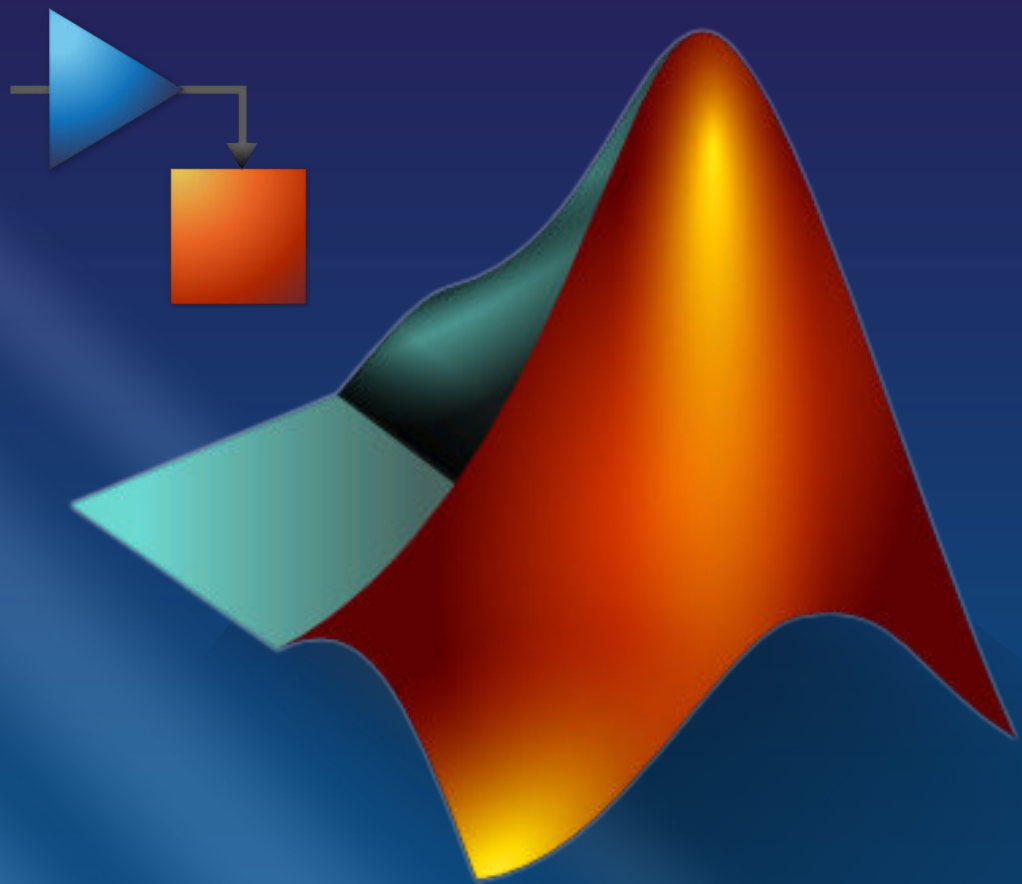


การประยุกต์ใช้งานโปรแกรม **MATLAB & SIMULINK**

APPLICATION OF MATLAB & SIMULINK PROGRAMS

อาจารย์รณันต์ ศรีสกุล



เรียนรู้พื้นฐานการประยุกต์ใช้งาน MATLAB & SIMULINK

และการเขียนโปรแกรมในการทดสอบแบบต่าง ๆ ...

ศึกษาพื้นฐานที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้โปรแกรม MATLAB ก่อนที่จะนำไปออกแบบและประยุกต์ใช้งานจริงหรือใช้งานในงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องที่มีความซับซ้อนต่อไป เหมาะสำหรับนักเรียนนักศึกษาและผู้สนใจทุกระดับ



การประยุกต์ใช้งานโปรแกรม MATLAB & SIMULINK (Application of MATLAB & SIMULINK programs)

**อาจารย์ธนนต์ ศรีสกุล
แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลังและสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า
วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก**

การประยุกต์ใช้งานโปรแกรม MATLAB & SIMULINK (Application of MATLAB & SIMULINK programs)

ผู้แต่ง อาจารย์ธนนต์ ศรีสกุล

จำนวน 210 หน้า

ราคา 159 บาท

พิมพ์ครั้งแรก สิงหาคม พุทธศักราช 2567 (ฉบับอิเล็กทรอนิกส์ (e-book))

จัดทำโดย อาจารย์ธนนต์ ศรีสกุล
แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลังและสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า
วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก
e-mail : tanansri@gmail.com

สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดของ e-book " การประยุกต์ใช้งานโปรแกรม MATLAB & SIMULINK " ไปทำซ้ำ หรือเผยแพร่ในรูปแบบใดๆ หรือด้วยวิธีอื่นใด ไม่ว่าจะเป็นทางอิเล็กทรอนิกส์ ทางกลไกรวมทั้งการถ่ายเอกสาร การบันทึก หรือเก็บข้อมูล โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์

กิตติกรรมประกาศ

คุณประโยชน์ และคุณความดีของหนังสือเล่มนี้ ผู้เขียนขอมอบให้แก่บุคคลต่างๆ เหล่านี้ ซึ่งมีส่วนร่วมในการสนับสนุน ส่งเสริมในทุกๆ ด้าน ให้กับผู้เขียนจนสามารถก้าวมาถึงจุดนี้ได้ และส่งผลให้เกิดเป็นหนังสือเล่มนี้ขึ้นมา

1.) ครู อาจารย์ ทุกๆ ท่าน ที่เป็นผู้ให้คำปรึกษาและคอยฝึกฝนประสิทธิ์ประสาทวิชาอบรมสั่งสอนในด้านวิชาการและแนวความคิด และเป็นตัวอย่างในการดำเนินชีวิตในทุกๆ ด้าน ให้กับผู้เขียนตลอดมา จนทำให้ผู้เขียนสามารถเป็นอาจารย์ วิศวกรและนักเขียนที่ดีและเป็นคนดีของสังคมจนทุกวันนี้

2.) อ.นิพนธ์ ศรีสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาพิเศษในทุกๆ ด้าน ซึ่งเป็นผู้ที่คอยให้คำปรึกษาและคอยฝึกฝนประสิทธิ์ประสาทวิชาในเรื่องต่างๆ รวมถึงเรื่องของการดำเนินชีวิต อบรมสั่งสอนในด้านวิชาการและแนวความคิด จนทำให้ผู้เขียนสามารถเป็นอาจารย์ผู้สอน ที่ปรึกษาบริษัท นักเขียนที่ดีและเป็นคนดีของสังคมจนทุกวันนี้

3.) ผู้บริหารสถานศึกษาและคณะอาจารย์ วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก และมหาวิทยาลัยต่างๆ ซึ่งเป็นผู้ที่คอยให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆ ในการทำงานรวมถึงเรื่องของการดำเนินชีวิต ทั้งในด้านวิชาการและแนวความคิด จนทำให้ผู้เขียนสามารถเป็นอาจารย์ผู้สอนที่ดีและเป็นคนดีของสังคมจนทุกวันนี้

4.) นักศึกษาในสาขาวิชาไฟฟ้า สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม ที่ได้เรียนกับผู้เขียนทุกคน ที่คอยช่วยเหลือในงานต่างๆ

5.) แม่แก่ คุณตา คุณยาย คุณพ่อ คุณแม่ ภรรยาและลูก ตลอดจนญาติพี่น้องทุกคน ที่เป็นกำลังใจและให้คำปรึกษากับผู้เขียนตลอดมา

คำนำ

การเรียนวิชาทางด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) และในระดับปริญญาตรี ทั้งในหลักสูตร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม สาขาไฟฟ้ากำลัง และผู้ที่มีความสนใจทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเรียนรู้ทางทฤษฎีให้เกิดความเข้าใจก่อนที่จะไปทำการเรียนในทางปฏิบัติ ซึ่งจากประสบการณ์ที่ผ่านมา การที่ได้ทำการศึกษาในทางทฤษฎีนั้นถือได้ว่าเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ที่สำคัญมากครับ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความเข้าใจในการประยุกต์ใช้โปรแกรม MATLAB โดยในหนังสือเล่มนี้ทางผู้เขียนได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 14 บท ซึ่งจะมีการกล่าวถึง การใช้งานโปรแกรม MATLAB ในการทดสอบการ Sampling สัญญาณ ในแบบ (M-file) และ (Simulink) การทดสอบการมอดูเลตเชิงขนาด (AM Mod) การทดสอบการประมวลผลสัญญาณเสียง มาศึกษาและทำความเข้าใจ OOK-ASK-FSK-PSK ศึกษาและทำความเข้าใจ Digital Data to Digital Signal วงจรกรองความถี่และวิธีการทดสอบผลตอบสนอง ที่จะทำให้ผู้ที่ได้อ่านหรือผู้ที่ได้ทำการศึกษาเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ก่อนที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

โดยเนื้อหาทั้งหมดที่ได้กล่าวมานั้น ทางผู้เขียนมีความประสงค์ที่จะทำให้ผู้ที่ได้อ่านหรือที่ได้ทำการศึกษาเกิดความเข้าใจในเรื่องของการประยุกต์ใช้โปรแกรม MATLAB ที่เป็นพื้นฐานทางด้านระบบสื่อสารพื้นฐานที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันและเมื่อเกิดความเข้าใจแล้วก็เสมือนกับว่ามีพื้นฐานที่ดีทางด้านการการใช้โปรแกรม MATLAB ก่อนที่จะนำความรู้ที่มีไปศึกษาและประยุกต์ใช้ในงานที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นต่อไป

อ. ธนันต์ ศรีสกุล

tanansrisakul@hotmail.com, tanansri@gmail.com

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลังและสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า

วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
คำนำ	II
สารบัญ	V
บทที่ 1 การแซมปลิงสัญญาณ “ Sampling Signal ” (M-file)	1-1
บทที่ 2 การแซมปลิงสัญญาณ “ Sampling Signal ” (Simulink Model)	2-1
บทที่ 3 การมอดูเลตเชิงขนาด “ Amplitude Modulation ” (Simulink Model)	3-1
บทที่ 4 การประมวลผลสัญญาณเสียง “ Analog & Digital Signal Processing ” (wavread-sound)	4-1
บทที่ 5 การประมวลผลสัญญาณเสียง “ Analog & Digital Signal Processing ” (Aliasing/Quantization)	5-1
บทที่ 6 การส่งสัญญาณดิจิทัลที่ใช้คลื่นพาห์ “ OOK-ASK-FSK-PSK ”	6-1
บทที่ 7 การแปลงข้อมูลดิจิทัลให้เป็นสัญญาณดิจิทัล “ NRZ-RZ-AMINRZ-AMIRZ ”	7-1
บทที่ 8 การแปลงข้อมูลดิจิทัลให้เป็นสัญญาณดิจิทัล “ NRZ-L & MANCHESTER ”	8-1
บทที่ 9 วงจรกรองความถี่แบบ FIR-LPF	9-1
บทที่ 10 วงจรกรองความถี่แบบ FIR-HPF	10-1
บทที่ 11 วงจรกรองความถี่แบบ FIR-BPF	11-1
บทที่ 12 วงจรกรองความถี่แบบ FIR-BSF	12-1

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 13 วงจร AM-FM Modulation	13-1
บทที่ 14 การมอดูเลตทางขนาด “ Amplitude Modulation : AM Mod ” (Simulink Model)	14-1
บรรณานุกรม	a

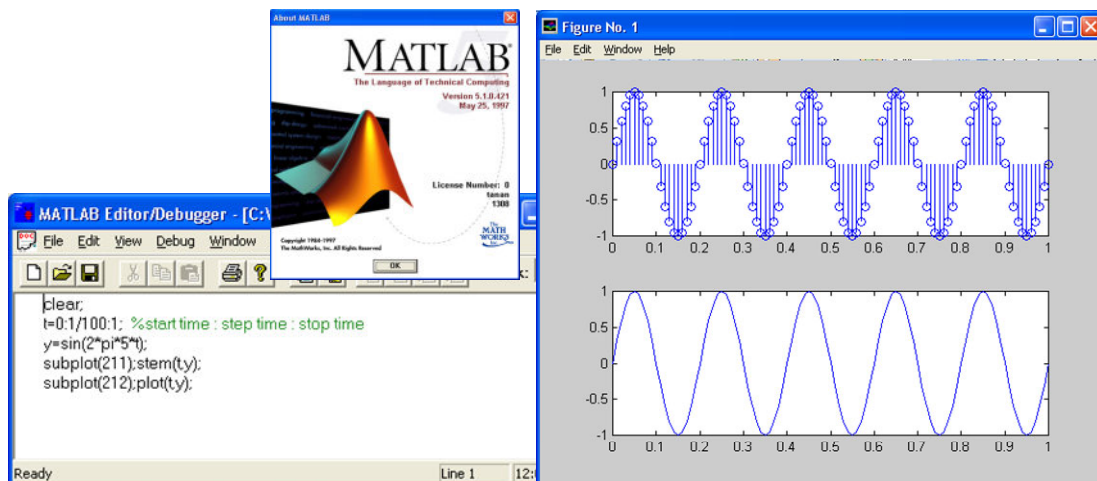
บทที่ 1

การทดสอบเทคนิคการแซมปลิงสัญญาณ

“ Sampling Signal “

ด้วยโปรแกรม MATLAB

แบบ (M-file)



ในบทนี้จะเป็นการนำเอาโปรแกรม MATLAB

มาประยุกต์ใช้งาน ในการทดสอบ

เทคนิคการ SAMPLING สัญญาณ

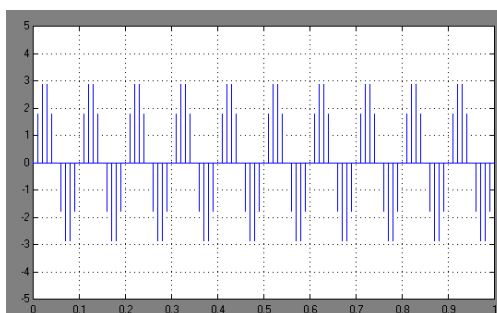
โดยการเขียนแบบ M-file

ถ้าจะพูดถึงระบบสื่อสารที่เราใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้น ก็จะพบว่ามี การนำหลักการหรือ ทฤษฎีต่างๆ มาใช้ในการออกแบบระบบหรือวงจรกันมากมายหลายหลักการหลายทฤษฎีมากเลย ครับ ดังเช่นในบทความนี้นะครับที่จะขอลำถึงทฤษฎีการแซมปลิงสัญญาณ (Sampling Signal) และมากไปกว่านั้นก็จะแนะนำการใช้โปรแกรม MATLAB เพื่อนำมาใช้ในการทดสอบทฤษฎีการ แซมปลิงสัญญาณ เพื่อให้สามารถมองเห็นภาพและเกิดความเข้าใจมากขึ้นนั่นเองครับ

ก่อนอื่นก็คงจะต้องขอลำถึงทฤษฎีการแซมปลิงสัญญาณ (Sampling Signal) กันก่อนนะ ครับ ถ้าเราพูดถึงสัญญาณที่เกิดขึ้นและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและตลอดเวลานั้น เราก็จะเรียก สัญญาณนั้นว่าเป็นสัญญาณอนาล็อก (Analog Signal) โดยที่สัญญาณดังกล่าวนี้จะมีลักษณะของ ความหนาแน่นสเปกตรัมอยู่ในค่าแบนด์วิดท์ที่จำกัด ซึ่งถ้าเป็นอย่างนี้แล้วนั้น ถ้าเรามาพิจารณาใน โดเมนเวลา เราก็จะพบว่าสัญญาณอนาล็อกนี้มีข้อมูลที่มีความซ้ำซ้อนเป็นอย่างมากเลย ครับ และ ถ้าพิจารณาแล้วก็จะพบว่าข้อมูลที่มีความซ้ำซ้อนนี้มันมีมากเกินไปเมื่อเทียบกับเวลาที่ส่งสัญญาณ ซึ่งจากสาเหตุนี้เองครับ ถ้าเราใช้ทฤษฎีการแซมปลิงสัญญาณมาใช้ในการชักตัวอย่างของสัญญาณ นั้นที่ขณะเวลาต่างๆ ที่อยู่ห่างกันอย่างเหมาะสมแล้ว เราก็สามารถที่จะเก็บข้อมูลของสัญญาณ ทั้งหมดนี้ได้ครับ ดังนั้นจากการที่เราใช้ทฤษฎีการแซมปลิงสัญญาณแล้ว ก็จะทำให้เราลดความ ซ้ำซ้อน หรือความฟุ่มเฟือยของการใช้ค่าสัญญาณลงได้ครับ ซึ่งสัญญาณที่ได้จากการแซมปลิง สัญญาณนี้ ก็จะเรียกว่า สัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลา นั่นเองครับ

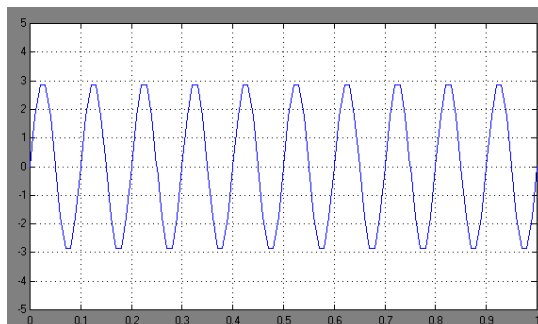
ทีนี้มาดูในส่วนของการแยกแยะสัญญาณเพื่อที่จะวิเคราะห์สัญญาณ เพราะว่ามีความสำคัญ เนื่องจากว่าวิธีการในการวิเคราะห์นั้นจะเปลี่ยนแปลงตามลักษณะของแบบจำลองของสัญญาณ โดยสัญญาณนั้นเราสามารถแยกได้เป็น 2 ประเภท ถ้าเราพิจารณาลักษณะของตัวแปรทางเวลา คือ

1.) สัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลา (Discrete-Time Signals:DT) สัญญาณดังกล่าวนี้จะถูก นิยามเฉพาะกลุ่มของเวลาซึ่งสัญญาณชนิดนี้จะเกิดจากการเลือกเฉพาะค่าขนาดของสัญญาณ ณ เวลาที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 1-1



รูปที่ 1-1 ตัวอย่างสัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลา

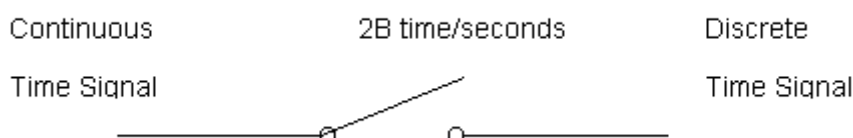
2.) สัญญาณต่อเนื่องทางเวลา (Continuous-Time Signals:CT) เป็นสัญญาณที่ปรากฏตามธรรมชาติ มีลักษณะของสัญญาณที่มีความต่อเนื่องตลอดได้แก่สัญญาณเสียงพูด สัญญาณเสียงดนตรี เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 1-2



รูปที่ 1-2 ตัวอย่างสัญญาณต่อเนื่องทางเวลา

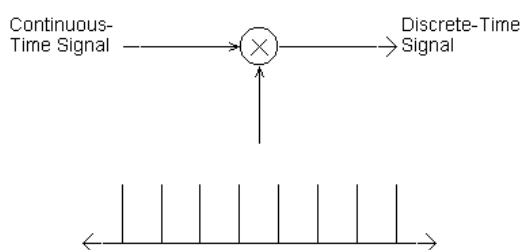
ที่นี้มาดูในส่วนของการแปลงระหว่างสัญญาณต่อเนื่องทางเวลาและสัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลา จากลักษณะของสัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลาและสัญญาณต่อเนื่องทางเวลา เราสามารถที่จะสร้างสัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลาจากสัญญาณต่อเนื่องทางเวลาได้ครับ ดังตัวอย่างเช่นในระบบ (Pulse Amplitude Modulation : PAM) ซึ่งได้ใช้ทฤษฎีที่แปลงสัญญาณต่อเนื่องทางเวลาไปเป็นสัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลา โดยใช้ทฤษฎีแซมปลิงสัญญาณนั่นเองครับ

ทฤษฎีแซมปลิงสัญญาณ สามารถกล่าวได้ดังนี้ เซตขนาดของสัญญาณที่ทุกๆช่วงเวลา $1/(2B)$ วินาที สามารถแทนสัญญาณจำกัดแถบ (Bandwidth) ใดๆ B เฮิรตซ์ได้ กล่าวขยายความก็คือ ในการสร้างสัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลาจากสัญญาณต่อเนื่องทางเวลานั้น สัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลาที่ต้องสร้างจากสัญญาณต่อเนื่องทางเวลา ที่ถูกสุ่มเลือกเฉพาะค่าขนาดของสัญญาณที่ทุกๆ เวลาอย่างน้อยที่สุดคือ $1/(2B)$ วินาที

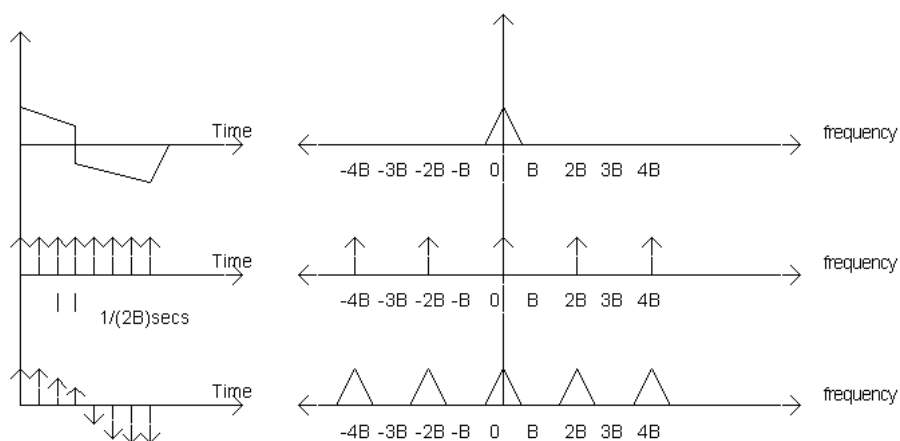


รูปที่ 1-3 ลักษณะการสร้างสัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลาจากสัญญาณต่อเนื่องทางเวลา โดยใช้ทฤษฎีแซมปลิงสัญญาณ

จากรูปที่ 1-3 เป็นลักษณะการสร้างสัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลาจากสัญญาณต่อเนื่องทางเวลาโดยใช้ทฤษฎีแซมปลิงสัญญาณ สามารถอธิบายได้ด้วยสวิตช์ในทางอุดมคติ ๑ ตัวที่มีความเร็วในการปิด-เปิด $2B$ ครั้งต่อวินาที ณ. จุดป้อนเข้าของระบบมีสัญญาณต่อเนื่องทางเวลาใดๆ ที่มีแบนด์วิธ B เฮิรตซ์ ผลตอบสนองของระบบที่ได้จะเป็นสัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลา ที่มีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่เกิดขึ้นทุกๆ ช่วงเวลา $1/2B$ วินาที ซึ่งสามารถแสดงด้วยโครงสร้างดังรูปที่ 1-4



รูปที่ 1-4 ลักษณะการสร้างสัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลาจากสัญญาณต่อเนื่องทางเวลาโดยใช้ทฤษฎีแซมปลิงสัญญาณ



รูปที่ 1-5 สัญญาณและสเปกตรัมของสัญญาณ

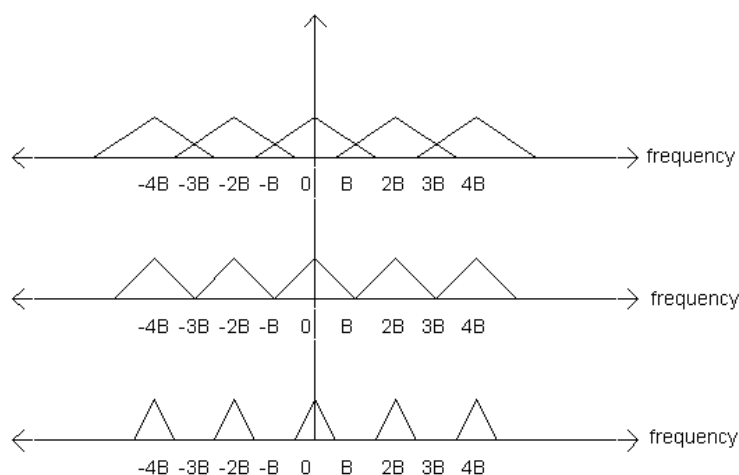
(รูปบน) สัญญาณต่อเนื่องทางเวลา

(รูปกลาง) ที่เกิดจากสวิตช์ในอุดมคติ

(รูปล่าง) สัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลา ซึ่งได้จากการสุ่มสัญญาณต่อเนื่องทางเวลาของรูปบน

จากรูปสัญญาณต่อเนื่องทางเวลา มีแถบความถี่ (Bandwidth) เท่ากับ B เฮิรตซ์ ผ่านสัญญาณดังกล่าวด้วยสวิทช์ที่มีการทำงานแบบอุดมคติ ลักษณะการทำงานของสวิทช์ก็มีการเปิดและปิดด้วยความเร็ว $2B$ ครั้งต่อวินาทีดังแสดงในรูปที่ 5 (รูปกลาง) สเปกตรัมของสัญญาณจะมีลักษณะที่เป็นสัญญาณอิมพัลส์เกิดขึ้นทุกๆ $2B$ เฮิรตซ์ สัญญาณหลังจากผ่านสวิทช์แล้วจะมีลักษณะที่ไม่ต่อเนื่องทางเวลา ดังรูปที่ 1-5 (รูปล่าง) และสเปกตรัมของสัญญาณจะมีลักษณะเป็นคาบซ้ำกันทุกๆ ช่วงความถี่ $2B$ เฮิรตซ์ โดยรูปร่างของสเปกตรัมสัญญาณใน ๑ คาบมีลักษณะที่เหมือนกับสเปกตรัมของสัญญาณก่อนที่จะถูกแซมปลิงนั่นเองครับ

ในการที่จะสร้างสัญญาณต่อเนื่องทางเวลา จากสัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลา ให้สังเกตสเปกตรัมของสัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลาที่มีลักษณะเป็นคาบ ดังนั้นวิธีง่ายที่สุดที่จะทำได้คือใช้วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (LPF) เลือกเฉพาะสเปกตรัมช่วงความถี่ตั้งแต่ $-B$ จนถึง B ปัญหาของการสร้างสัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลา จากสัญญาณต่อเนื่องทางเวลา ก็คือเงื่อนไขความถี่ที่ใช้ในการแซมปลิงหรือความเร็วของสวิทช์ที่เปิด-ปิด จะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ $2B$ มิฉะนั้นแล้วจะทำให้สเปกตรัมของสัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลา ในหนึ่งคาบความถี่มีลักษณะที่แตกต่างจากสัญญาณต่อเนื่องทางเวลา ผลที่เกิดขึ้นดังกล่าวนี้เกิดขึ้นจากการเหลื่อมทับกัน (Aliasing Effect) นั่นเองครับ

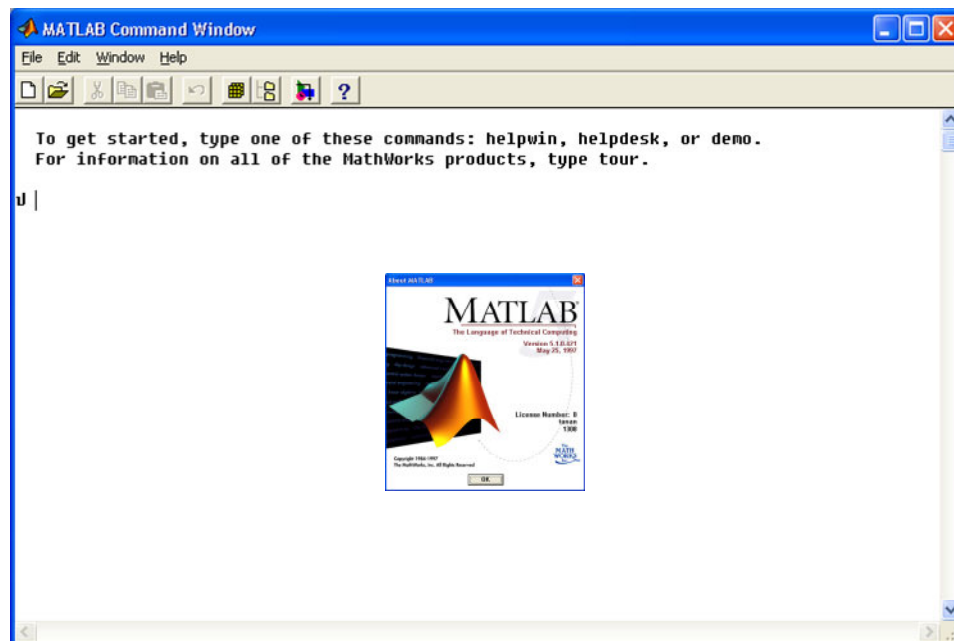


รูปที่ 1-6 สเปกตรัมของการแซมปลิงสัญญาณในแต่ละลักษณะ

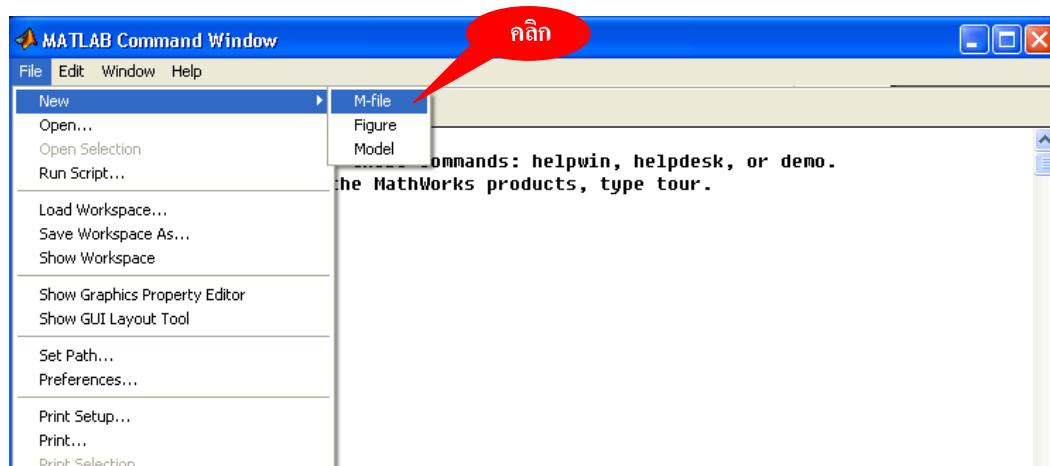
จากรูปที่ 1-6 (บน) เป็นกรณีที่ใช้ความถี่ในการแซมปลิงน้อยกว่า 2 เท่าของแบนด์วิธสัญญาณ ในรูปที่ 1-6 (กลาง) เป็นกรณีที่ใช้ความถี่ในการแซมปลิงเท่ากับ 2 เท่าของแบนด์วิธสัญญาณ และในรูปที่ 1-6 (ล่าง) เป็นกรณีที่ใช้ความถี่ในการแซมปลิงมากกว่า 2 เท่าของแบนด์วิธสัญญาณ

สัญญาณ ซึ่งจะเป็นลักษณะที่ใช้กันในทางปฏิบัติเพราะว่าสามารถออกแบบวงจรกรองความถี่ได้ง่ายกว่านั้นเองครับ

ทีนี้เราจะมาดูกันนะครับว่าเราจะใช้โปรแกรม MATLAB มาใช้ในการทดสอบการแชนเปลิ่งสัญญาณได้อย่างไร เพื่อที่จะทำให้เกิดความเข้าใจในการแชนเปลิ่งสัญญาณมากยิ่งขึ้นครับ มาดูกันเลยนะครับ เมื่อเปิดโปรแกรม MATLAB ขึ้นมาแล้วจะเป็นดังในรูปที่ 1-7 นะครับ

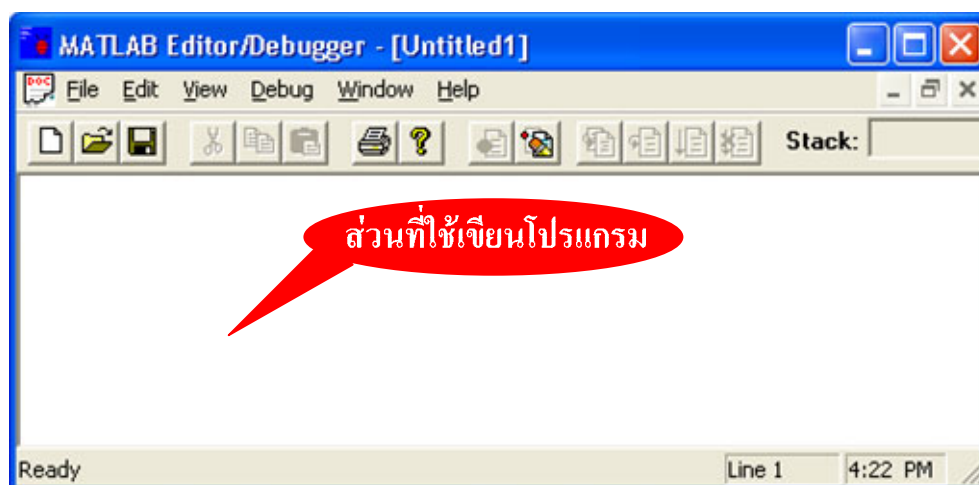


รูปที่ 1-7 โปรแกรม MATLAB ใช้ในการทดสอบการแชนเปลิ่งสัญญาณ



รูปที่ 1-8 การเรียกใช้งานในส่วนของการเขียน M-file ของโปรแกรม MATLAB

จากรูปที่ 1-8 เป็นการเรียกใช้งานในส่วนของการเขียน M-file ของโปรแกรม MATLAB โดยการเข้าที่ File-->New-->M-file จากนั้นเมื่อเราทำการคลิกก็จะเป็นดังในรูปที่ 1-9 ครับ



รูปที่ 1-9 ส่วนของการเขียนโปรแกรมแบบ M-file ของโปรแกรม MATLAB

มาดูกันต่อนะครับกับการเขียนโปรแกรมแบบ M-file ที่เราจะนำมาใช้ในการทดสอบการแซมปลิงสัญญาณ ซึ่งก็ขอยกตัวอย่างการใช้งานดังต่อไปนี้ครับ

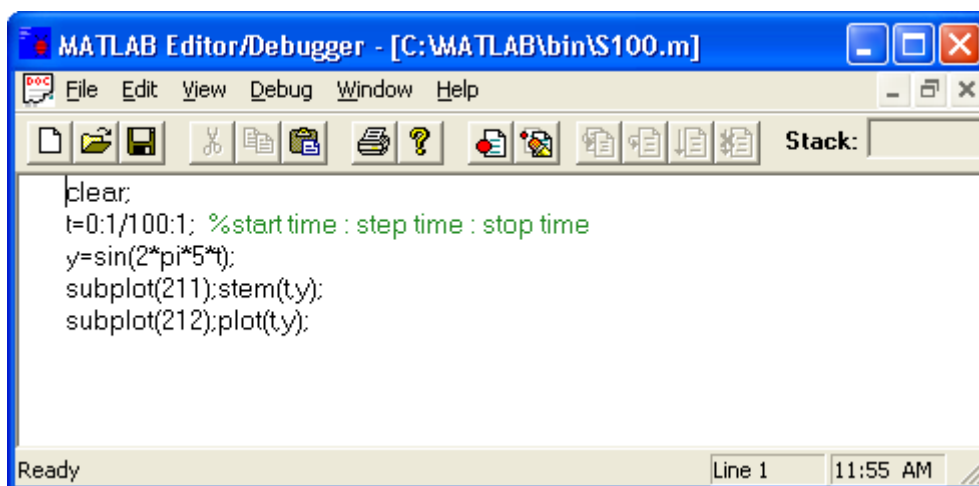
ตัวอย่างการทดลองการแซมปลิงสัญญาณ (แบบ M-file)

การทดลองโดยการเขียนเป็น M-file เมื่อเรากำหนดให้สัญญาณ มีค่า bandwidth = 10 Hz เพราะฉะนั้นในที่นี้เราจะทำการทดสอบโดยใช้ความถี่แซมปลิงสัญญาณ (f_s) ให้ครบทั้ง 3 กรณี ดังนี้คือ $f_s > 20\text{Hz}$, $f_s = 20\text{Hz}$ และ $f_s < 20\text{Hz}$

โดยสามารถเขียน M-file ได้ดังนี้

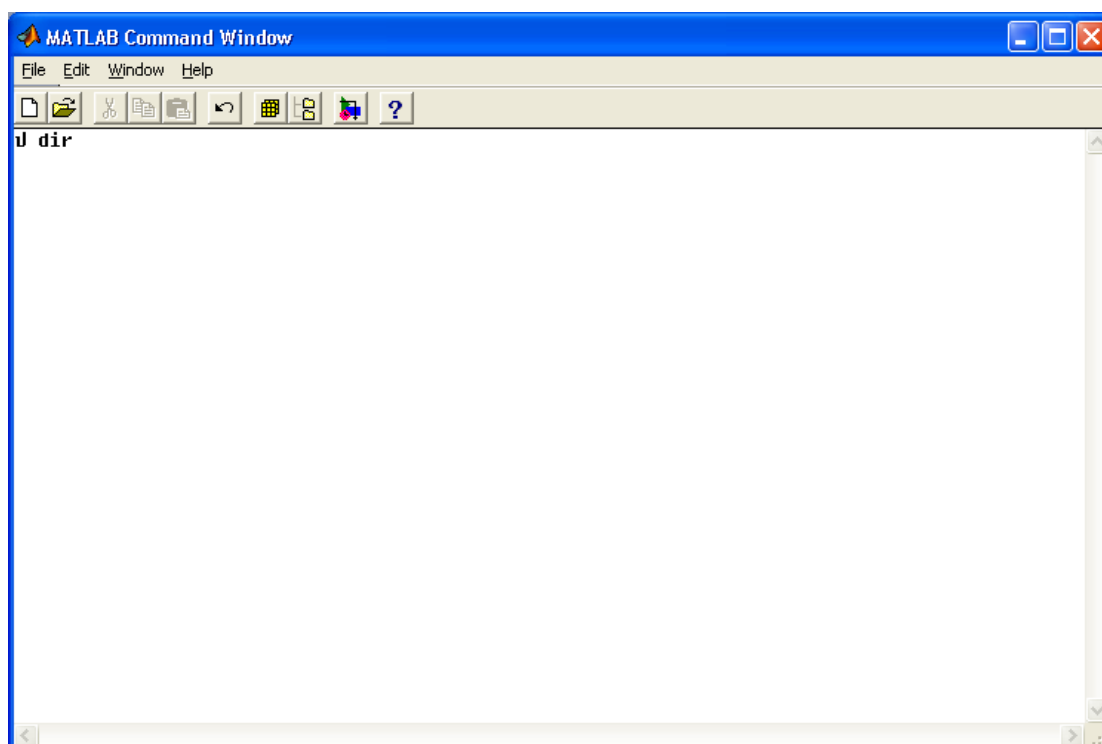
กรณีที่ 1 คือ $f_s > 20\text{Hz}$ โดยในที่นี้จะกำหนดให้ความถี่ $f_s = 100\text{Hz}$

โดยการเขียน M-file ดังแสดงในรูปที่ 1-10

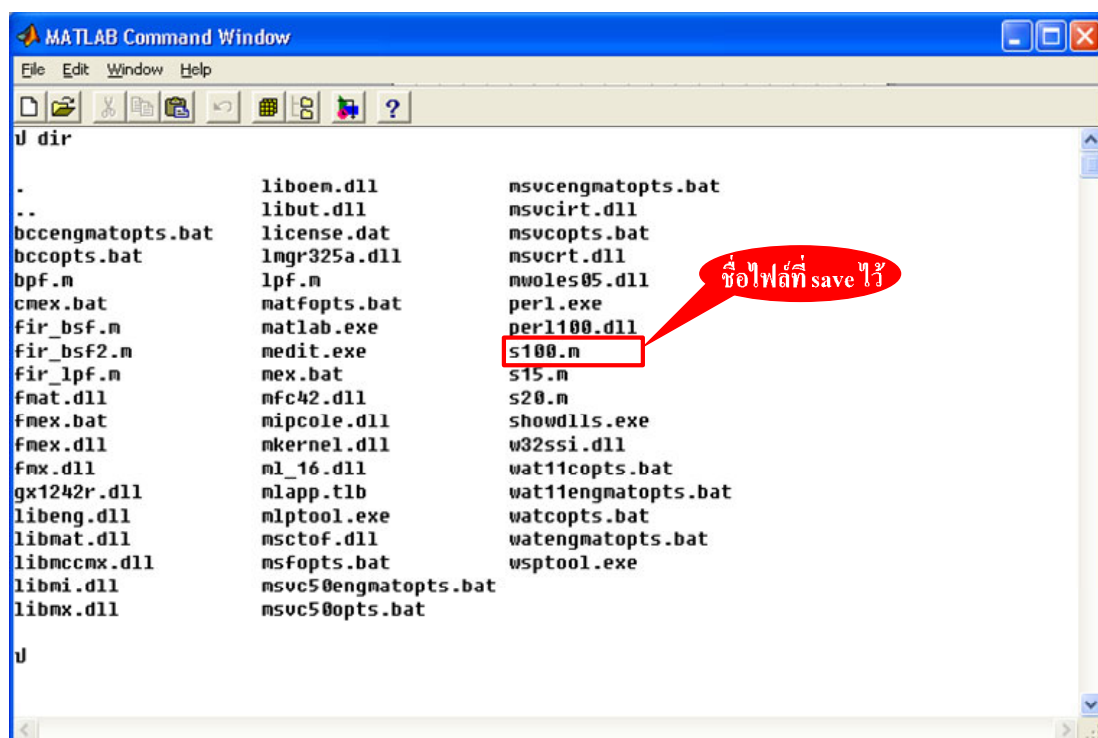


รูปที่ 1-10 การทดสอบโดยใช้ความถี่แซมปลิงสัญญาณความถี่ $f_s = 100\text{Hz}$

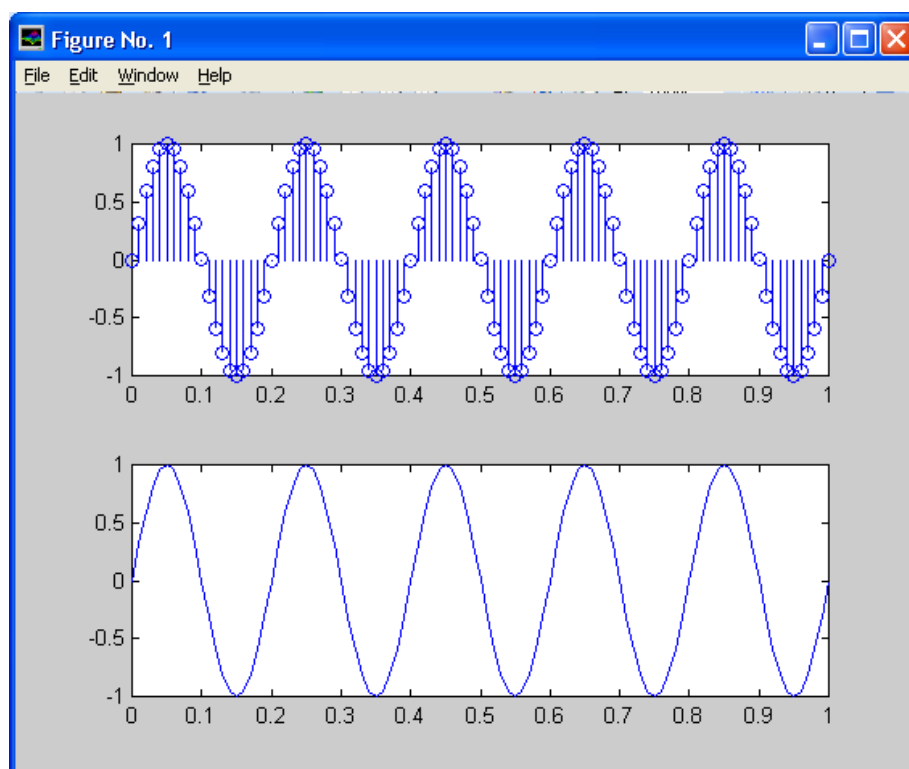
จากรูปที่ 1-10 เมื่อทำการเขียนโปรแกรมแล้ว ให้ทำการ SAVE โดยในที่นี้จะ SAVE โดยตั้งชื่อว่า S100 นะครับ จากนั้นให้กลับมาที่ MATLAB Command Window แล้วทำการพิมพ์ dir ดังแสดงในรูปที่ 1-11 จากนั้นให้ทำการกด Enter ครับ ก็จะปรากฏดังในรูปที่ 1-12



รูปที่ 1-11 การเรียกดูไฟล์ที่ได้ทำการสร้างไว้ในโปรแกรม MATLAB



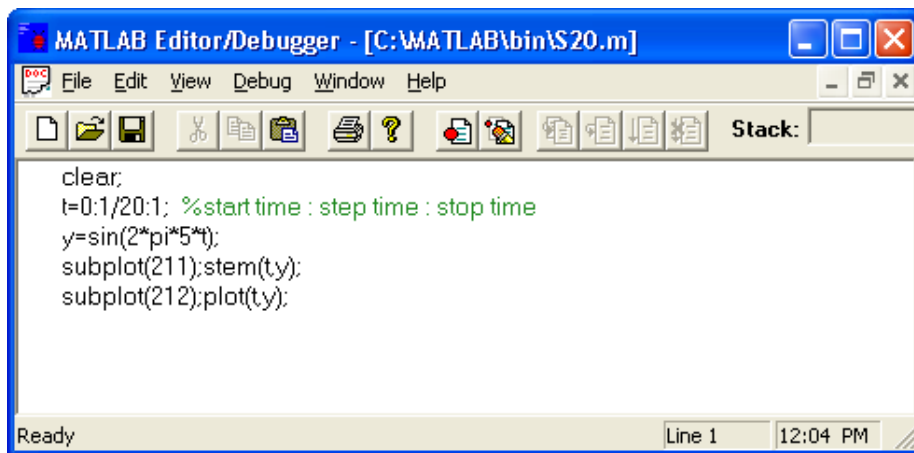
รูปที่ 1-12 ชื่อไฟล์ที่ได้ทำการ SAVE ไว้ที่ชื่อ S100.m



รูปที่ 1-13 ผลการทดสอบโดยใช้ความถี่แซมปลิงสัญญาณความถี่ $f_s = 100\text{Hz}$

จากรูปที่ 1-12 เราก็จะเห็นว่ามิชื่อไฟล์ที่ได้ทำการ SAVE ไว้ที่ชื่อ S100.m จากนั้นให้ทำการพิมพ์ S100 และทำการกด Enter ครับ เราก็จะได้ผลการทดสอบโดยใช้ความถี่แซมปลิงสัญญาณความถี่ $f_s = 100\text{Hz}$ แล้วครับ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1-13 ซึ่งในส่วนของการทดสอบในกรณีที่ 2 และกรณีที่ 3 ก็มีขึ้นเหมือนกันทุกอย่างครับ

กรณีที่ 2 คือ $f_s = 20\text{Hz}$ โดยในที่นี้จะกำหนดให้ความถี่ $f_s = 20\text{Hz}$ โดยการเขียน M-file ดังแสดงในรูปที่ 1-14

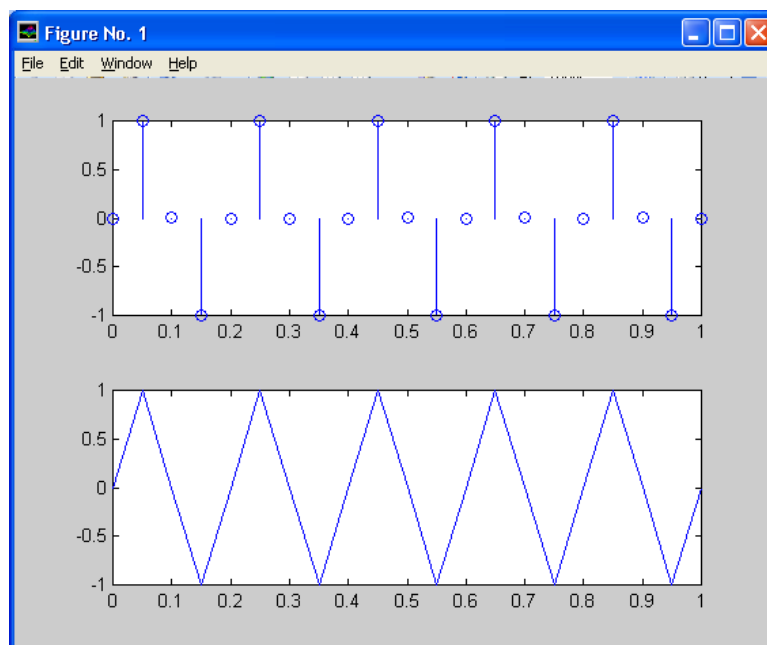


```

clear;
t=0:1/20:1; %start time : step time : stop time
y=sin(2*pi*5*t);
subplot(211);stem(t,y);
subplot(212);plot(t,y);

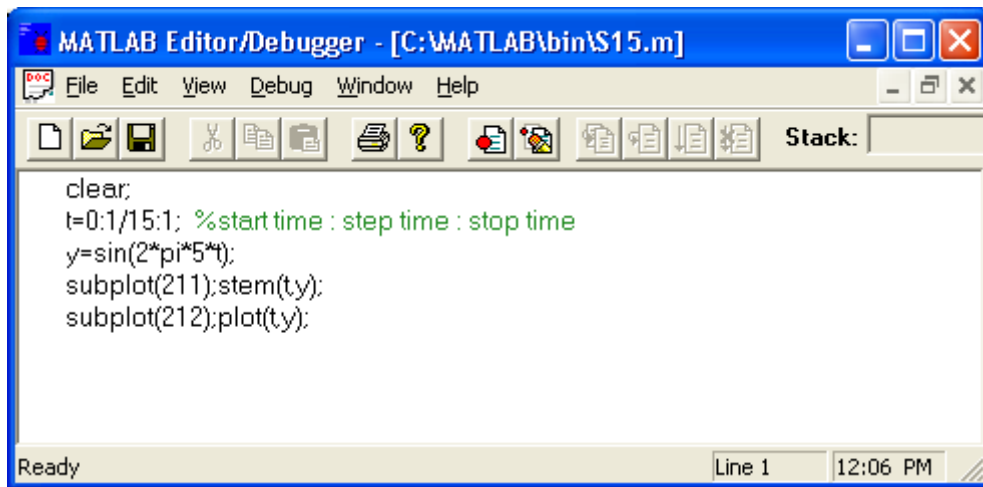
```

รูปที่ 1-14 การทดสอบโดยใช้ความถี่แซมปลิงสัญญาณความถี่ $f_s = 20\text{Hz}$



รูปที่ 1-15 ผลการทดสอบโดยใช้ความถี่แซมปลิงสัญญาณความถี่ $f_s = 20\text{Hz}$

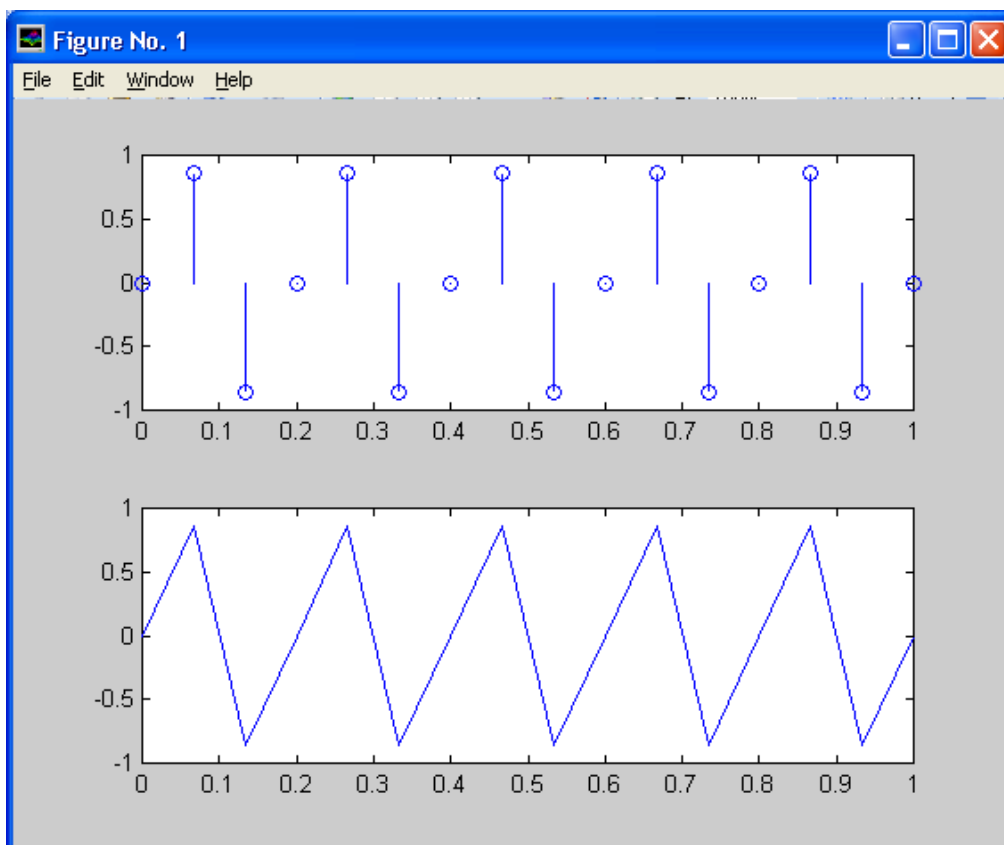
กรณีที่ 3 คือ $f_s < 20\text{Hz}$ โดยในที่นี้จะกำหนดให้ความถี่ $f_s = 15\text{Hz}$
 โดยการเขียน M-file ดังแสดงในรูปที่ 1-16



```

MATLAB Editor/Debugger - [C:\MATLAB\bin\S15.m]
File Edit View Debug Window Help
[Icons] Stack:
clear;
t=0:1/15:1; %start time : step time : stop time
y=sin(2*pi*5*t);
subplot(211);stem(t,y);
subplot(212);plot(t,y);
Ready Line 1 12:06 PM
  
```

รูปที่ 1-16 การทดสอบโดยใช้ความถี่แซมปลิงสัญญาณความถี่ $f_s = 15\text{Hz}$



รูปที่ 1-17 ผลการทดสอบโดยใช้ความถี่แซมปลิงสัญญาณความถี่ $f_s = 15\text{Hz}$

จากการทดสอบในกรณีที่ 1 คือ $f_s > 20Hz$ โดยในที่นี้จะกำหนดให้ความถี่ $f_s = 100Hz$ นั้นจะเห็นว่าสัญญาณที่ได้จากแอมพลิงสัญญาณนั้นจะมีลักษณะที่เหมือนกับสัญญาณต่อเนื่องทางเวลาที่ได้กำหนดขึ้นนั่นเอง ดังแสดงในรูปที่ 1-13

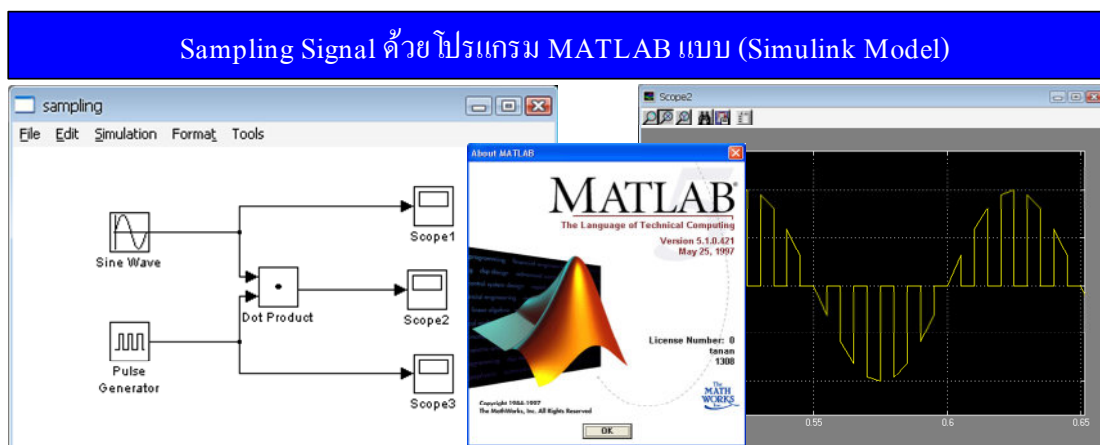
จากการทดสอบในกรณีที่ 2 คือ $f_s = 20Hz$ โดยในที่นี้จะกำหนดให้ความถี่ $f_s = 20Hz$ นั้นจะเห็นว่าสัญญาณที่ได้จากแอมพลิงสัญญาณนั้นจะมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมบ้างจากสัญญาณต่อเนื่องทางเวลาที่ได้กำหนดขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 1-15

และสุดท้ายจากการทดสอบในกรณีที่ 3 คือ $f_s < 20Hz$ โดยในที่นี้จะกำหนดให้ความถี่ $f_s = 15Hz$ นั้นจะเห็นว่าสัญญาณที่ได้จากแอมพลิงสัญญาณนั้นจะมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก กล่าวคือมีความผิดเพี้ยนไปจากสัญญาณต่อเนื่องทางเวลาที่ได้กำหนดขึ้น ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1-17 ดังนั้นในการที่จะนำไปใช้งานจริงนั้นควรที่จะนำกรณีที่ 1 ไปใช้งานนั่นเองครับ จะเห็นว่าจากที่เราได้ทำการทดสอบมาทั้งหมดนี้ได้เป็นไปตามทฤษฎีแอมพลิงสัญญาณ ทุกประการครับ

บทที่ 2

การทดสอบเทคนิคการแซมปลิงสัญญาณ

“ Sampling Signal “ ด้วยโปรแกรม MATLAB แบบ (Simulink Model)



ในบทนี้จะเป็นการนำเอาโปรแกรม MATLAB

มาประยุกต์ใช้งาน ในการทดสอบ

เทคนิคการ SAMPLING สัญญาณ

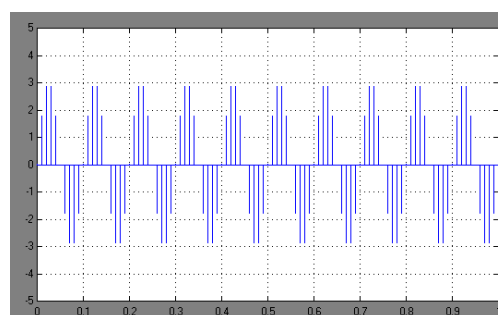
โดยการเขียนแบบ Simulink Model

กลับมาอีกครั้งจะพบกับความรู้ในเรื่องของระบบสื่อสาร โดยระบบสื่อสารที่เราใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้น ก็จะพบว่ามีให้นำหลักการหรือทฤษฎีต่างๆ มาใช้ในการออกแบบระบบหรือวงจรกันมากมายหลายหลักการหลายทฤษฎีมากมายเลยครับ ดังเช่นในบทความนี้จะครับที่จะขอลำถึงทฤษฎีการแซมปลิงสัญญาณ (Sampling Signal) และมากไปกว่านั้นก็จะแนะนำการใช้โปรแกรม MATLAB เพื่อนำมาใช้ในการทดสอบทฤษฎีการแซมปลิงสัญญาณในอีกรูปแบบหนึ่งครับ เพื่อให้สามารถมองเห็นภาพและเกิดความเข้าใจมากขึ้นสำหรับผู้ที่กำลังศึกษาอยู่นะครับ

ก่อนอื่นก็คงจะต้องขอลำถึงทฤษฎีการแซมปลิงสัญญาณ (Sampling Signal) กันอีกครั้งก่อนนะครับ ถ้าเราพูดถึงสัญญาณที่เกิดขึ้นและเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและตลอดเวลานั้น เราก็จะเรียกสัญญาณนั้นว่าเป็นสัญญาณอนาล็อก (Analog Signal) โดยที่สัญญาณดังกล่าวนี้จะมีลักษณะของความหนาแน่นสเปกตรัมอยู่ในค่าแบนด์วิดท์ที่จำกัด ซึ่งถ้าเป็นอย่างนี้แล้วนั้น ถ้าเรามาพิจารณาในโดเมนเวลา เราก็จะพบว่าสัญญาณอนาล็อกนี้จะมีข้อมูลที่มีความซ้ำซ้อนเป็นอย่างมากเลยครับ และถ้าพิจารณาดูแล้วก็จะพบว่าข้อมูลที่มีความซ้ำซ้อนนี้มันมีมากเกินไปเมื่อเทียบกับเวลาที่ส่งสัญญาณซึ่งจากสาเหตุนี้เองครับ ถ้าเราใช้ทฤษฎีการแซมปลิงสัญญาณมาใช้ในการชักตัวอย่างของสัญญาณนั้นที่ขณะเวลาต่างๆ ที่อยู่ห่างกันอย่างเหมาะสมแล้ว เราก็สามารถที่จะเก็บข้อมูลของสัญญาณทั้งหมดนี้ได้ครับ ดังนั้นจากการที่เราใช้ทฤษฎีการแซมปลิงสัญญาณแล้ว ก็จะทำให้เราลดความซ้ำซ้อน หรือความฟุ่มเฟือยของการใช้ค่าสัญญาณลงได้ครับ ซึ่งสัญญาณที่ได้จากการแซมปลิงสัญญาณนี้ ก็จะเรียกว่า สัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลานั่นเองครับ

ทีนี้มาดูในส่วนของการแยกแยะสัญญาณเพื่อที่จะวิเคราะห์สัญญาณ เพราะว่ามีความสำคัญเนื่องจากว่าวิธีการในการวิเคราะห์นั้นจะเปลี่ยนแปลงตามลักษณะของแบบจำลองของสัญญาณ โดยสัญญาณนั้นเราสามารถแยกได้เป็น 2 ประเภท ถ้าเราพิจารณาลักษณะของตัวแปรทางเวลา คือ

1.) สัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลา (Discrete-Time Signals:DT) สัญญาณดังกล่าวนี้จะถูกนิยามเฉพาะกลุ่มของเวลาซึ่งสัญญาณชนิดนี้จะเกิดจากการเลือกเฉพาะค่าขนาดของสัญญาณ ณ. เวลาที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 ตัวอย่างสัญญาณไม่ต่อเนื่องทางเวลา