLE ของสัญญาน 100 H_z ซึ่งหมายความว่าในการ SWEEP ทางแนวนอนของ SCOPE 1 ครั้ง จะเกิดขึ้นทุกๆ 0.01 วินาที นั่นคือ OUTPUT ของวงจร RAMP GENERATOR ย่อมมีความถี่ 100 H_z ด้วย

หมายเหตุ ขา INPUT ของวงจรนี้ออกแบบมาเพื่อทำให้เกิดการ SYNC กันกับการ DISPLAY ของ SOPE ผ่านทางวงจร VOLTAGE DIVIDER ซึ่งประกอบด้วย R_6 R,และ R_9 โดยมี C_2 คอยกันไฟ DC ที่มาจาก FUNTION GENERATOR ให้ใช้ AMPLITUDE ของ FUNCTION GENERATOR ที่เหมาะสมเพื่อที่จะทำให้ภาพที่ได้ไม่เลื่อน

5.ภาพที่ได้จากจอ SCOPE SYMMETRY กันหรือไม่ ถ้าได้ภาพที่ได้ไม่ SYMMETRY กัน แสดงว่าเกิดอะไรขึ้น?

คำถาม

1.ถ้าวงจรที่ใช้ในการทดลองนี้ ถูกใช้เป็นภาค SWEEP ของ OSCILOSCOPE อุปกรณ์ใดที่จะถูกปรับ เพื่อเพิ่ม SWEEP TIME?

2.เช่นเดียวกับข้อ 1 OUTPUT ของวงจรนี้ก็คือ_____ SWEEP ที่ใช้สำหรับควบคุม HORIZONTAL PLATE ทั้ง 2 ของ SCOPE

3.ในการ TIGE ให้เกิดการ SWEEP สัญญานที่ด้าน INPUT จะต้องเป็นแบบ_____

4.อะไรที่แสดงถึงค่าแรงดันสูงสุดของสัญญาน SWEEP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>คำตอบ</u>

1. R_3 หรือ C_1
2. DIFERRENTIAL
3. NEGATIVE GOING
4. tV_{cc}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

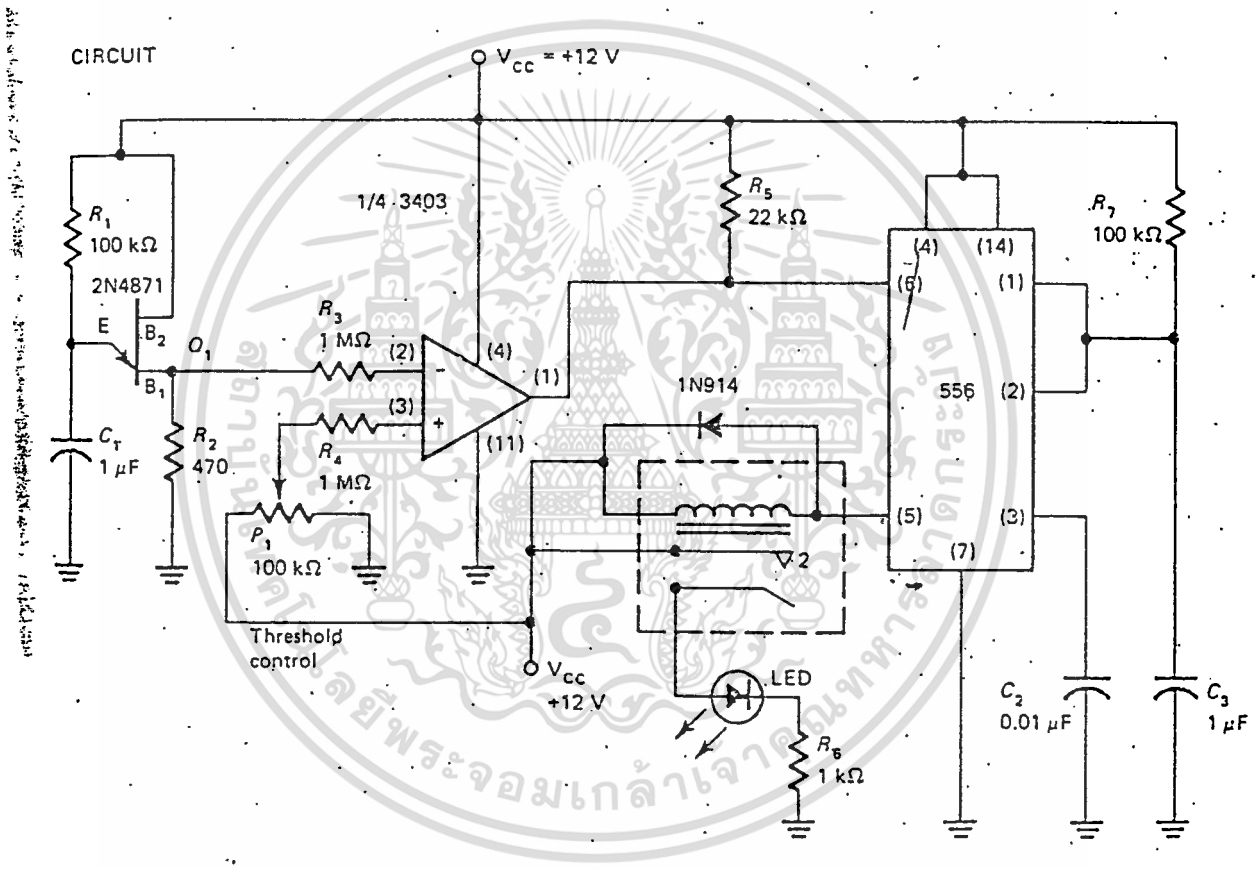
EXPERIMENT 12 MISSING-PULSE DETECTOR

การทดลองที่ 12

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้รู้จักการนำ IC 555/556 มาตรวจจับการหายไปของ Pulse

2. สามารถนำความเข้าใจพื้นฐานนี้ไปปรับปรุงใช้กับวงจรที่เกี่ยวข้องกับ เครื่องมือสื่อสารหรือ เครื่อมือทางการแพทย์ได้



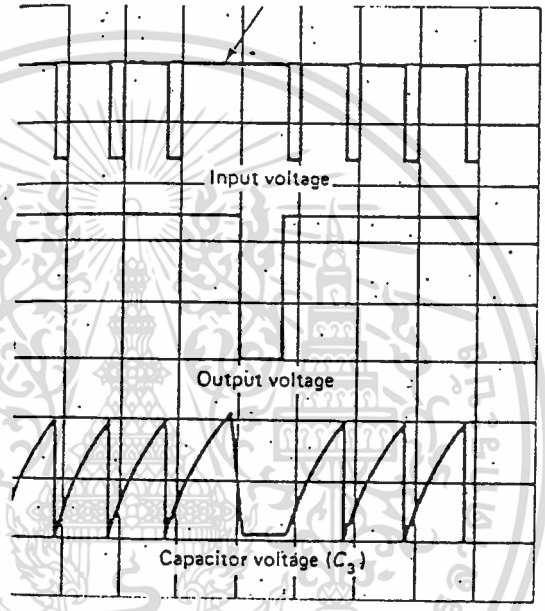
รูปที่ 12.1 MISSING PULSE GENERATOR

ทฤษฎีพื้นฐาน

จากวงจรในรูปที่ 12.1 วงจร Oscillator (Q_1) จะกำเนิด Positive-Going Pulse ออกมา ซึ่งจะถูกส่งไปยัง Inverting Input ของ Op-Amp ขนาด Period ของ Pulse จะมีค่าเท่ากับ R_1C_1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร Comparator จะกำเนิด DC Voltage ออกมาเพื่อ ควบคุม วงจร Timer ในวงจรนี้ขา Non-Inverting ของ Op-Amp จะถูก Set ให้มีค่าประมาณ 8V DC โดย Pot 100k โอห์ม ซึ่งจะทำให้เกิด Pulse ด้านลบออกมา ส่งไปยังขา 6 ของ IC 556 ซึ่งทำให้ Output Pin 5 ของ IC 556 ได้ประมาณ Vcc ซึ่งจะทำให้ Relay ไม่ทำงาน แต่ถ้าเมื่อใด ไม่มี Pulse ออกมาจากวงจร Oscillator จะทำให้ Output ของOp-Ampเป็นบวกมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ขา 5 ของ IC 556 เป็น 0 ซึ่งจะทำให้ Relay ทำงาน จนกว่าจะมี Pulse เข้ามาจาก Oscillator อีกที ดังรูปที่ 12.2

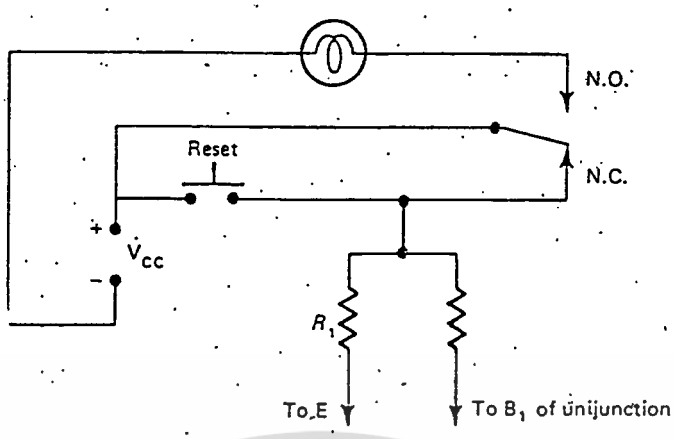


รูปที่ 12.2 แสดงความสัมพันธ์ของ PULSE GENERATION และ MISSING INPUT PULSE

ในรูป 12.3 แสดงให้เห็นถึงการนำวงจรนี้ไปใช้ตรวจจับ Missing Pulse โดยการใช้ร่วมกับ หลอดไฟ Relay และสวิทส์โดยที่หลอดไฟจะติดเมื่อตรวจพบ Missing Pulse และดับเมื่อกดสวิทส์ Reset

วงจรนี้สามารถ นำไปใช้ในทางการแพทย์ได้โดยการเปลี่ยน สัญญาน Pulse ที่มาจากวงจร Oscillator ไปเป็น สัญญานไฟฟ้าจากหัวใจ (ECC) เมื่อหัวใจมีการเต้นผิดปกติ วงจรนี้ก็จะเปิดเครื่องกระตุ้นหัวใจให้ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12.3 RELAY LOCKOUT CONTROL CIRCUIT

สมการ

$$T_1 = 1.1\ R_7 C_0 \qquad (12.1)$$

TIMER PERIOD;

$$T \sim R_1 C_1 \qquad (12.2)$$

OSCILLATOR PERIOD

$$f_0 = \frac{1}{T} \qquad (12.3)$$

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ACTIVE DEVICE		
LM 556	1	ตัว
MC 3403	1	ตัว
2N 4871	1	ตัว
1N 914	1	ตัว
LED	1	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESISTOR : 5%,1/4w

470 โอห์ม	1	ตัว
1k โอห์ม	1	ตัว
22k โอห์ม	1	ตัว
100k โอห์ม	2	ตัว
1M โอห์ม	2	ตัว
100 โอห์ม	1	ตัว

CAPACITORS : DISC 20%,25V

0.01μF	1	ตัว
1μF	2	ตัว

MISCELLANEOUS :

Relay 12v 1 Contact	1	ตัว
IC Socket 14 Pin	1	ตัว

TEST INSTRUMENTS :

Osciloscope,Dual-Trace

Function Generator,10H$_z$ To 1MH$_z$

Digital Multimeter

Power Supply $\pm$ 15V 50mA

<u>ลำดับขั้นการทดลอง</u>

1.นำชุดทดลองที่ 12 เสียบลงบนชุด Power Supply Set Vcc =12v (Sw=On) ปรับ Pot 100k (P_1) จนกระทั่ง Led ดับ ลองใช้ Scope วัดให้แน่ใจว่ามี สัญญาน Pulse Train ออกมาที่ Output ของ Op-Amp

2.วาดรูปร่างของสัญญานที่เกิดขึ้นที่ขา Non-Invering ของ Op-Amp และที่ Output ของ Op-Amp ให้แสดงค่าของ Time,Pulse Width และ Amplitude ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทดสอบวงจรไฟฟ้าโดย

3.1 ลองกด SW_1 แล้วปล่อย (Short C_1)

3.2 ปรับ SW_2 ไปที่ OFF แล้วย้ายมาที่ ON อีกครั้ง (ตัด V_{cc} ที่เข้าวงจร OSC)

3.3 กด SW_3 แล้วปล่อย (SHORT R_2)

4. มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง? อย่างไร? เมื่อทำการทดลอง ตามข้อ 3

คำถาม

1. ถ้า C_1 =0.005μF ค่าของ R_1 ควรจะเป็นเท่าไร? ถ้าต้องการ f_o=10KH$_z$
2. DIODE IN914 มีหน้าที่ป้องกัน_____ที่จะจาก COIL ของ RELAY
3. OUTPUT ที่ขา 5 ของ IC 558 ในสภาวะปกติจะเป็น_____
4. ค่า TIME CONSTANT ของ UJT จะมีค่าเท่ากับค่า TIME CONSTANT ของ_____

คำตอบ

1. 20K โอห์ม
2. SPIKES
3. LOW
4. 556 TIMER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXPERIMENT 13 VARIBLE DUTY-CYCLE PLUSE GENERATORS.

วัตถุประสงค์

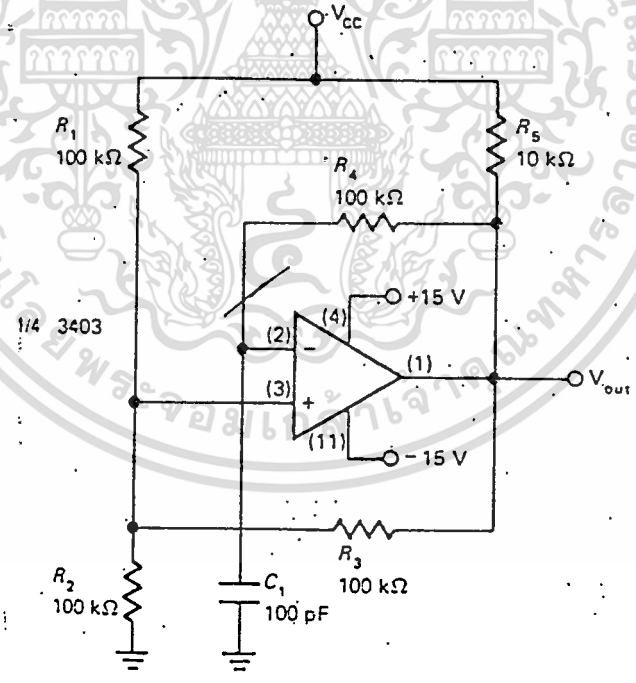
1.การออกแบบ, สร้าง, ทดสอบ และการวิเคราะห์ PLUSE GENERATOR โดยใช้ IC ซึ่งเวลาเปิดปิดสามารถปรับได้

2. สามารถทำ PLUSE GENERATOR โดยมี OUT PUT เป็นได้ทั้งบวก และลบ

3. วัดค่า RIESE TIME และ FALL TIME โดยใช้เครื่องมือวัดทั่วๆไป

บทนำ

PLUSE บวก และลบที่ใช้ที่ใช้ในแบบอย่างทั้งหลายในบางระบบ อาจต้องการ $1\mu s$ หรือ $20us$บางอย่างก็ต้องการ PLUSE หลายชนิด ใน PROJECT นี้จะใช้ IC SQUARE WAVE GENERATOR ซึ่งต้องดัดแปลงใช้ PLUSE DURATION ควบคุมได้โดยการใส่ NEGATIVE AMPLIFIER เข้าไปจะทำให้เราได้ทั้งบวก และลบ



รูปที่ 13.1 SQUARE WAVE OSCILLATOR CIRCUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 13.1 แสดงถึงวงจรสร้างสัญญาณ SGUARE WAVE, ความถี่ของวงจรถูกกำหนดโดย R_4 C_1 (TIME CONSTANT) และค่าของ R_1, R_2 และ R_3 จาก $T=1/f=2t$ โดยที่ t เป็นเวลาของ PLUSE ฉะนั้นช่วงเวลา T จะเท่ากับ $2 \times 0.64\ R_4\ C_1$ ถ้า R_4 = 100 กิโลโอมห์ และ C_1 =100 PF ค่าของ $T=13.8 \times 10^{-6}$s และ t=6.9 us ความถี่ f=72.5KH$_z$ R_3 และ R_4 อย่างน้อนจะต้อง 10 เท่าของ R_5 เพื่อให้ได้ V_{out} เป็น + V_{cc} จาก SQUARE WAVE GENERATOR ธรรมดาสามารถจะเปลี่ยนเป็นวงจรนี้เป็นวงจรที่สามารถควบคุมความกว้างของ PLUSE และ DUTY CYCLE ได้โดยการ CHARGE และ DISCHARGE ในวงจรของ R_4 C_1 การ CHARGE ของ R_4 ใน SQUARE WAVE GENERATOR ตามรูป 13.1 นั้นสามารถเปลี่ยนโดย POTENTIOMETER และการ CHARGE ของ DIODE ในวงจร ในรูป 13.2 การ CHARGE ในส่วนของ D_1,P_1 และ C_1 ทำให้เกิด t_1 แสดงในรูป 13.3 ช่วงเวลา T_2 คือเวลาขณะที่ C_1 DISCHARGE ซึ่งกำหนดได้โดย D_2,P_2 และ C_1 ซึ่งการควบคุมแต่ละตัวจะเป็นอิสระ และความกว้างของ PLUSE ก็แยกปรับได้ PULSE จะถูกสร้างขณะ RISE TIME (t) ซึ่งคำนวนอย่างประมาณได้ ดังนี้ $1.15\ P_1\ C_1$ และ $T_2 = 1.15\ P_2\ C_1$

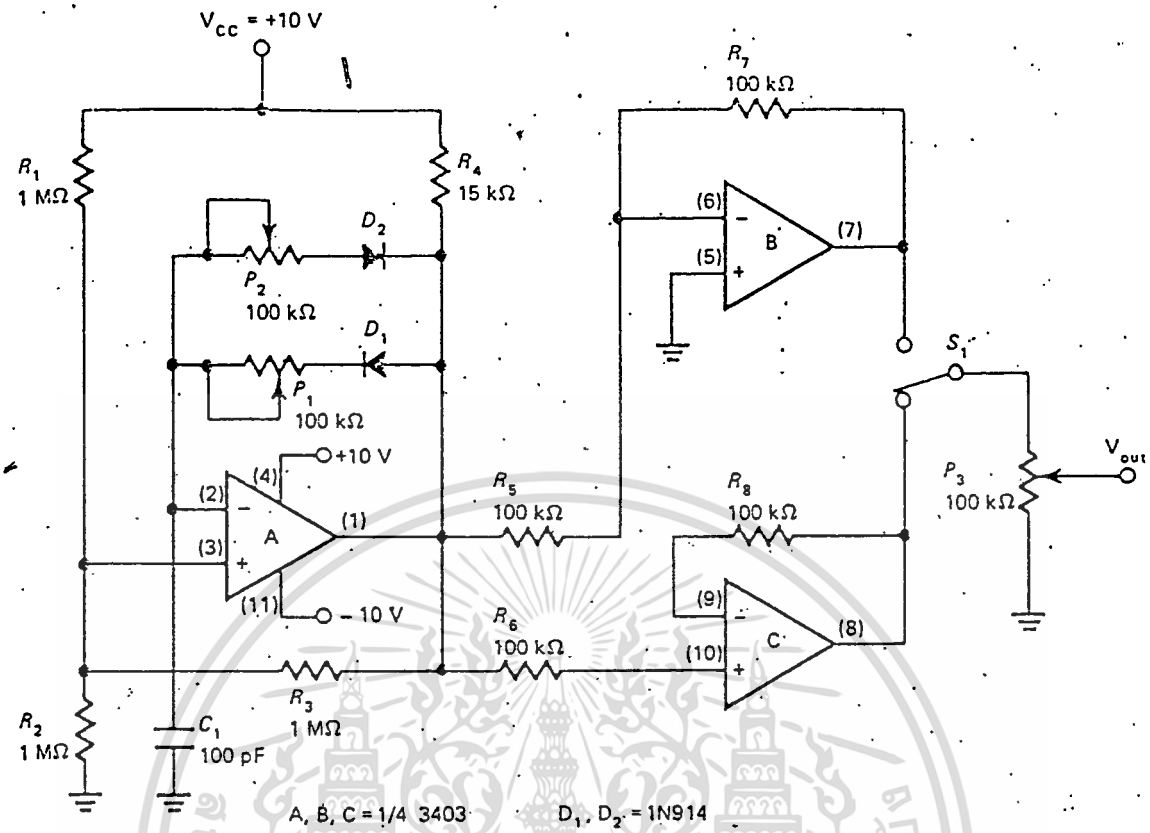
VOLTAGE ตกคร่อม รอยต่อของ DIODE จะแสดงผลอย่างไรก็ตาม P_1 และ P_2 เราสามารถปรับได้ ซึ่งจะชดเชยกัน

ในวงจรตามรูป 13.2 แสดงการใช้งานของ IC 3403 แต่อย่างไรก็ตาม 3401 COMPARATOR หรือ AMPLIFIER ทั่วไปก็สามารถใช้ได้ AMPLIFIER B และ C จะเป็น INVERT FOLLOWER และ VOLTAGE FOLLOWER ซึ่งจะใช้ PLUSE กลับและ BUFFER จาก LOARD A SWITCH และP_3 จะใช้ในการกลับขั้ว และควบคุม AMPLITUDE

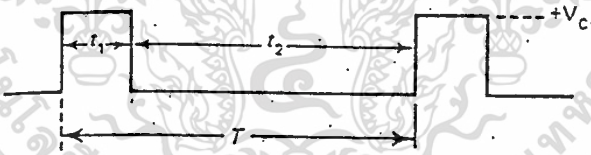
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการ

$$T = 1/f = t_1 + t_2 \quad \text{---} \quad (13.1)$$



รูปที่ 13.2 VARIABLE-DUTY CYCLE PULSE GENERATOR



รูปที่ 13.3 DUTY CYCLE OF PULSE PERIOD.

อุปกรณ์

IC MC 3403	1	ตัว
DIODES 1N914	2	ตัว

RESISTOR 5% 1/4 W

15 กิโลโอมห์	1	ตัว
100 กิโลโอมห์	4	ตัว
1 เมกกะโอมห์	3	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POTENIOMETER

10 กิโลโอมห์	1 ตัว
100 กิโลโอมห์	2 ตัว

CAPACITOR DISE,MYLAR,ELECTROLYTIC,20% 25V

100 PF	1 ตัว
SWITCH SPST	1 ตัว
SOCKET IC 14 PIN	1 ตัว

เครื่องมือวัด

OSCILLOSCOPE,DUAL-TRACE 5 IN

FUNCTION GENERATOR 10 H_z _ 1 MH_z

DIGITAL MULTIMETER

POWER SUPPLY, + -15 V 50 MA

ขั้นตอนการทำงาน

1. นำชุดทดลองประกอบเข้ากับชุด SUPPLY ใช้วงจรตามรูป 13.2 ปรับค่า V_{cc} และ V_{--} = +-10 V จดค่า VOLTATE ในขณะนั้น

2. สังเกตุและบันทึกลักษณะของ WAVE ที่ได้ที่ OUTPUT ขา (1) ถ้าค่าที่ได้เป็น 1 *us* ต่อ PULSE แสดงว่าการปรับนั้นเป็นอิสระหรือไม่?

3. ปรับค่าของ C_1 เพื่อให้ได้ = 1 *ms* ต่อ PULSE โดยที่ OFF TIME 5 *ms* เขียนรูป WAVE FORM ที่ได้

4. จากค่า C_1 ที่ได้จากข้อ 3 ความกว้างของ PULSE ที่น้อยที่สุดเป็นเท่าใดและค่าสูงสุดในการ DELAY แต่ละ PULSE เป็นเท่าไร

5. ปรับ P_1 และ P_2 ให้ได้ 1 *ms* ความถี่ที่ได้เป็นเท่าไร

6. เพิ่ม AMPLIFIER B และ C พร้อมทั้งบันทึกค่า OUTPUT ที่ได้ เพิ่ม SWITCH และ P_3 จะได้ PULSE มีขั้วอย่างใดบ้าง

7. ค่า GAIN ของ AMPLIFIER B และ C เป็นเท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบ

1. ค่า GAIN ของ AMPLIFIER B ในรูป 13.2 เป็นเท่าไร
2. ค่า VOLTAGE คร่อม D_1 และ D_2 เป็นเท่าไร
3. ถ้า C_1 = 500 PF ค่าของ P_1 จะเป็นเท่าไร เพื่อให้ได้ PULSE WIDTH เท่ากับ 14 *ms*
4. OUTPUT VOLTAGE ที่ได้นั้นขึ้นอยู่กับอะไร

ตอบ

1. 1
2. 0.3 - 0.7 V
3. 25 กิโลโอมห์
4. ขึ้นอยู่กับ V_{cc}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชั่นเจนเนอเรเตอร์
FUNCTIONGENERATOR

คุณสมบัติทางเทคนิค

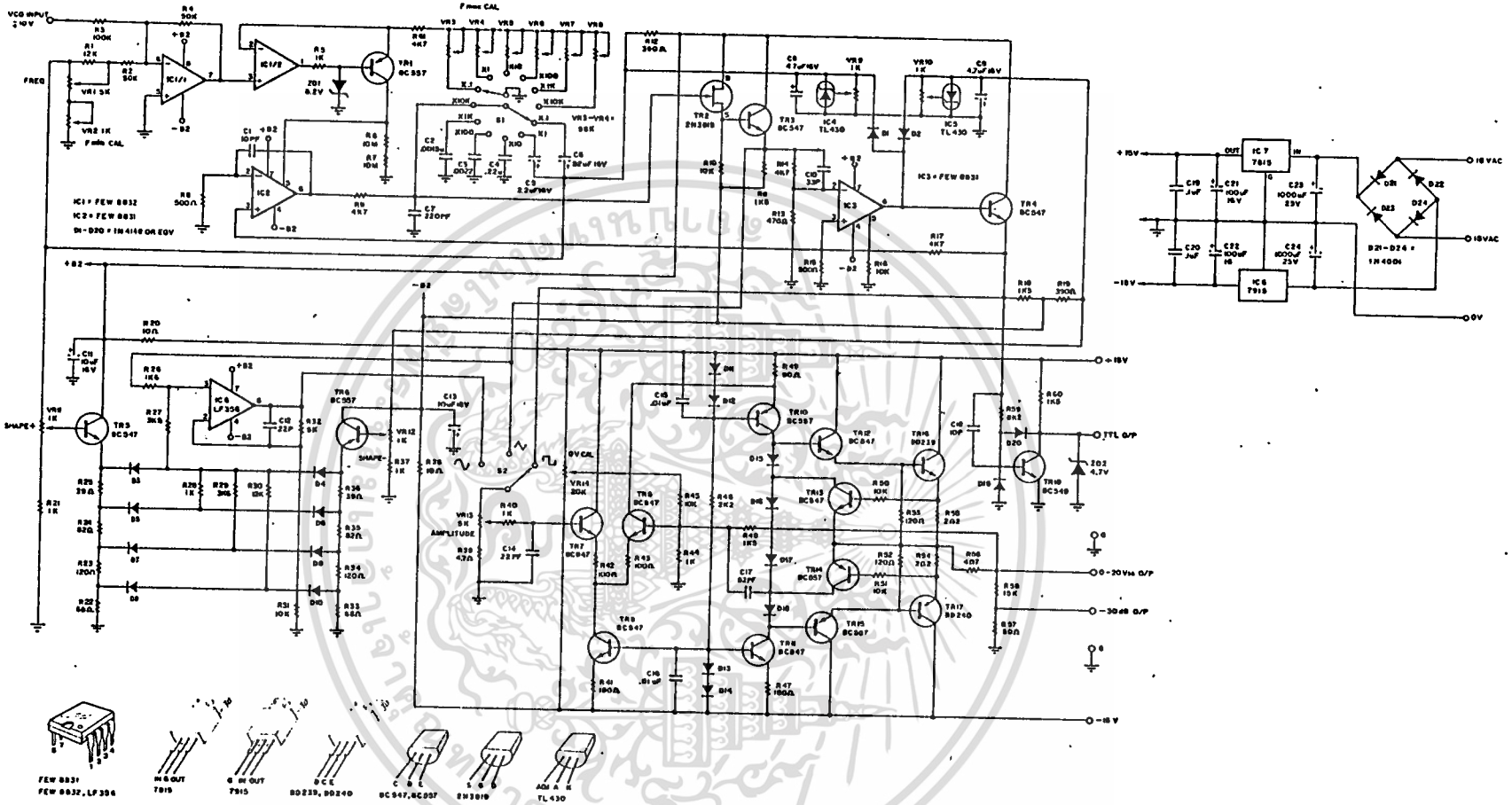
1. ย่านความถี่แบ่งออกเป็น 6 ย่านความถี่ โดยมีความถี่ตั้งแต่ .2 Hz ถึง 200 KHz
2. สร้างรูปคลื่นได้ 3 รูปคลื่นคือ รูปคลื่นซายน์ (SINE WAVE) รูปคลื่นสามเหลี่ยม (TRIANGLE WAVE) รูปคลื่นสี่เหลี่ยม (SQUARE WAVE)
3. ความเพี้ยนทางฮาร์โมนิคส์ที่สัญญาณรูปซายน์ น้อยกว่า 0.1%
4. ใช้แรงดันควบคุมความถี่จากภายนอกได้ Voltage Controlled Oscillator (VCO)
5. ให้เอ้าท์พุท 3 รูปแบบคือ
   - เอ้าท์พุทอิมพิแดนซ์ต่ำ 50 โอมห์ ให้เอ้าท์พุททุกรูปสัญญาณที่มีแอมปลิจูดตั้งแต่ 0V-20V_{pp} กำลังวัตต์ประมาณ 8 วัตต์
   - เอ้าท์พุทลดทอนสัญญาณ -30 dB ให้เอ้าท์พุททุกรูปสัญญาณที่มีแอมปลิจูดตั้งแต่ 0V-60 mV
   - เอาท์พุท TTL สำหรับเป็นตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาสำหรับงานทดลองดิจิตอล
6. มีวงจรป้องกันการลัดวงจรทางเอ้าท์พุท

จากสเปคบอกได้เลยว่าฟังก์ชั่นเจรเนอเรเตอร์ตัวนี้ใช้งานได้กว้างมากเช่น ใช้งานทางด้านระบบเครื่องเสียงย่านความถี่ก็ครอบคุมย่านความถี่เสียง แถมด้วยย่านความถี่ต่ำมากๆ โดยเริ่มจาก 0.2 Hz ประกอบกับมีเอ้าท์พุท TTL จึงเหมาะที่ใช้ในงานทดลองทาง ด้านดิจิตอลด้วย และสัญญาณเอ้าท์พุทรูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่มีไร้ท์ทาม (Rise Time) ต่ำที่แสดงว่ามีฮาร์โมนิคส์ของความถี่สูงอยู่มาก พร้อมที่จะนำไปป้อนทดสอบการทำงานของวงจรขยายความถี่สูงๆ ในเครื่องรับวิทยุ-โทรทัศน์ได้คือเหมาะสำหรับช่างซ่อมด้วย

การทำงานของวงจร

เพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจการทำงานของวงจร จึงขอแบ่งอธิบายเป็นภาคๆไปดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป วงจรฟังก์ชั่นเจนเนอเรเตอร์

ภาคจ่ายไฟ

เริ่มจากวงจรเพาเวอร์ซัพพลายที่ประกอบด้วยวงจรเร็คติฟายร์แบบบริดจ์ เซ็นเตอร์แท็ปที่ให้เอ้าท์พุทดีซีเป็นไฟบวกลบและกราว์ดมี C_{23} และ C_{24} เป็นตัวกรองแรงดันให้เรียบ ค่าแรงดันที่จุดนี้มีประมาณ 25 V DC จากนั้นป้อนผ่าน ไอซี 7 และไอซี 8 ซึ่งเป็นไอซีกูเลเตอร์แรงดันคงที่เบอร์ 7815 และ 7915 ให้เอ้าท์พุทคงที่ 15 V DC โดยมี C_{21} และ C_{22} กรองแรงดันขาออกจากไอซีให้เรียบอีกครั้งหนึ่ง แล้ว C_{19} และ C_{20} ช่วยตัดการรบกวนทางความถี่สูง จึงได้แรงดันไฟบวกและลบ 15V ป้อนเป็นไฟเลี้ยงให้วงจร

ภาคควบคุมความถี่

ภาคควบคุมความถี่ประกอบด้วยไอซี 1/1 และไอซี 1/2 โดยมีไอซี 1/1 ต่อเป็นวงจรขยายแรงดันดีซีที่ได้จากการปรับแรงดันที่ VR_1 ป้อนระดับแรงดันไฟบวกขนาดหนึ่งเข้าที่ขา 6 ซึ่งเป็นนอนอินเวอร์อินพุท จึงได้แรงดันไฟลบที่มีการเปลี่ยนแปลงตามการปรับที่ VR_1 ออกที่ขา 7 VR_2 เป็นตัวปรับแต่งความถี่ต่ำให้ค่าความถี่ตรงตามหน้าปัทม์บอกความถี่ แรงดันเอ้าท์พุทที่มีการเปลี่ยนแปลงตามการปรับ VR_1 จะถูกส่งไปยังขา 3 ของไอซี 1/2 ให้ไอซี 1/2 ขยายอีกครั้งโดยไอซี 1/2 จะขยายแรงดันนี้ให้มีการเปลี่ยนแปลงตามการปรับประมาณ 5V ออกที่ขา 1 เนื่องจากไอซี 1/2 จัดวงจรขยายไม่กลับเฟส ดังนั้นจึงได้แรงดันดีซีที่เป็นแรงดันไฟลบประมาณ 0 ถึง -5V ออกที่ขา 1 ของไอซี 1/2 ส่งผ่าน R_2 ไปเข้าเบสของ TR_1 มี ZD_2 ทำหน้าที่ป้องกันแรงดันนี้เกินขีดอันตรายในกรณีเกิดความเสียหายขึ้นที่ไอซี 1 ที่ขาอีมิตเตอร์ของ TR_1 ต่อไปเข้าสวิทช์เลือกย่านความถี่โดยมี VR_1-VR_5 ปรับแรงดันไบอัสให้ VR_1 ควบคุมแรงดันขาที่ 5 ของไอซี 2 ซึ่งเป็นขาไบอัสอินพุทของวงจรขยาย แบบดิฟเฟอร-เรนเชียลภายในไอซี 2 ดังนั้นถ้า VR_3-VR_5 มีการเปลี่ยนแปลงค่าไป ค่าแรงดันที่ขา 5 ของไอซี 2 จะเปลี่ยนไปด้วย ซึ่งมีผลทำให้ไอซี 2 ผลิตความถี่เปลี่ยนไป ดังนั้น VR_1-VR_5 ทำหน้าที่ปรับแต่งความถี่สูงให้ตรงตามหน้าปัทม์บอกความถี่ในแต่ละย่านความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคกำเนิดสัญญาณและปรับแต่งรูปคลื่น

ภาคนี้ประกอบด้วยไอซี 2 และไอซี 3 เป็นภาคกำเนิดความถี่ และไอซี 6 เป็นวงจรปรับรูปคลื่นโดยเริ่มต้นจากไอซี 2 เป็นวงจรขยาย แบบอินทีเกรเตอร์ รับสัญญาณการป้อนกลับแบบโพสซิทีฟมาจากไอซี 3 เข้าที่ขา 3 สัญญาณที่ป้อนมาที่ขา 3 เป็นสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม จากคุณสมบัติของวงจรอินทีเกรเตอร์ จะเปลี่ยนรูปสัญญาณสี่เหลี่ยมเป็นสัญญาณรูปสามเหลี่ยม พร้อมกับขยายสัญญาณรูปสามเหลี่ยมนี้ออกที่ขา 6 การผลิตรูปคลื่นสามเหลี่ยมถูกกำหนดโดยค่า C ของวงจร คือ C_2 ถึง C_7 โดยถ้า C มีค่าความจุต่ำ ความถี่ที่ได้จะสูงและในทางตรงกันข้ามถ้า C มีค่าความจุสูง ความถี่ที่ได้ก็จะต่ำ สัญญาณรูปสามเหลี่ยมที่ได้จะถูกส่งไปให้ TR_2 ซึ่งเป็น FET สัญญาณแบบคอมมอนเดรน ออกที่ขาซอส ป้อนให้ TR_2 ขยายสัญญาณคอมมอนคอลเลคเตอร์อีกครั้งหนึ่ง จากคุณสมบัติการขยายสัญญาณแบบคอมมอนคอลเลคเตอร์ที่มีเอ้าท์พุท อิมพิแดนซ์ต่ำ จึงทำให้สัญญาณรบกวนบริเวณยอดคลื่นสัญญาณหมดไป เอ้าทพุทที่ขา E ของ TR_3 ส่วนหนึ่งจะป้อนไปเข้าสวิทช์ S_2 ทำหน้าที่เลือกรูปคลื่นเพื่อส่งไปขยายสัญญาณให้มีกำลังสูงขึ้นด้วยวงจรขยายกำลังส่งออกเอ้าท์พุท และสัญญาณรูปสามเหลี่ยมอีกส่วนหนึ่งจะป้อนเข้าไอซี 3 ทีเป็นวงจรขยายที่มีการจัดวงจรแบบดิฟเฟอเรนทิเอเตอร์

ภาคขยายกำลัง

จากวงจรภาคขยายกำลังเป็นภาคที่ทำหน้าที่ขยายแรงดันหรือแอมปริจูดของรูปคลื่น และขยายกระแสให้รูคลื่นมีกำลังเพื่อต่อไปใช้กับโหลดที่มีอิมพิแดนซ์ต่ำ คือ TR_7 และ TR_8 ต่อเป็นวงจรดิฟเฟอร์เรนเชียลแอมป์โดยมี TR_9 ต่อเป็นวงจรจ่ายกระแสคงที่ สัญญาณจะถูก TR_8 ขยายออกที่ขา คอลเลคเตอร์ ส่งไปให้ TR_{10} และ TR_{11} ขยายต่อไป ภาคขยายกำลังของชุดนี้อาศัย TR_{12} ต่อกันแบบดาลิงตั้น ต่อกันเป็นวงจรขยายแบบคอมพลีเมนทารี่กับ TR_{15} และ TR_{17} ซึ่งต่อกันแบบดาริงตั้นเช่นกัน ทรานซิสเตอร์ TR_{12} กับ TR_{10} จัดวงจรให้เป็นวงจรขยายสัญญาณแบบคอมมอนคอลเลคเตอร์ และ TR_{16} และ TR_{17} ก็เช่นเดียวกัน จึงมีผลทำให้กระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเอ้าท์พุทสูง และเอ้าท์พุทอิมพิแด้นซ์ต่ำมาก TR_{13} และ TR_{14} ทำหน้าที่ควบคุมไบอัสให้ TR_{12}, TR_{15}, TR_{16}, และ TR_{17} ให้มีไบอัสอยู่ ในคลาส A เพื่อป้องกันการผิดเพี้นในการขยายสัญญาณ R_{50} เป็ตัวต้านทานเพื่อป้องกันการช๊อททางเอ้าท์พุทในกรณีเกิดการช๊อตเอ้าท์พุท R_{50} จะทำหน้าที่เป็นโหลดแทน R_{50} และ R_{51} ทำหน้าที่ลดทอนสัญญาณลง -30 dB เพื่อส่งเป็นเอ้าท์พุทที่ตำแหน่ง -30 dB เอ้าท์พุท VR_{14} ทำหน้าที่ปรับแรงดันที่จุดเอ้าท์พุทให้เป็น OV และ VR_{13} ทำหน้าที่ปรับความสูงของรูปคลื่นให้วงจรขยายสัญญาณ เพื่อเป็นการปรับขนาดของรูปคลื่นทางเอ้าท์พุท

<u>การปรับแต่ง</u>

เพื่อให้การปรับแต่งง่ายขึ้นให้ปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. เตรียมเครื่องมือที่ต้องใช้ได้แก่ออสซิลดลสโคปพร้อมสายวัด ไขควงขนาดเล็กที่ใช้ในการปรับแต่งหรือถ้ามีเครื่องนับความถี่ก็จะทำให้การปรับแต่งสะดวกขึ้น มิเตอร์แบบเข็มหรือดิจิตอลมัลติมิเตอร์

2. เริ่มต้นปิดสวิทช์จ่ายไฟเข้าเครื่อง จะต้องเห็นแอลอีดีแสดง Power ON ติดสว่างใช้มิเตอร์ตรวจสอบแรงดันที่จุดต่างๆดังนี้ ที่ขาเอ้าท์พุทของไอซี 7815 ต้องมีแรงดัน +15V และที่ขาเอ้าท์พุดของไอซี 7915 ต้องมีแรงดัน -15 V ที่ขา V+ และ V- ของไอซี1, ไอซี 2 และ ไอซี6 ต้องมีแรงดัน +15V และ -15V ด้วย แต่อาจมีต่ำกว่าที่จ่ายมาจากไอซี 7815 และ 7915 เล็กน้อย เพราะผ่านวงจรดีคัปปลิ้ง R_{20} กับ C_{11} และ R_{30} และ C_{13}มา ค่าที่ถูกต้องจะมีประมาณบวกและลบ 14.5V
3. ถ้าแรงดันจุดต่างๆที่กล่าวมาถูกต้องให้ทำขั้นตอนต่อไป แต่ถ้าไม่ได้ตามนี้ ให้ตรวจสอบแก้ไขก่อนทำขั้นตอนต่อไป

4. ใช้มิเตอร์วัดจุดเอ้าท์พุท 0-20V เทียบกับกราวด์ แและปรับ VR_{14}(OV CAL) ให้แรงดันที่จุดนี้เท่ากับ OV พอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ใช้ออสซิลโลสโคปวัดรูปเคลื่อนที่จุดเอ้าท์พุท 0-20V โดยตั้งตำแหน่งรูปเคลื่อนไป ที่รูปสามเหลี่ยมความถี่ประมาณ 1KH$_z$ แอมปริจูดปรับไว้สูงสุด ความไวทางอินพุทสโคปประมาณ 5 V/DIV (PROBE x 1) ความไวของสโคป 0.2 mS เมื่อวัดรูปคลื่นจะปรากฏรูปคลื่นบนจอรูปร่างอาจไม่ใช่รูปร่างอาจไม่ไช่รูปสามเหลี่ยม เพราะยังไม่มีการปรับแต่ง รูปร่างของรูปสัญญาณสามเหลียมที่จะเป็นไปได้มี 3 แบบคือ

   ก. รูปคลื่นสามเหลียมที่มีชีกบวก และชีกลบไม่เท่ากัน
   ข. รูปคลื่นสามเหลี่ยมถูกชลิบยอดบวกหรือร\ปสามเหลียมถูชลิบยอดลบ
   ค. บังเอิญเป็นรูปสามเหลี่ยมพอดี แต่คงเป็นได่ยาก

ให้ทำกมาปรับ VR$_9$ และ VR$_{10}$ โดยยึดถือหลักจากวงจรว่า ปรับ VR$_9$ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีกบวก และปรับ VR$_{10}$ จะทำให้เกิดการเปลียนแปลงทางชีกลบ ให้ปรับทั้ง VR$_9$ และ VR$_{10}$ จะได้รูปคลื่นที่มีแอมปริจูดประมาณ 20V และสมมาตรกันคือ ชีกบวกและลบเท่ากัน เป็นอันเสร็จการปรับแต่งรูปคลื่นสามเหลี่ยม

6. เมื่อปรับแต่งรูปสามเหลี่ยมได้แล้ว ให้ทดลองเปลี่ยนตำแหน่งสวิทช์ไปเป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยมขณะนี้จะต้องได้รูปคลื่นสี่เหลี่ยมสมบูรณ์ด้วยคือ มีแอมปลิจูดประมาณ 20V เท่ากับรูปคลื่นสามเหลี่ยม

7. ให้เปลี่ยนไปเป็นตำแหน่งรูปคลื่นชายน์ จะต้องปรากฏรูปคลื่นชายน์บนจอสโคป แล้วแต่รูปร่างอาจผิดเพี้ยนไปให้ทำการปรับ VR$_{11}$ และ VR$_{12}$ ให้รูปคลื่นผิดเพี้ยนน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ถ้ามีเครื่องกำเหนิดสัญญาณอีกเครื่องอาจทำการปรับแต่งเปลียบเทียบรูปคลื่นดู ถ้าไม่มีให้ใช้วิธีเปลี่ยนทามเบสของสโคปให้รูปคลื่นขยายออกโดยรูปคลื่น ต้องปรากฏบนจอประมาณ 1 รูปคลื่นคือมีชีกบวกและลบครบ จากนั้นปรับ VR$_{11}$ ให้มีแอมปริจูดทางลบเป็น +10V$_p$ และปรับ VR$_{12}$ ให้แอมปริจูดทางลบเป็น -10V$_p$ และปรับ VR$_{12}$ ให้แอมปริจูดทางลบเป็น -10V$_p$ เท่ากัน เป็นการสิ้นสุดการปรับยแต่งรูปคลื่นทั้งสามแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การปรับแต่งความถี่ให้ตรงย่านบนหน้าปัทม์ ข้อควรรู้ก่อนการปรับแต่งคือ VR_2 ใช้สำหนับปรับแต่งทางความถี่ต่ำ VR_3-VR_6 สำหรับปรับแต่งทางความถี่สูงโดยต้องเริ่มต้นปรับแต่งความถี่สูงสุดก่อนโดยหมุน VR_1(Frequency)ไปที่ตำแหน่งหมายเลข 20 บนหน้าปัทม์หมุนสวิทเลือกความถี่ (Range)ไปที่ย่าน 10KHz ปรับ VR_3 ให้ความถี่ที่ได้เท่ากับ 200 KHz โดยอาจอ่านจากจอสโคปหรือใช้เครื่องนับความถี่ก็ได้ จากนั้นเปลี่นสวิทช์เลือกความถี่ ไปที่ตำแหน่งอื่นๆ คือ 1 KH_z ปรับ VR_4 ให้อ่านได้ 2 KHz ต่อไปนี้จนครบย่านความถี่

9. เมื่อปรับความถี่สูงจนได้ครบทุกย่านแล้วขั้นตอนต่อไปให้ปรับความถี่ต่ำสุดโดยหมุนสวิทช์เลือกย่านความถี่ไปที่ 1 KHz หมุน VR_1(Frequency) ไปที่เลข 2 ปรับ VR_2 ให้อ่านความถี่ 2 KHz เป็นอันเสร็จเรื่องการปรับแต่งทั้งหมด

10. ทดลองวันสัญญาณ TTL และ -30 dB โดยที่จุด TTL OUTPUT ต้องปรากฏรูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่เปลี่ยนแปลงจากระดับ 0V-4.7V และที่ตำแหน่ง -30dB มีแอมบปลิจูดสูงสุดประมาณ 60 mV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

Applications Manual for Operational Electronics, Amplifiers, Phildrick/Nexur, Dedham, Mass.

Biomedical Instrumentation, Marvin D. Weiss, Chilton, Philadelphia.

A Case Book of Basic Circuits for Electronics Instrumentation, George C. Stanley, Jr., 1971. Rinehart, San Francisco, Calif.

Data Book for Electronic Technicians and Engineers,

John D. Lenk, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. Designing Circuits with I.C. Operational Amplifiers,

Robert G. Seippel, American Technical Society, Chicago, III.

Digital Electronics for Scientists, Malmstadt, Enke,

W.A. Benjamin, Inc. N.Y.

Electronic Troubleshooting, Clyde N. Burton R. Klein,

Tab Books, Blue Ridge, Penn.

Linear Applications, vols. 1 an

Nationnal Semiconductor Corp., Santa, Calif.

Linear Data Book, June 1976, Nat Semiconductor Corp., Santa Cla Calif.

Linear Integrated Circuits J. Eimbinder, Wiley. N.Y.

Linear integrted Circuits, vol. 6, ser. A, 1975, Motorola Semi- conductor Products, Phoenix, Ari

Linear Integrated Circuits Data Catalog Fairchild Instrument Co Mountain View Calif.

Linear Integrated Circuits, I.C. RCA, Somerville, N.J.

Measurement Systems, Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Herrick, Reston
Publishing, Reston, Vir.
General Instrument Corp., Microelectronics Division, Hicksville N.Y.
Handbook of Electronic Charts, and Tables,
John D. Lenk, Prentice-Hall. Englewood Cliffs NJ. Handbook of I.C. Circuit Projects, Jim Ashe, Tab
Books, Blue Ridge Summit, Penn.
Handbook of Oscilloscopes, John D. Lenk. Prentice
Hall, Englewood Cliffs, N.J.
Handbook of Telemetry, Elliot L. Greenberg.
McGraw-Hill, N.Y.
How to Build and Use Electronic Devices Without Frustration. Panic, Mountains of Moncy. or an Engineering Degree-
Stuart A. Hoening and F. Leland
Payne, Little, Brown, Boston.
I.C. Op-Amp Cookbook, Walter Jung, Bobbs-Merrill, Indianapolis.
Integrated Circuits Catalog for Design Engineers, Texas Indianapolis, Inc., Dallas, TX.
Integrated Electronics, Millman and Halkias,
McGraw-Hill, N.Y.
and Design, E.O.
Doeblin, McGraw-Hill, N.Y.
Modern Applications of Linear IC's, Tab Books, Blue
Ridge Summit, Penn.
Nonlinear Circuit Handbook, Enneering Staff of
Analog Devices, Inc., Norwood, 1974
111 Digital and Linear I.C. Projects, Don Tuite, Tab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้