หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 3

# อุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์

## 3.1 การทำงานของอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์

อุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์ที่สร้างขึ้นมาในการวิจัยนี้ สามารถวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์ได้โดยตรง ภายในอุปกรณ์อิเลกโทรนิคนี้ประกอบด้วยวงจรอิเลกโทรนิคภาคต่าง ๆ ซึ่งได้รับการออกแบบเพื่อให้สอดคล้องกับสมการที่ (2.4) คือ

$$M_1 = k\left(\frac{E_2}{E_1 + E_2}\right) \qquad (3.1)$$

โดยที่ $M_1$ เป็นมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์อันหนึ่ง

$E_1$ และ $E_2$ เป็นพลังงานจลน์ของฟิชชันแฟรกเมนต์ทั้งสองที่เป็นคู่กัน

$k$ เป็นค่าคงที่ซึ่งมีค่าเท่ากับผลบวกของมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์ทั้งสองที่เป็นคู่กัน

เมื่อฟิชชันแฟรกเมนต์วิ่งชนหัววัด พลังงานจลน์ทั้งหมดของฟิชชันแฟรกเมนต์จะถ่ายเทให้กับสารกึ่งตัวนำภายในหัววัดซึ่งจะทำให้เกิดสัญญาณไฟฟ้าขึ้น แรงดันไฟฟ้าของสัญญาณที่เกิดขึ้นจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับพลังงานจลน์ของฟิชชันแฟรกเมนต์ แต่เนื่องจากสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดจากหัววัดมีแรงดันไฟฟ้าน้อยมาก ดังนั้นก่อนที่จะป้อนสัญญาณนี้เข้าสู่อุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์จะต้องทำให้สัญญาณมีแรงดันไฟฟ้ามากขึ้นเสียก่อนโดยการป้อนสัญญาณผ่านเครื่องขยายล่วงหน้า

( **Preamplifier** ) และเครื่องขยาย เมื่อป้อนสัญญาณที่ขยายแล้วนี้สู่อุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์จะทำให้สมการที่ (3.1) กลายเป็น

$$C = K\left(\frac{A}{A + B}\right) \qquad (3.2)$$

โดยที่ **C** คือสัญญาณคายจากอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์

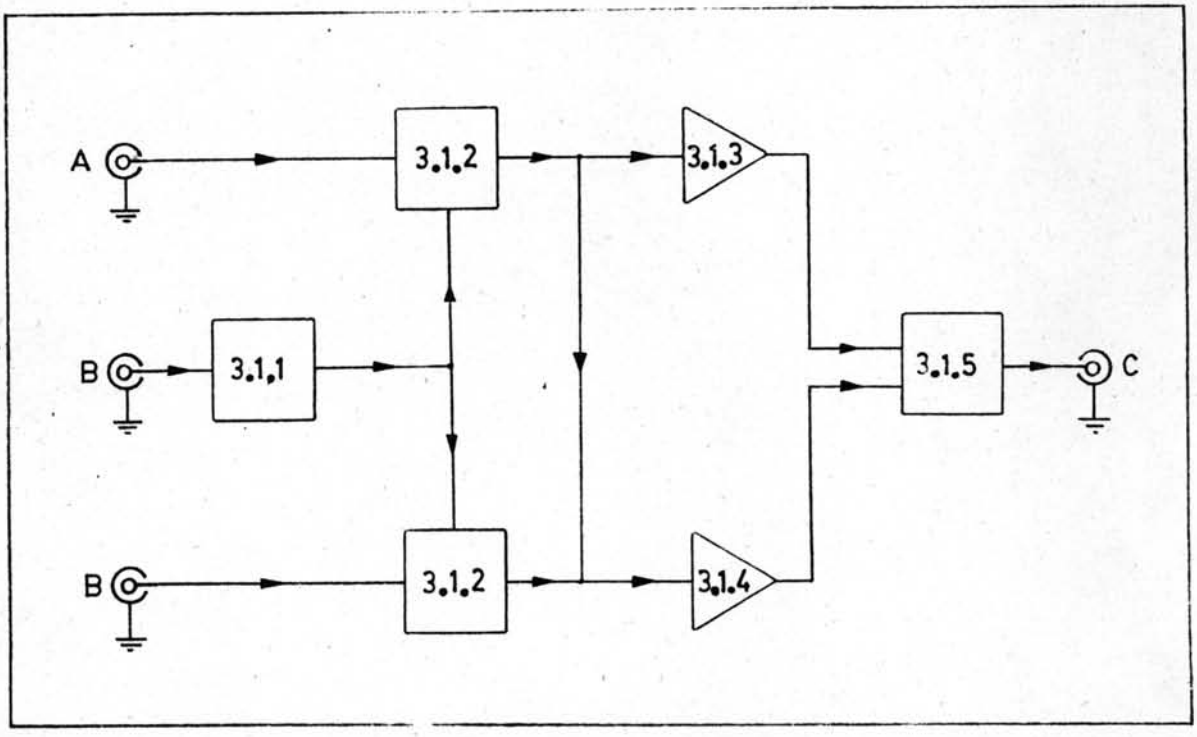
**A** และ **B** คือสัญญาณไฟฟ้าที่จะป้อนเข้าสู่อุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์

**K** คือ ค่าคงที่

รูปที่ 3.1 เป็นแผนผังแสดงภาคต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์ ภาคต่าง ๆ ที่สำคัญมีดังนี้

3.1.1 ภาคกำเนิดสัญญาณเกท (**Gate generator unit**)

3.1.2 ภาคสวิทช์ (**switching unit**)




รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังของภาคต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์

087828

3.1.3 ภาคขยายสัญญาณไฟฟ้า ( **Signal amplifier unit)**

3.1.4 ภาครวมและขยายสัญญาณไฟฟ้า ( **Summing and signal amplifier unit)**

3.1.5 ภาคหารสัญญาณไฟฟ้า (**Divider unit)**

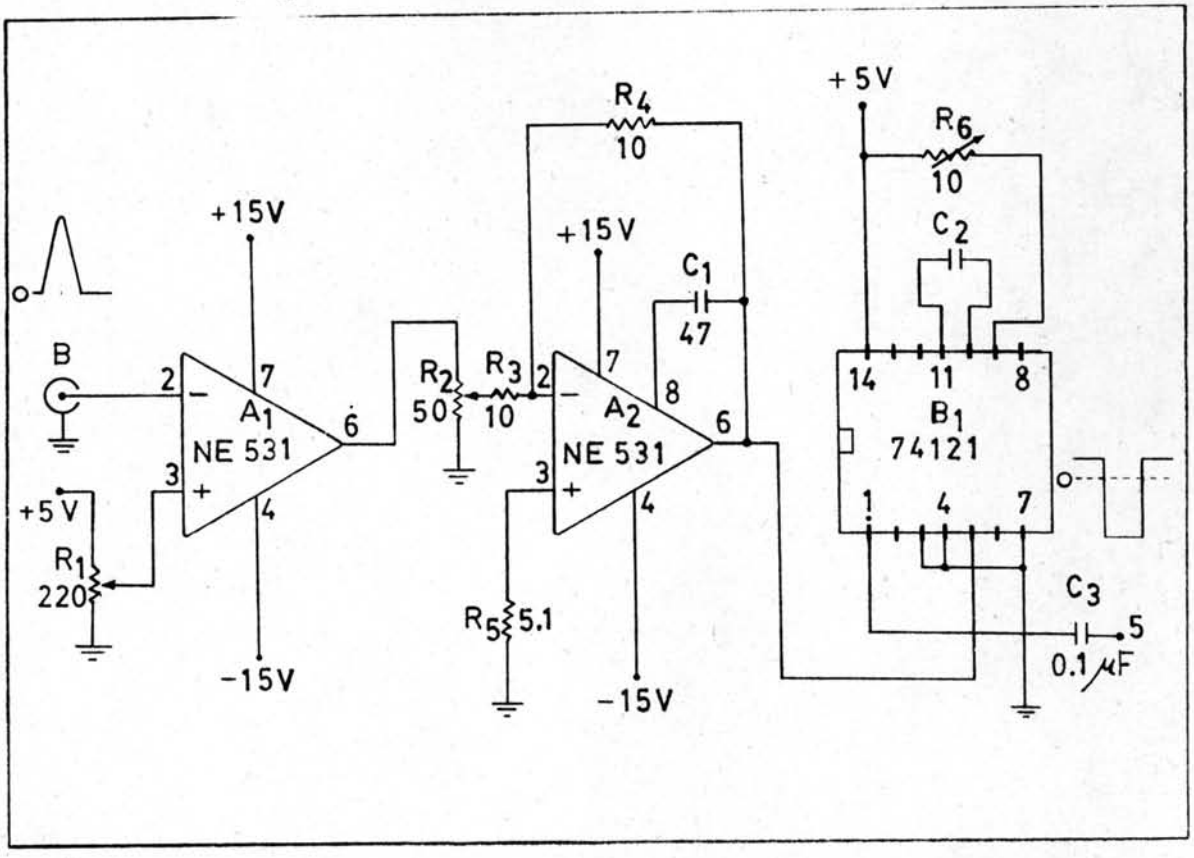
3.1.6 ภาคจ่ายกำลัง ( **Power supply unit)**

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 <u>ภาคกำเนิดสัญญาณเกท</u>

ภาคกำเนิดสัญญาณเกททำหน้าที่สร้างสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม (**Square signal**) เพื่อส่งไปยังภาคสวิทช์ ภายในภาคกำเนิดสัญญาณเกทประกอบด้วยวงจรเปรียบเทียบ (**Comparator** ) วงจรขยายสัญญาณแบบหกกลับ ( **Inverting amplifier** ) และวงจรเอกเสถียร ( **Monostable circuit** ) ดังแสดงในรูปที่ 3.2 $A_1$ และ $A_2$ เป็นวงจรเปรียบเทียบและวงจรขยายสัญญาณแบบหกกลับตามลำดับ $B_1$ เป็นวงจรเอกเสถียร เมื่อไม่มีสัญญาณป้อน **B** เข้ามายังภาคนี้ สัญญาณคายจากภาคนี้จะมีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 1 โวลท์ซึ่งจะทำให้ภาคสวิทช์เปิดสัญญาณ **A** และ **B** จึงไม่สามารถผ่านภาคสวิทช์ไปสู่ภาคอื่น ๆ ได้และสัญญาณคายจากอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับศูนย์ เมื่อมีสัญญาณป้อน **B** ซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าเป็นบวกเข้ามายังขาป้อนหกกลับ (**Inverting input** ) ของ $A_1$ สัญญาณคายจาก $A_1$ จะมีแรงดันไฟฟ้าเป็น -15 โวลท์และมีรูปร่างเป็นหลุมสี่เหลี่ยม ความกว้างของหลุมขึ้นอยู่กับความกว้างของสัญญาณป้อน **B** และแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง ( **Reference voltage**) ตัวต้านทาน $R_1$ ซึ่งต่ออยู่กับขาป้อนไม่หกกลับ ( **Noninverting input** ) ของ $A_1$ ทำหน้าที่สร้างแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงและสามารถปรับค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง + 5 โวลท์ การเลือกค่าของแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณจากอนุภาคอื่น เช่น อนุภาคอัลฟาซึ่งไม่ใช่สัญญาณจากฟิชชันแฟรกเมนต์ สัญญาณจากอนุภาคอัลฟานี้มีแรงดันไฟฟ้าน้อยกว่าของฟิชชันแฟรกเมนต์มาก อย่างไรก็ตาม สัญญาณซึ่งมีแรงดันไฟฟ้า

น้อย ๆ นี้ ก็สามารถทำให้เกิดสัญญาณคายขึ้นได้ ตัวต้านทาน $R_2$ ทำหน้าที่เพิ่มแรงดันไฟฟ้าจาก -15 โวลท์ เป็น -5 โวลท์ และถูกป้อนเข้าสู่ $A_2$ โดยผ่านตัวต้านทาน $R_3$ ซึ่งต่ออยู่กับขาป้อนหกกลับของ $A_2$ ตัวต้านทาน $R_4$ เป็นตัวต้านทานป้อนกลับ ( **Feedback resistor** ) และมีความต้านทานเท่ากับ $R_3$ ดังนั้นกำลังขยาย (Gain ) ของ $A_2$ จึงมีค่าเท่ากับหนึ่ง ทำให้สัญญาณคายและสัญญาณป้อนของ $A_2$ มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากันแต่มีเฟสตรงกันข้าม สัญญาณจาก $A_2$ จะกระตุ้น (Trig) ให้ $B_1$ ซึ่งเป็นวงจรเอกเสถียรทำงาน สัญญาณคายจาก $B_1$ จะมีรูปร่างเป็นหลุมสี่เหลี่ยมโดยมีแรงดันไฟฟ้าที่ปากหลุมและก้นหลุมเป็น +5 และ 0 โวลท์ตามลำดับ ตัวเก็บประจุ $C_3$ จะทำหน้าที่ดึงแรงดันไฟฟ้าบางส่วนให้มีค่าเป็นลบซึ่งจะทำให้สัญญาณคายจากภาคกำเนิดสัญญาณเกทมีแรงดันไฟฟ้าเป็น -2 โวลท์ ตัวต้านทาน $R_6$ และตัวเก็บประจุ $C_2$ ทำหน้าที่ปรับความกว้างของสัญญาณเกทซึ่งสามารถปรับ




รูปที่ 3.2 แสดงวงจรภายในภาคกำเนิดสัญญาณ

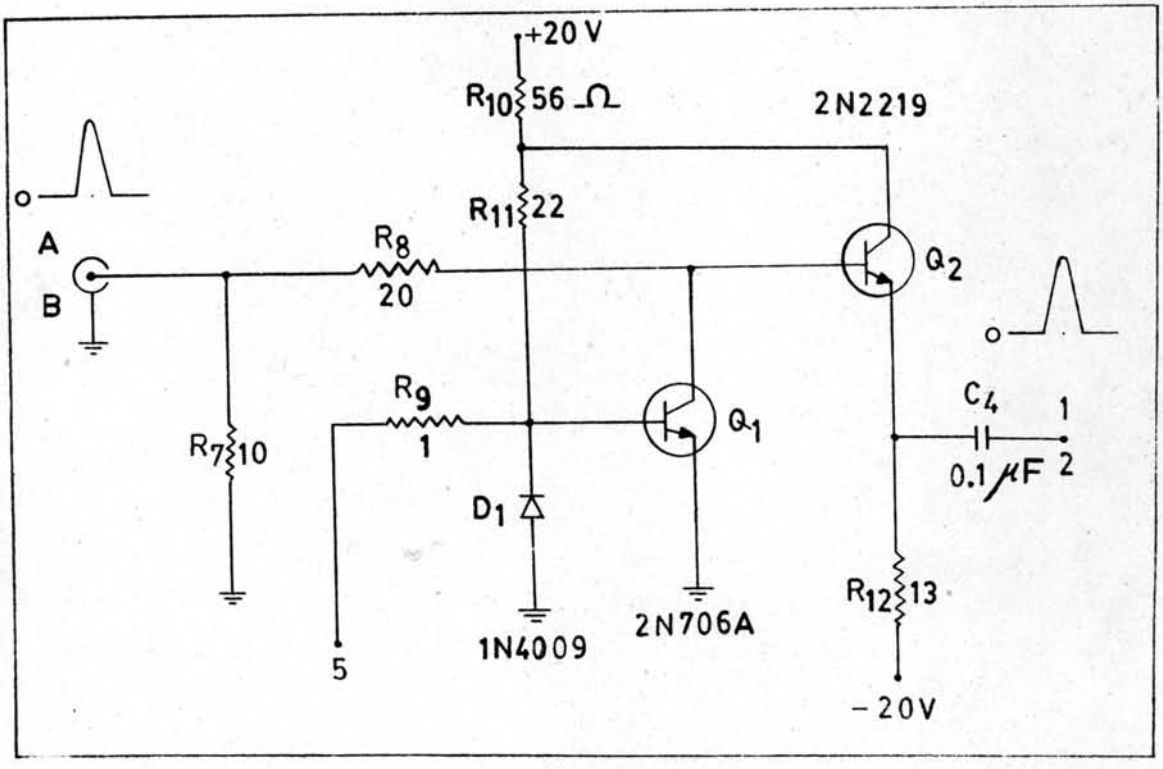
ค่าได้ตั้งแต่ 3 ถึง 26 ไมโครวินาที การทำงานของภาคนี้นับตั้งแต่เมื่อมีสัญญาณป้อน B เข้าสู่ $A_1$ จนกระทั่งเกิดสัญญาณคายจาก $B_1$ จะสิ้นเวลาไปประมาณ 4 ไมโครวินาที ดังนั้นสัญญาณ A และ B ที่จะป้อนเข้าสู่ภาคสวิทช์จะต้องถูกหน่วงเหนี่ยว ( Delay ) ให้ช้ากว่าสัญญาณ B ที่จะป้อนเข้าสู่ภาคกำเนิดสัญญาณเกท เป็นเวลา 4 ไมโครวินาทีเช่นกัน ทั้งนี้เพื่อให้ภาคสวิทช์เปิดในขณะที่สัญญาณ A และ B ผ่านมาพอดีซึ่งทำให้สามารถผ่านไปสู่ภาคอื่น ๆ ได้

3.3 <u>ภาคสวิทช์</u>

ภาคสวิทช์มีทั้งหมด 2 ภาคด้วยกัน แต่ละภาคทำหน้าที่เป็นสวิทช์เพื่อให้สัญญาณ A และ B ผ่านไปสู่ภาคอื่น ๆ ได้ การปิดและเปิดของภาคสวิทช์ถูกควบคุมโดยสัญญาณจากภาคกำเนิดสัญญาณเกท รูปที่ 3.3 แสดงวงจรภายในของภาคสวิทช์ซึ่งประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ $Q_1$ และ $Q_2$ ทรานซิสเตอร์ $Q_1$ ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ เมื่อยังไม่มีสัญญาณจากภาคกำเนิดสัญญาณเกท ทรานซิสเตอร์ $Q_1$ จะปิดเนื่องจากแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมระหว่างขาเบส ( Base ) และขาอิมิตเตอร์ (Emitter) ของ $Q_1$ แรงดันไฟฟ้าที่ขาเบสจะมีค่าเป็นบวกเมื่อเทียบกับขาอิมิตเตอร์ซึ่งต่อลงดิน (Ground ) สัญญาณ A และ B จะผ่านทรานซิสเตอร์ $Q_1$ ลงดินและไม่สามารถผ่านไปสู่ภาคอื่น ๆ ได้ แต่เมื่อมีสัญญาณจากภาคกำเนิดสัญญาณเกท ไดโอด $D_1$ จะปิดซึ่งจะทำให้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขาเบสและขาอิมิตเตอร์ของ $Q_1$ ลดลงจนมีค่าเป็นศูนย์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ $Q_1$ เปิด สัญญาณ A และ B จะผ่านไปสู่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ $Q_2$ ช่วงเวลาที่ทรานซิสเตอร์ $Q_1$ เปิดขึ้นอยู่กับความกว้างของสัญญาณจากภาคกำเนิดสัญญาณเกท ทรานซิสเตอร์ $Q_2$ ทำหน้าที่เป็นกันชน ( Buffer ) สัญญาณคายและสัญญาณป้อนของภาคสวิทช์จะมีเฟสตรงกันและมีแรงดันไฟฟ้าเกือบเท่ากัน

ภาคกำเนิดสัญญาณเกทและภาคสวิทช์ทั้งสองทำหน้าที่ร่วมกันเป็นวงจรประจวบ ( **Coincident circuit** ) เพื่อคัดเลือกสัญญาณ A และ B ที่เกิดจาก

ฟิชชันแฟรกเมนต์คู่เดียวกันเท่านั้นให้ผ่านไปสู่ภาคอื่น ๆ ได้ โดยถือว่าฟิชชันแฟรกเมนต์ทั้งสองเคลื่อนที่ไปถึงหัววัดทั้งสองในเวลาพร้อมกัน ส่วนฟิชชันแฟรกเมนต์ที่ไม่ใช่คู่กันจะเคลื่อนที่ไปถึงหัววัดในเวลาต่างกัน ซึ่งมากกว่าความกว้างของสัญญาณจากภาคกำเนิดสัญญาณเกท สำหรับสัญญาณซึ่งเกิดจากแฟรกเมนต์ที่ไม่ใช่คู่กันนี้จะมีเฉพาะสัญญาณ B เท่านั้นที่ผ่านภาคสวิทช์ไปสู่ภาคอื่น ๆ ดังนั้นสัญญาณคายของอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์จะมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับศูนย์ การทำงานของภาคทั้งสามดังกล่าวนี้ทำให้มั่นใจได้ว่าสัญญาณคายจากอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์เกิดจากสัญญาณ A และ B ที่เป็นคู่กันจริง ๆ เท่านั้น

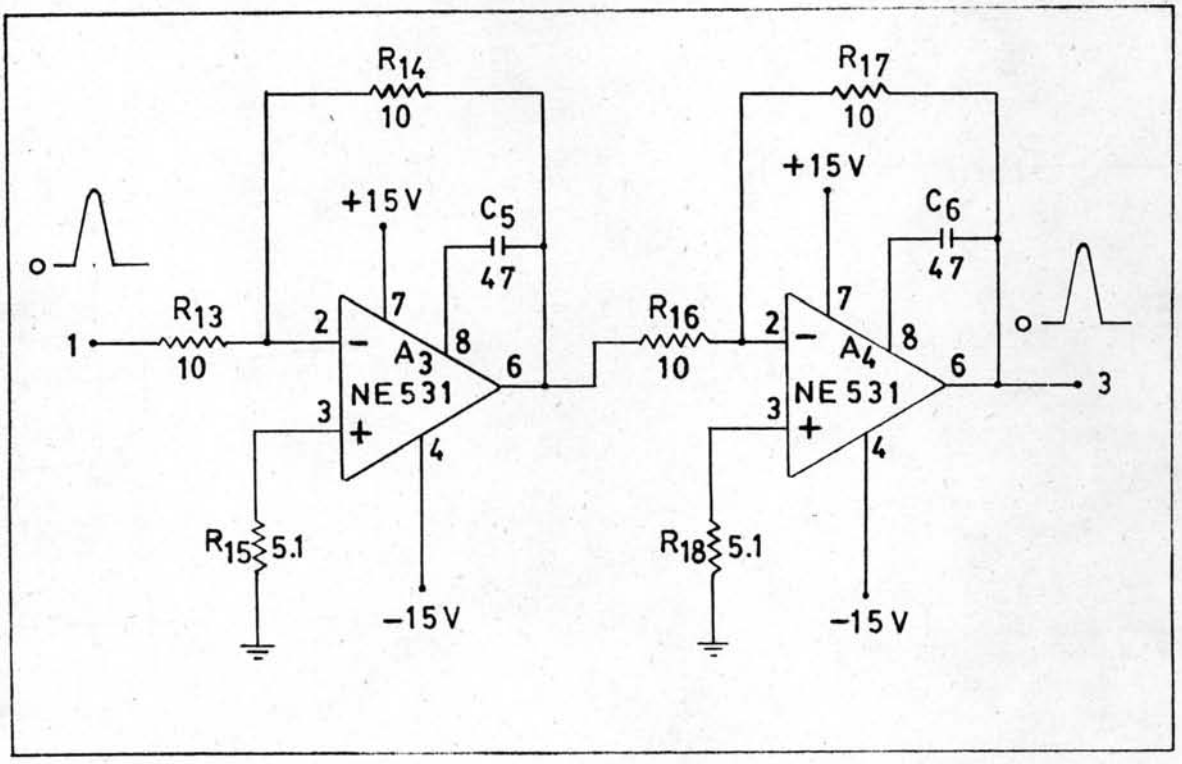



รูปที่ 3.3 แสดงวงจรภายในภาคสวิทช์

## 3.4 ภาคขยายสัญญาณไฟฟ้า

ภาคขยายสัญญาณไฟฟ้าทำหน้าที่ขยายแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณ A ที่ผ่าน

มาจากภาคสวิทช์ ภาคขยายสัญญาณไฟฟ้าประกอบด้วยวงจรขยายสัญญาณแบบหกกลับ ( **Inverting amplifier** ) 2 วงจรต่อกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.4 และเป็นเครื่องขยายแบบออปเปอร์เรชันแนล ( **Operational amplifier** ) เนื่องจากตัวต้านทาน $R_{13}$ และ $R_{14}$ มีความต้านทานเท่ากัน ดังนั้นสัญญาณป้อนและคายของ $A_3$ จึงมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากันแต่มีเฟสตรงกันข้าม และเนื่องจากตัวต้านทาน $R_{16}$ และ $R_{17}$ มีความต้านทานเท่ากัน ดังนั้นสัญญาณป้อนและคายของ $A_4$ จึงมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากันแต่มีเฟสตรงกันข้ามซึ่งจะทำให้สัญญาณป้อนและคายของภาคขยายสัญญาณไฟฟ้ามีแรงดันไฟฟ้าเท่ากันและมีเฟสตรงกัน




รูปที่ 3.4 แสดงวงจรภายในภาคขยายสัญญาณไฟฟ้า

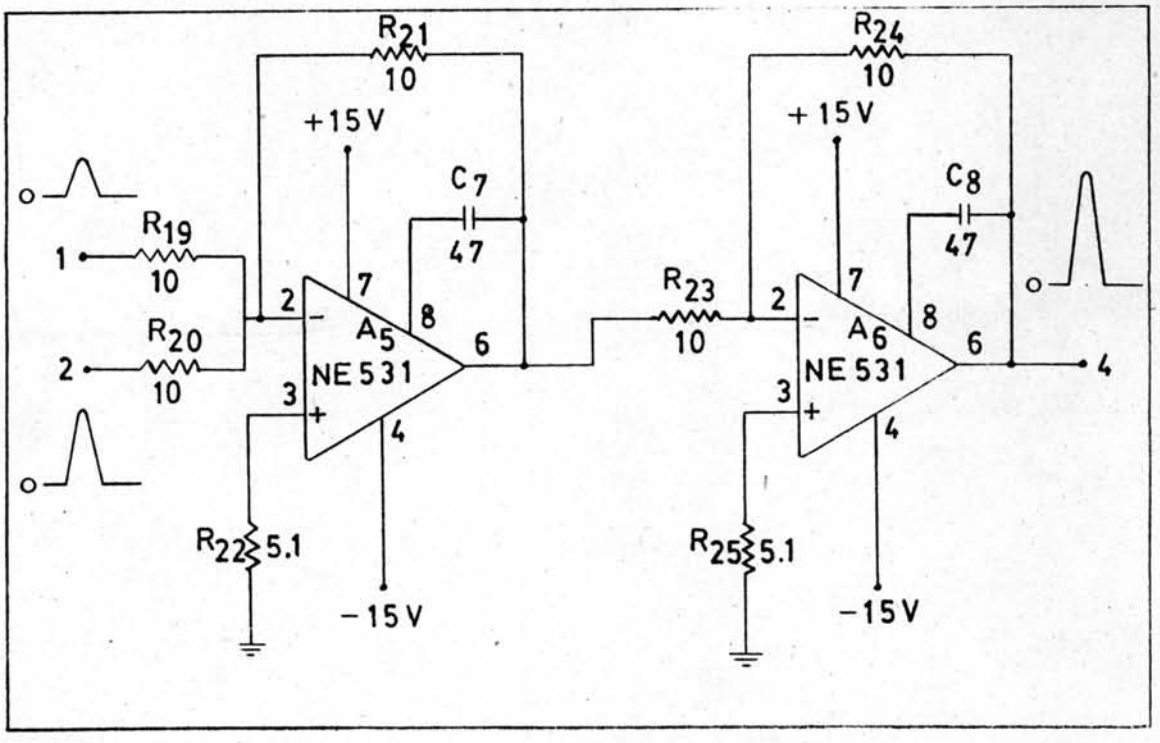
เหตุผลในการออกแบบภาคนี้ก็เพื่อให้สัญญาณคายของภาคนี้กับสัญญาณคายจากภาครวมและขยายสัญญาณไฟฟ้าออกมาพร้อมกันพอดี ถ้าขาดภาคนี้ไปจะทำให้สัญญาณคายจากอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์เกิดความคลาดเคลื่อน ดังนั้นจึงต้องทำให้ภาคทั้งสองมีเครื่องขยายแบบออปเปอร์เรชันแนล

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จำนวนเท่า ๆ กัน

## 3.5 ภาครวมและขยายสัญญาณไฟฟ้า

ภาครวมและขยายสัญญาณไฟฟ้าทำหน้าที่รวมแรงดันไฟฟ้าที่ผ่านมาจากภาคสวิทช์ทั้งสอง ภาคนี้ประกอบด้วยวงจรรวมสัญญาณไฟฟ้าและวงจรขยายสัญญาณแบบหกกลับ ดังแสดงในรูปที่ 3.5 $A_5$ เป็นวงจรรวมสัญญาณไฟฟ้าซึ่งใช้เครื่องขยายแบบออปเปอร์เรชันแนล สัญญาณจากภาคสวิทช์ทั้งสองจะถูกป้อนเข้าสู่ $A_5$ โดยผ่านตัวต้านทาน $R_{19}$ และ $R_{20}$ เนื่องจากความต้านทาน $R_{19}$ $R_{20}$ และ $R_{21}$ มีความต้านทานเท่ากัน ดังนั้นสัญญาณคายจาก $A_5$ จะมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับผลบวกของแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณป้อนทั้งสองแต่มีเฟสตรงกันข้าม $A_6$ เป็นวงจรขยายสัญญาณแบบหกกลับและใช้เครื่องขยายแบบออปเปอร์เรชันแนล เนื่องจากตัวต้านทาน $R_{23}$ และ $R_{24}$ มีความต้านทานเท่ากัน ดังนั้นสัญญาณคายและป้อนของ $A_6$ จะมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ




รูปที่ 3.5 แสดงวงจรภายในภาครวมและขยายสัญญาณไฟฟ้า

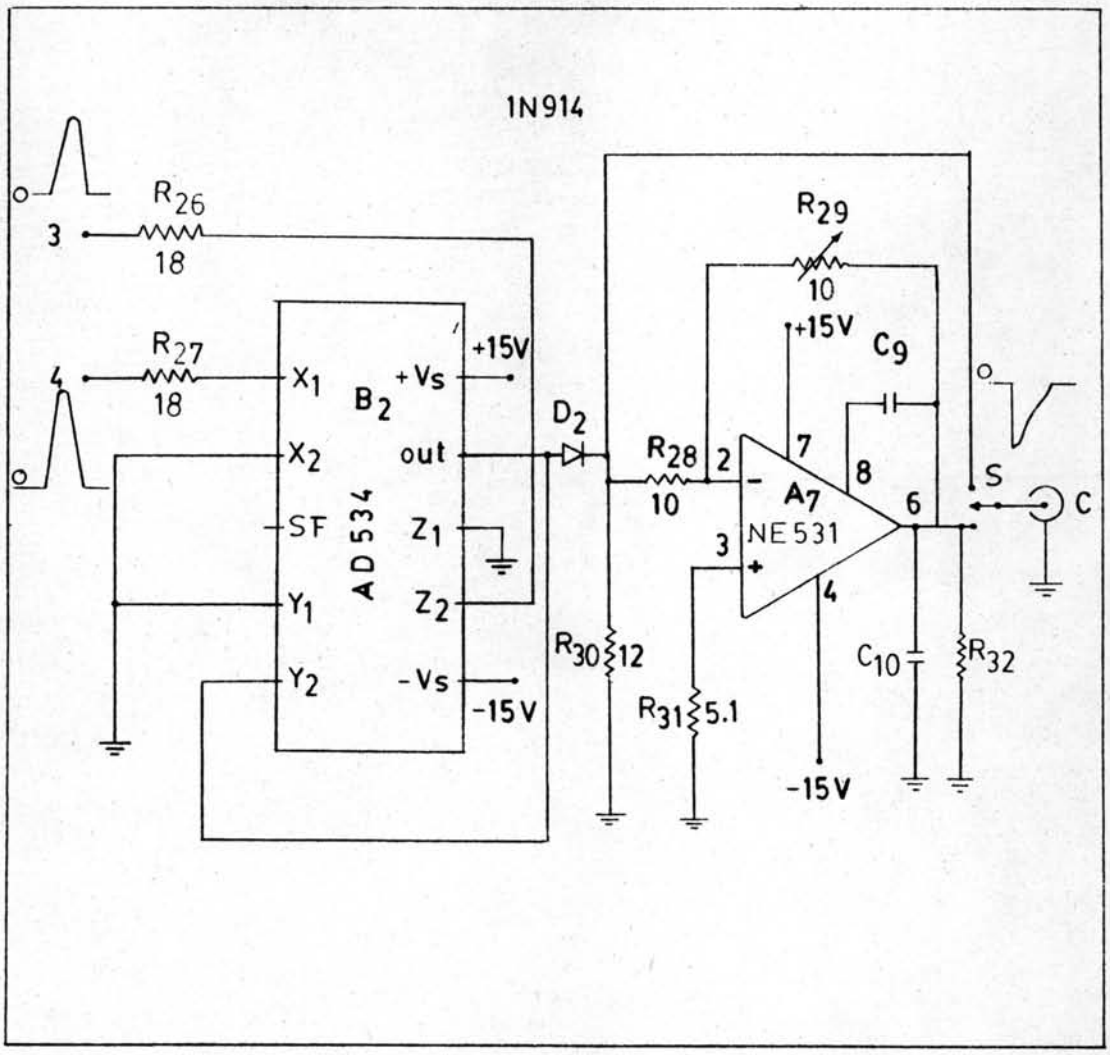
ผลบวกของแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณป้อนทั้งสองและมีเฟสเดียวกัน

3.6 ภาคหารสัญญาณไฟฟ้า

ภาคหารสัญญาณไฟฟ้าทำหน้าที่หารแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณที่ผ่านมาจากภาคขยายสัญญาณไฟฟ้ากับภาครวมและขยายสัญญาณไฟฟ้า ภาคนี้ประกอบด้วยวงจรหารแรงดันไฟฟ้าและวงจรขยายสัญญาณแบบหกกลับ ดังแสดงในรูปที่ 3.6 $B_2$ เป็นวงจรหารแรงดันไฟฟ้าซึ่งเป็นเครื่องอุปไมย ( **Analogue device** ) หมายเลขเอดี 534 (AD 534 ) ทำหน้าที่หารแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณจากภาคขยายสัญญาณไฟฟ้ากับภาครวมและขยายสัญญาณไฟฟ้า สัญญาณจะถูกป้อนเข้าสู่ $B_2$ โดยผ่านตัวต้าน $R_{26}$ และ $R_{27}$ ไดโอด $D_2$ ทำหน้าที่สกัดกั้นสัญญาณจาก $B_2$ ส่วนที่มีแรงดันไฟฟ้าเป็นลบและยอมให้สัญญาณส่วนที่มีแรงดันไฟฟ้าเป็นบวกผ่านไปได้เท่านั้น $A_7$ เป็นวงจรขยายสัญญาณแบบหกกลับและใช้เครื่องขยายแบบออปเปอร์เรชันแนลตัวต้านทาน $R_{29}$ สามารถปรับค่าได้ ดังนั้นกำลังขยายของ $A_7$ จึงขึ้นกับความต้านทานของ $R_{29}$ สัญญาณคายและป้อนของ $A_7$ จะมีเฟสตรงกันข้าม S เป็นสวิทช์แบบสองทางซึ่งทำให้สามารถเลือกขั้วของสัญญาณคายจากภาคนี้ได้ สัญญาณจากภาคนี้ถือว่าเป็นสัญญาณคายอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์ซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าเป็นไปตามสมการที่ (3.2)

3.7 ภาคจ่ายกำลัง

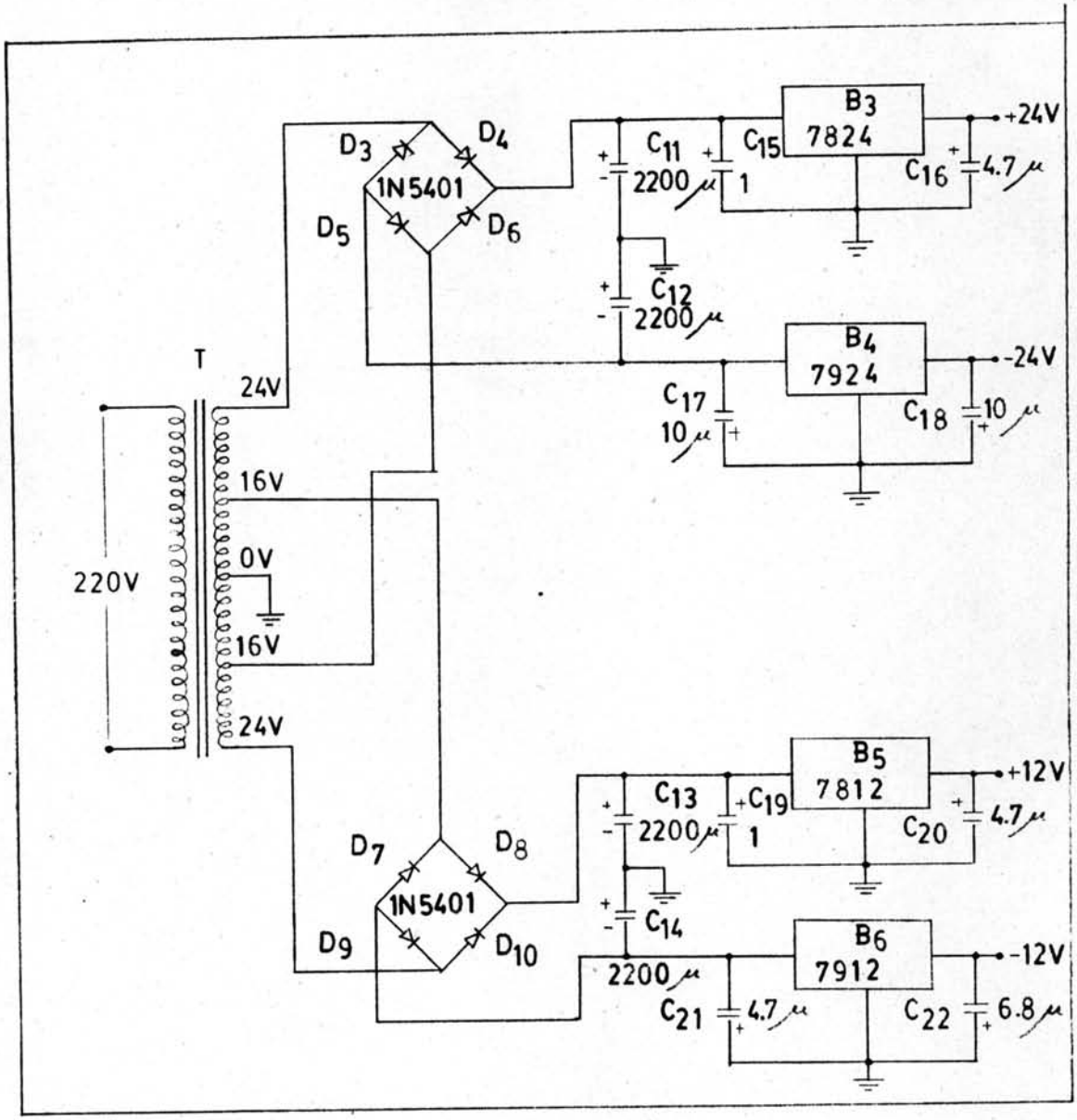
ภาคจ่ายกำลังเป็นภาคที่แยกต่างหากจากอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์ ภาคนี้ทำหน้าที่จ่ายกำลังให้แก่วงจรของภาคต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์ ภาคจ่ายกำลังประกอบด้วยหม้อแปลงไฟ ( **Transformer** ) วงจรเรกติไฟเออร์ ( **Rectifier**) วงจรฟิลเตอร์ ( **Filter** ) และวงจรเรกกูเลเตอร์ ( **Regulator** ) ดังแสดงในรูปที่ 3.7 T เป็นหม้อแปลงไฟทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจาก 220 โวลท์




รูปที่ 3.6 แสดงวงจรภายในของภาคหารสัญญาณไฟฟ้า

เป็น 24 และ 16 โวลท์ เมื่อเทียบกับแถบกลาง ( Center tap) อย่างละ 2 ชุด ไดโอด $D_3$ $D_4$ $D_5$ และ $D_6$ ต่อกันเป็นวงจรเรกติไฟเออร์แบบสะพาน ( Bridge rectifier ) ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่มีลักษณะเป็นคลื่น วงจรนี้ต่อมาจากขดลวดทุติยภูมิของ T ซึ่งให้แรงดันไฟฟ้า 24 โวลท์ ในทำนองเดียวกัน ไดโอด $D_7$ $D_8$ $D_9$ และ $D_{10}$ ต่อกันเป็นวงจรเรกติไฟเออร์แบบสะพานและทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับจากขดลวดทุติยภูมิ

ของ T ซึ่งให้แรงดันไฟฟ้า 16 โวลท์ เป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่มีลักษณะเป็นคลื่น ตัวเก็บประจุ $C_{11}$ $C_{12}$ $C_{13}$ และ $C_{14}$ เป็นวงจรฟิลเตอร์มีหน้าที่กรองกระแสจากวงจรเรกติไฟเออร์ให้เหลือการกระเพื่อมน้อยที่สุด $B_3$ $B_4$ $B_5$ และ $B_6$ เป็นวงจรเรกกูเลเตอร์ แรงดันไฟฟ้าจาก $B_3$ $B_4$ $B_5$ และ $B_6$ มีค่าเท่ากับ + 24 -24 + 12 และ -12 โวลท์ตามลำดับ วงจรเรกกูเลเตอร์แต่ละวงจรสามารถ

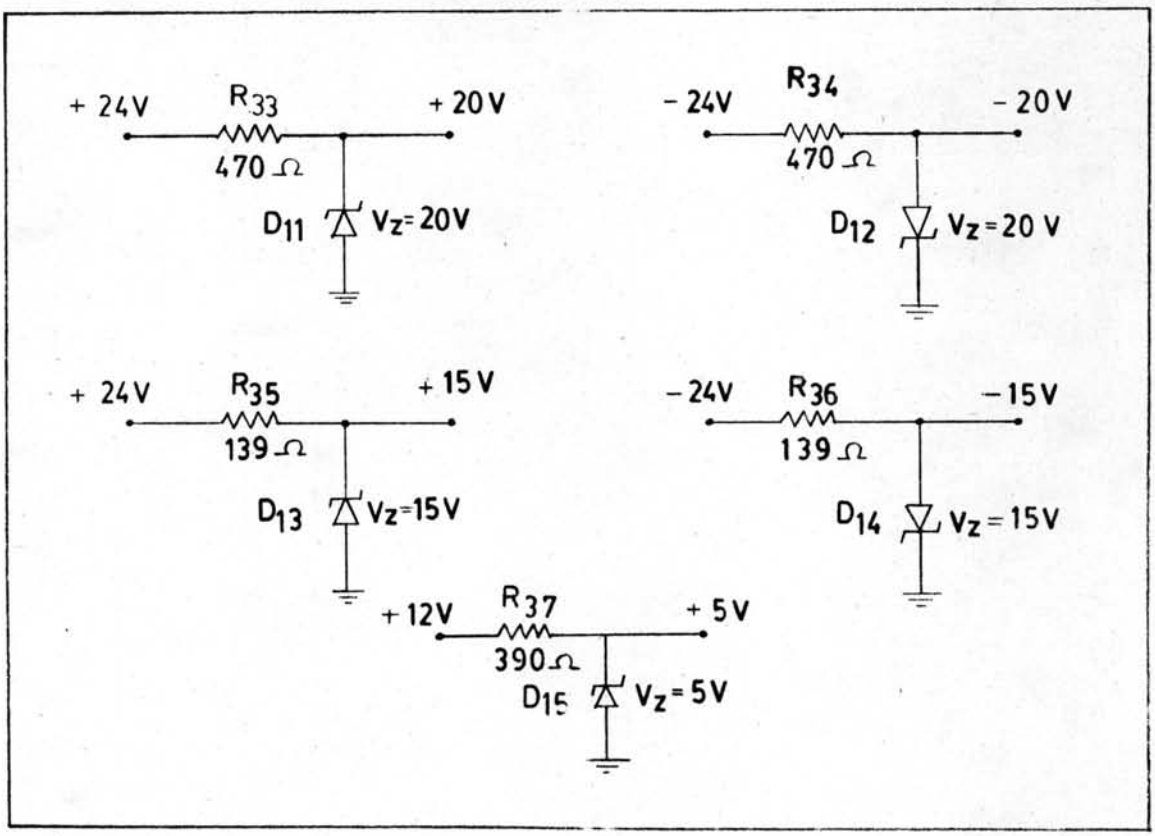



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรภายในภาคจ่ายกำลัง

จ่ายกระแสได้มากที่สุดเท่ากับ 1.5 แอมแปร์ แต่เมื่อรวมกระแสทั้งหมดจากทุกวงจรแล้วจะต้องไม่เกิน 3 แอมแปร์ ทั้งนี้เนื่องจากหม้อแปลงไฟ T สามารถจ่ายกระแสได้สูงสุดเท่ากับ 3 แอมแปร์เท่านั้น

นอกจากนี้ยังมีวงจรเรกกูเลเตอร์โดยใช้ซีเนอร์ไดโอด (Zener diode) อยู่ภายในอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์อีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.8 วงจรเหล่านี้ทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าจากภาคจ่ายกำลังให้มีค่าเท่ากับ +20 -20 + 15 และ 5 โวลท์ แล้วจ่ายให้แก่วงจรของภาคต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์

รูปที่ 3.9 แสดงวงจรของภาคต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์อย่างสมบูรณ์




รูปที่ 3.8 แสดงวงจรเรกกูเลเตอร์ภายในอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์

3.8 การใช้งานอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์

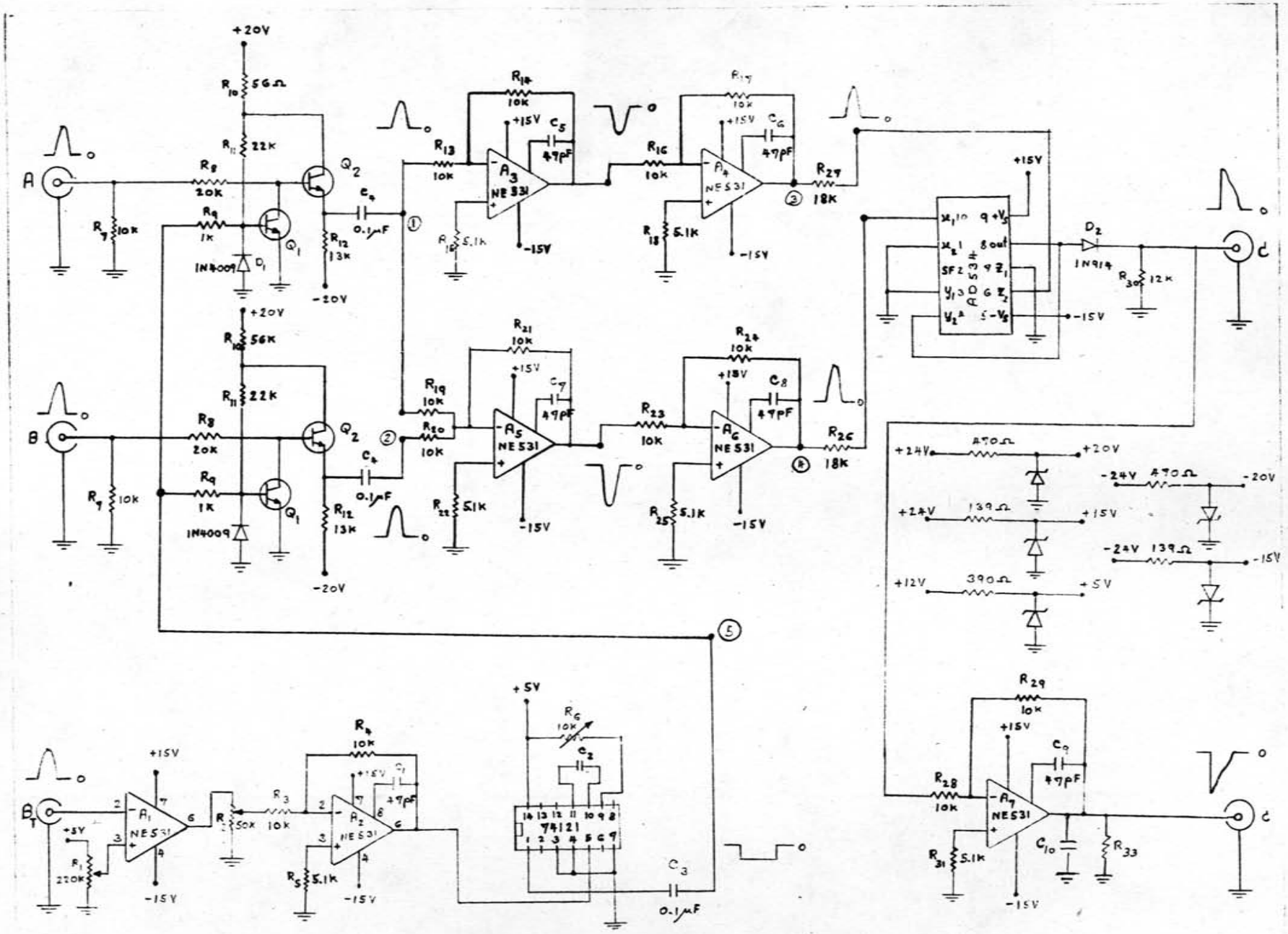
การใช้งานอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.8.1 แรงดันไฟฟ้าของสัญญาณ A และ B เนื่องจากวงจรส่วนใหญ่ของอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์ใช้เครื่องขยายแบบออปเปอร์เรชันแนลซึ่งสามารถให้สัญญาณคายที่มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 14 โวลท์ ดังนั้นแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณ A และ B จะต้องมีค่าไม่เกิน 14 โวลท์ และเนื่องจากวงจรรวมภายในอุปกรณ์อิเลกโทรนิคนี้ใช้เครื่องขยายแบบออปเปอร์เรชันแนลเช่นกัน สัญญาณจากภาคนี้มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับผลบวกของแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณจากภาคสวิทช์ทั้งสองและมีค่าสูงสุดเท่ากับ 14 โวลท์ ดังนั้นสัญญาณ A และ B ที่จะป้อนเข้าสู่อุปกรณ์อิเลกโทรนิคจะต้องมีแรงดันไฟฟ้ารวมกันแล้วไม่เกิน 14 โวลท์

3.8.2 ขั้วของสัญญาณ A และ B เนื่องจากสัญญาณจากภาคกำเนิดสัญญาณเกท จะต้องมีแรงดันไฟฟ้าเป็นลบและสัญญาณนี้เกิดจากวงจรเอกเสถียร การที่จะทำให้วงจรเอกเสถียรให้สัญญาณที่เป็นลบได้จะต้องใช้สัญญาณกระตุ้นที่มีแรงดันไฟฟ้าเป็นบวก สัญญาณที่จะมากระตุ้นวงจรเอกเสถียรคือสัญญาณ B ดังนั้นสัญญาณ A และ B จะต้องมีขั้วเป็นบวก

3.8.3 การปรับความกว้างของสัญญาณจากภาคกำเนิดสัญญาณเกท การปรับความกว้างของสัญญาณจากภาคกำเนิดสัญญาณเกทกระทำได้โดยการปรับความต้านทาน $R_5$ ซึ่งสามารถปรับได้ตั้งแต่ 3 ถึง 26 ไมโครวินาที การเลือกความกว้างของสัญญาณนี้ขึ้นกับความกว้างของสัญญาณป้อน A และ B และรูปร่างของสัญญาณคายของอุปกรณ์อิเลกโทรนิคซึ่งจะต้องมีรูปร่างเหมาะสมกับเครื่องวิเคราะห์สัญญาณ

3.8.4 การหน่วงเหนี่ยวสัญญาณ A และ B เนื่องจากสัญญาณป้อนเข้าสู่ภาคกำเนิดสัญญาณเกทคือสัญญาณ B ที่แยกออกมาและสัญญาณคายจากภาคกำเนิด




รูปที่ 3.9 แสดงวงจรของอุปกรณ์อิเลกโทรนิคส์สำหรับวัดมวลของพิชชันแฟรกเมนต์อย่างสมบูรณ์

สัญญาณเกทช้ากว่าสัญญาณป้อน 4 ไมโครวินาที ดังนั้นสัญญาณ A และ B ที่จะป้อนเข้าสู่ภาคสวิทช์ทั้งสองจะต้องถูกหน่วงเหนี่ยวให้ช้ากว่าสัญญาณ B ที่จะป้อนเข้าสู่ภาคกำเนิดสัญญาณเกทเป็นเวลา 4 ไมโครวินาที ทั้งนี้เพื่อให้สัญญาณ A และ B ผ่านไปสู่ภาคสวิทช์ทั้งสองในจังหวะที่ภาคสวิทช์ทั้งสองปิดพอดี

3.8.5 การปรับแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง การปรับแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงสามารถกระทำได้โดยการปรับความต้านทาน $R_1$ ซึ่งสามารถปรับค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 5 โวลท์ การเลือกค่าของแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณจากอนุภาคอัลฟา แรงดันไฟฟ้าอ้างอิงจะต้องมีค่าสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณจากอนุภาคอัลฟา แต่ต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณจากฟิชชันแฟรกเมนต์เสมอ

3.8.6 สัญญาณคายจากอุปกรณ์อิเลกโทรนิคสำหรับวัดมวลของฟิชชันแฟรกเมนต์ สัญญาณคายจากอุปกรณ์อิเลกโทรนิคนี้สามารถปรับค่าได้เพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องวิเคราะห์สัญญาณ สัญญาณคายนี้มีทั้งขั้วบวกและลบซึ่งสามารถเลือกได้โดยใช้สวิทช์ S.