

การสร้างการทดลองการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาห้จากสมการทางคณิตศาสตร์ของทฤษฎีการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูด

THE AMPLITUDE MODULATION EXPERIMENT OF DOUBLE SIDE BAND WITH LARGE CARRIER DERIVED BY MATHEMATICAL EQUATIONS OF AMPLITUDE MODULATION THEORY

นาวาอากาศตรี ยุทธศักดิ์ สาณศิลป์
Sqn.Ldr. Yuttarsak Sansinlapin

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้เกี่ยวข้องกับการสร้างการทดลองการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาห้จากสมการทางคณิตศาสตร์ของทฤษฎีการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูด มีวัตถุประสงค์ของการสร้าง ได้แก่ 1) เพื่อศึกษาทฤษฎีการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาห้ 2) เพื่อออกแบบการทดลองการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดจากสมการคณิตศาสตร์ของทฤษฎีการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาห้ และ 3) เพื่อวัดและทดสอบการทำงานของวงจรที่ออกแบบจากสมการคณิตศาสตร์

การสร้างการทดลองจะทำการออกแบบมาจากสมการคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีของการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาห้ จากนั้นนำไปจำลองการทำงานของวงจรที่ออกแบบด้วยโปรแกรม PSpice และนำไปทำการทดลองจริงจากการใช้วงจรรวมเบอร์ AD633AN/JN รวมถึงวัดผลเอาต์พุตของวงจรด้วยออสซิลโลสโคป พร้อมทั้งสรุปผลลัพธ์ของวงจรและการนำไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนการสอน รวมถึงให้แนะนำเพื่อพัฒนาการสร้างและการทดลองต่อไป

คำสำคัญ: การมอดูเลต, ทฤษฎีการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูด, การทดลองการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูด

Abstract

This academic article is relevant to the Amplitude Modulation experiment of Double Side Band with Large Carrier derived by mathematical equations of Amplitude Modulation theory. The objectives of this creation include 1) to study the theory of Amplitude Modulation of Double Side Band with Large Carrier 2) to design the Amplitude Modulation experiment derived by mathematical equations of Amplitude Modulation of Double Side Band with Large Carrier theory and 3) to measure and test the operation of circuits that designed from mathematical equations.

The experiment design is derived from a mathematical equation based on the theory of Amplitude Modulation of Double Side Band with Large Carrier. Then, simulate the operation of the circuit with PSpice program and conduct the actual experiment by using the integrated circuit with AD633AN/JN, along with measuring the circuit output with an oscilloscope. Finally, summarize and implement the results with teaching and learning management, in order to recommend for further creation and development.

Keyword: Amplitude Modulation, AM, Amplitude Modulation experiment, Analog Multiplier

บทนำ

การมอดูเลต (Modulation) ในระบบอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคมเป็นกระบวนการของการปรับเปลี่ยนลักษณะสมบัติของรูปสัญญาณคลื่นพาห้ (สัญญาณที่เป็นตัวขนส่งความถี่สูง) ด้วยสัญญาณข้อมูลข่าวสารที่ต้องการจะส่งผ่านไปยังปลายทาง เช่น สัญญาณเสียงที่เป็นสัญญาณแอนะล็อกหรือสัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ต่ำ เป็นต้น โดยการสื่อสารด้วยวิธีการมอดูเลตเป็นเรื่องที่สำคัญมากในการสื่อสารข้อมูล การเลือกวิธีการมอดูเลตและการแยกสัญญาณ (Demodulation) ที่เหมาะสมจะช่วยให้การส่งสัญญาณข้อมูลข่าวสารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดยังเป็นที่นิยมที่มีให้เห็นอยู่ในปัจจุบัน เช่น สัญญาณวิทยุกระจายเสียงเอเอ็ม (AM Radio Broadcasting) เป็นต้น ซึ่งการส่งและรับสัญญาณนั้นสามารถทำได้หลายแบบ ไม่ว่าจะเป็นการส่งและรับสัญญาณแบบใช้สายสัญญาณ (Wire Communications) หรือการส่งและรับสัญญาณแบบไร้สาย (Wireless Communications) ขึ้นอยู่กับการเลือกวิธีการหรือช่องทางการสื่อสารระหว่างต้นทางกับปลายทาง

การมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดเป็นการส่งและรับข้อมูลด้วยการมอดูเลตหรือผสมสัญญาณทางแอมพลิจูดหรือทางขนาด ซึ่งถือเป็นการส่งและรับสัญญาณด้วยการมอดูเลตสัญญาณแบบแอนะล็อกแบบแรกที่เกิดขึ้น จึงเป็นสิ่งที่เห็นว่ามีค่าสำคัญต่อการศึกษา เนื่องจากเป็นพื้นฐานของการสื่อสารข้อมูล แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้ถูกพัฒนาให้ก้าวหน้ามากขึ้นเป็นการมอดูเลตเชิงความถี่ (Frequency Modulation) การมอดูเลตเชิงเฟส (Phase Modulation) หรือแม้กระทั่งการรับส่งข้อมูลแบบดิจิทัล (Digital Communications) แต่การศึกษาสิ่งที่ก้าวหน้าหรือพัฒนาขึ้นมาขึ้นนั้นจะต้องมีพื้นฐานที่ดีเสียก่อน ดังนั้นการศึกษาในเรื่องของการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูด จึงเป็นการศึกษาที่สำคัญอย่างหนึ่งในวงการของโทรคมนาคม

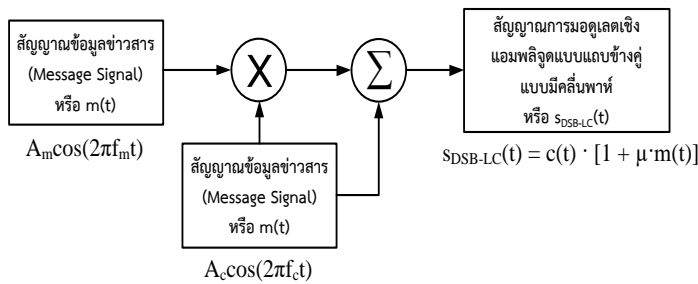
ในปัจจุบันการศึกษาและการเรียนรู้เกี่ยวกับการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดนั้น สามารถทำการเรียนรู้ได้โดยการใช้ชุดปฏิบัติการทดลองเป็นสื่อการเรียนการสอน ซึ่งการใช้สื่อการสอนร่วมกับการจัดการเรียนการสอนนั้นเป็นสิ่งที่ดี แต่ผู้เรียนจะมองภาพจากสมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนไปไม่ออก ทำให้การเรียนรู้ควบคู่ไปกับชุดทดลองอาจจะมีช่องว่างที่ยังไม่สามารถเติมเต็มได้อยู่ ทั้งนี้ผู้ออกแบบจึงได้คิดค้นวิธีการสอนหรือวิธีที่จะนำไปประกอบกับการจัดการเรียนการสอนในอนาคตเกี่ยวกับการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดด้วยการทำการทดลองจากสมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาจากทฤษฎีของการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูด

จากปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้ออกแบบได้ออกแบบวิธีการจัดการเรียนการสอนเรื่อง การมอดูเลตเชิงแอมพลิจูด ด้วยการศึกษา ออกแบบ และทำการทดลองโดยการนำสมการคณิตศาสตร์จากทฤษฎีการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดมาประยุกต์ใช้ เพื่อทำการวิเคราะห์ผลลัพธ์ของการสร้างการทดลองการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดจากสมการคณิตศาสตร์ของทฤษฎีการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดนั้นจะสามารถนำไปใช้เพื่อเป็นสื่อการสอนควบคู่กับการจัดการเรียนการสอนกับนักเรียนเพื่อพัฒนาผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหาให้ได้มากที่สุด โดยผู้ออกแบบมีวัตถุประสงค์ในการสร้าง ได้แก่ 1) เพื่อศึกษาทฤษฎีการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาห้ 2) เพื่อออกแบบการทดลองการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดจากสมการคณิตศาสตร์ของทฤษฎีการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาห้ 3) เพื่อวัดและทดสอบการทำงานของวงจรที่ออกแบบจากสมการคณิตศาสตร์

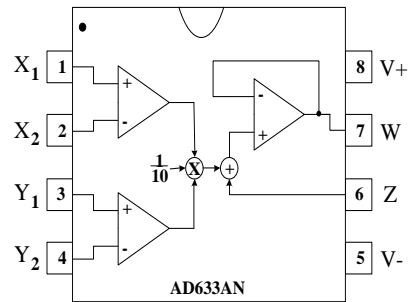
เนื้อหา

การสร้างการทดลองการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาห์จากสมการทางคณิตศาสตร์ของทฤษฎีการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดมีวิธีในการดำเนินการสร้าง ดังนี้ 1) ศึกษาหลักการทฤษฎีและสมการทางคณิตศาสตร์ของการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาห์ 2) ศึกษาและค้นคว้าหาข้อมูลวงจรรวมหรือไอซี (IC) ที่จะนำมาสร้างเป็นการทดลองการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาห์ 3) ทำการออกแบบการทดลองและทำการทดลองจากอุปกรณ์ที่ออกแบบจริง 4) ทดสอบการทำงานของวงจรที่ออกแบบด้วยโปรแกรมจำลองการทำงานทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (PSpice) 5) ทดสอบการทำงานของวงจรที่ออกแบบด้วยการต่อวงจรจริงบนบอร์ดทดลองและวัดรูปสัญญาณด้วยเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า (Oscilloscope) และ 6) สรุปผลการสร้างพร้อมให้ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนการสอน

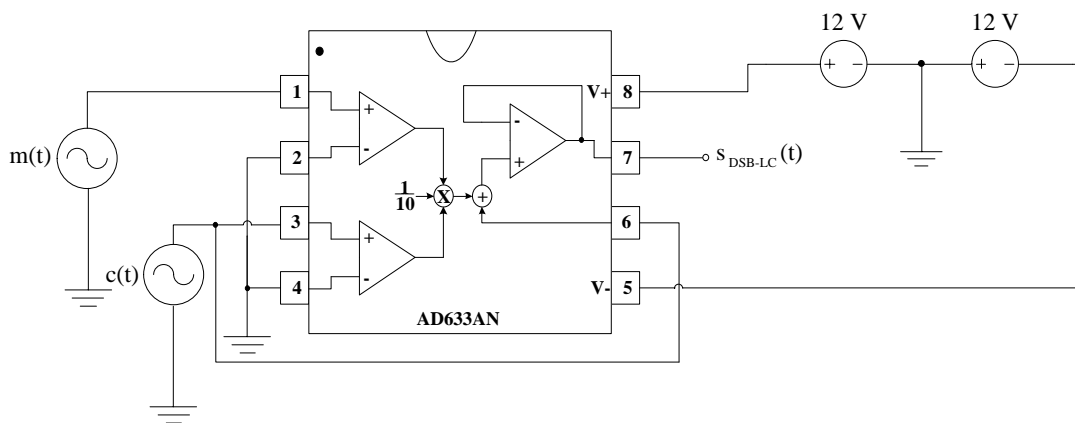
การสร้างการทดลองนี้จะมีอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ประกอบไปด้วยตัวต้านทานไฟฟ้า วงจรรวมเบอร์ AD633AN/JN บอร์ดทดลองและสายไฟต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าพร้อมทั้งสายโพรบวัดสัญญาณและสายเอาต์พุตของเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า และแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 2 เอาต์พุต



รูปที่ 1



รูปที่ 2



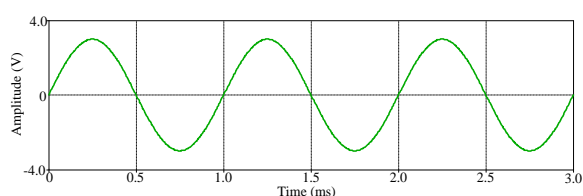
รูปที่ 3

$$W = \frac{(X_1 - X_2) \cdot (Y_1 - Y_2)}{10} + Z \tag{1}$$

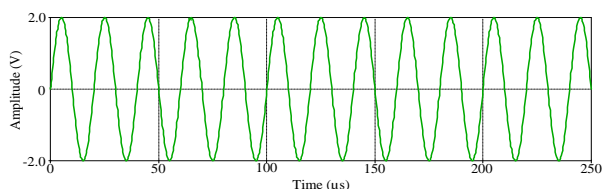
$$s_{\text{DSB-LC}}(t) = c(t) \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{10} \cdot m(t) \right) \right] \quad (2)$$

จากการศึกษาสมการทางคณิตศาสตร์ของการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาห์ โดยมีบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 1 และผลของการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับวงจรรวมที่นำมาใช้ร่วมกับการทดลอง ซึ่งวงจรรวมที่นำมาใช้งานก็คือเบอร์ AD633AN/JN เป็นวงจรรวมที่ทำหน้าที่คูณและบวกสัญญาณในตัวเดียวกันดังรูปที่ 2 ซึ่งมีสมการเอาต์พุตของวงจรรวมดังสมการที่ (1) เมื่อนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกันทำให้สามารถสร้างเป็นวงจรการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาห์ได้ดังรูปที่ 3 และมีสมการเอาต์พุตของวงจรรวมดังสมการที่ (2)

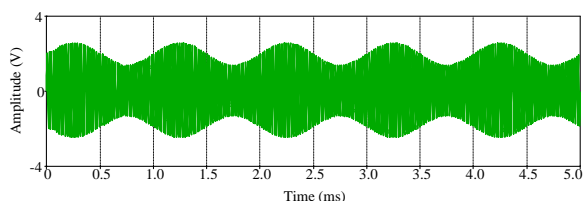
หลังจากที่ได้ศึกษาสมการจากทฤษฎีพร้อมกับวงจรรวมเบอร์ AD633AN/JN และได้ออกแบบวงจรการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาห์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้นำไปจำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม PSpice โดยกำหนดให้สัญญาณข้อมูลข่าวสาร (แอมพลิจูด 3 V_p / ความถี่ 1 kHz) ดังรูปที่ 4 สัญญาณพาห์ (แอมพลิจูด 2 V_p / ความถี่ 50 kHz) ดังรูปที่ 5 สัญญาณการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาห์ในโดเมนเวลาและโดเมนความถี่ ดังรูปที่ 6 และรูปที่ 7 ตามลำดับ



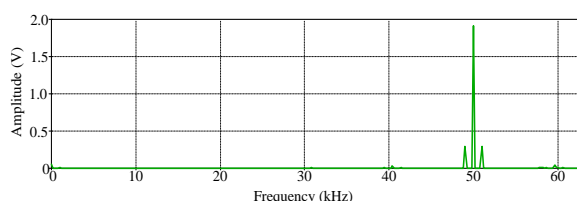
รูปที่ 4



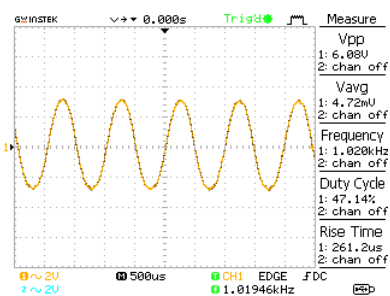
รูปที่ 5



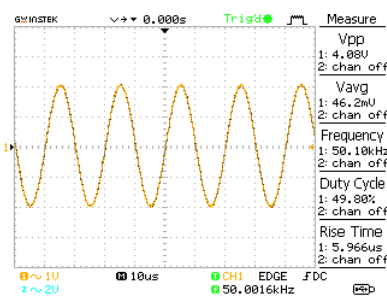
รูปที่ 6



รูปที่ 7

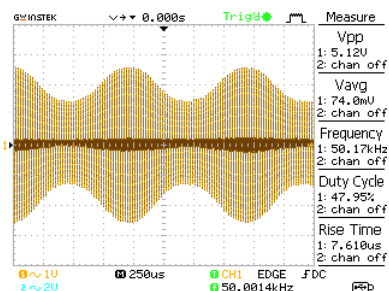


รูปที่ 8

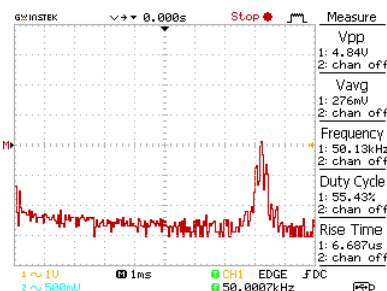


รูปที่ 9

จากการจำลองการแสดงผลของวงจรด้วยโปรแกรม PSpice แล้ว ผู้ออกแบบได้ทำการทดลองจริงเพื่อทดสอบการทำงานของวงจรรวมและสร้างการทดลองการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาร์รวมถึงใช้เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้าในการวัดผลเอาต์พุตของวงจรรวมและสัญญาณต่างๆ ทั้งในโดเมนเวลาและโดเมนความถี่ โดยผลการวัดสัญญาณข้อมูลข่าวสาร สัญญาณพาร์ สัญญาณการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาร์ในโดเมนเวลาและโดเมนความถี่ ดังรูปที่ 8 – 11 ตามลำดับ



รูปที่ 10



รูปที่ 11

บทสรุป

การสร้างการทดลองของวงจรการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดแบบแถบข้างคู่แบบมีคลื่นพาร์จากสมการทางคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดสามารถทำได้จริง จากการนำสมการทางคณิตศาสตร์มาแปลความเพื่อให้เกิดข้อคิดในการประกอบการทดลอง โดยสมการทางคณิตศาสตร์บ่งบอกให้นำสัญญาณมาคูณกันหรือรวมกัน ผู้ออกแบบก็เพียงแค่หาตัวช่วยที่ทำให้สัญญาณทั้ง 2 สัญญาณ มาคูณกันหรือรวมกันได้ ซึ่งในการทดลองนี้ ผู้ออกแบบได้เลือกวงจรรวมเบอร์ AD633AN/JN ที่มีคุณสมบัติเป็นวงจรคูณสัญญาณแอนะล็อก (Analog Multiplier) มาใช้ร่วมกับงานทดลอง ส่งผลให้ผู้ออกแบบสามารถนำสัญญาณข้อมูลข่าวสารมาคูณกับสัญญาณพาร์ และนำเอาต์พุตของสัญญาณที่คูณกันมารวมกับสัญญาณข้อมูลข่าวสารได้ดังสมการทางคณิตศาสตร์ตามที่ทฤษฎีของการมอดูเลตเชิงแอมพลิจูดได้กำหนดไว้

หลังจากการออกแบบและจำลองการทำงานของวงจรที่ออกแบบด้วยโปรแกรม PSpice เรียบร้อยแล้ว ผู้ออกแบบได้นำมาทำการปฏิบัติการทดลองจริง โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก็คือ วงจรสามารถให้เอาต์พุตได้ใกล้เคียงกับการออกแบบและผลของโปรแกรมการจำลองการทำงานของวงจรเป็นอย่างมาก ซึ่งทำให้เป็นผลดีต่อการจะนำไปใช้ร่วมกับการเรียนการสอนจริง เพื่อให้สามารถคำนวณตามทฤษฎีและนำไปปฏิบัติการทดลองควบคู่ได้ต่อไป ทั้งนี้อาจจะส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

ถวิล กิ่งทอง. (2537). *หลักการระบบสื่อสาร*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บัณฑิต โรจน์อารยานนท์. (2536). *หลักการไฟฟ้าสื่อสาร*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิทย์ นาคพิระยบุตร และคณะ. (2558). *หลักการระบบสื่อสาร*. พิมพ์ครั้งที่ 3.

กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

One Technology Way. 2017. **Low Cost Analog Multiplier : AD633**. [Online]. Available:

<http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD633.pdf>