บทที่ 5
โปรแกรม RTheat

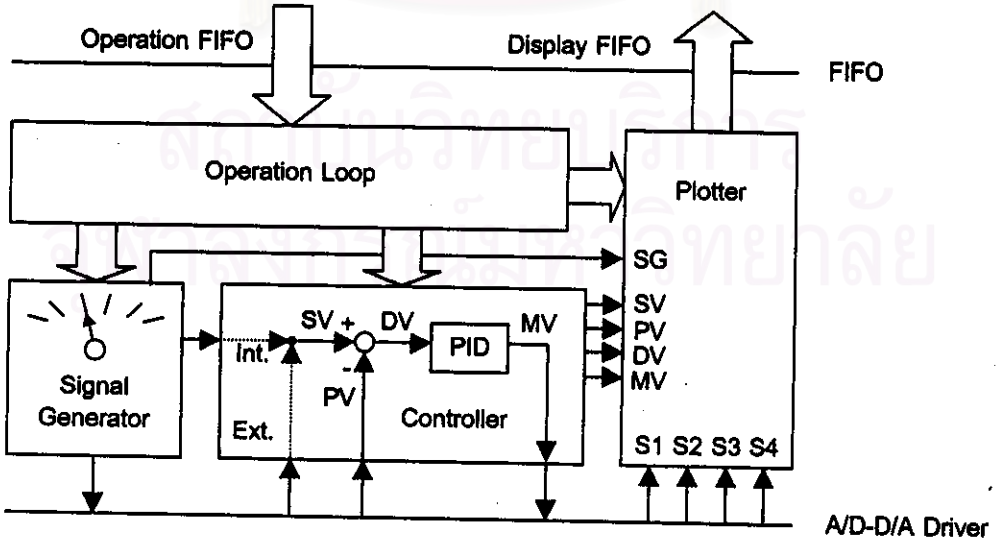
โปรแกรม RTheat เป็นโปรแกรมซึ่งประยุกต์การใช้งานจากกรณีศึกษาในบทที่ 4 มีจุดประสงค์เพื่อใช้เป็นชุดทดลองในห้องปฏิบัติการวิจัยระบบควบคุม (โดยเฉพาะใช้แทนเครื่อง Plotter ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการใช้งานสูง) โปรแกรมมีระบบติดต่อผู้ใช้แบบกราฟฟิกทำงานบน X-windows และสภาวะแวดล้อมของระบบปฏิบัติการ Linux ซึ่งสนับสนุนการทำงานด้านต่าง ๆ เช่น ด้านเครือข่าย การทำงานแบบหลายภาระกิจ การทำงานแบบหลายผู้ใช้ เป็นต้น ในขณะเดียวกันสามารถควบคุมระบบได้เป็นอย่างดี

5.1 องค์ประกอบหลัก

โปรแกรม RTheat แบ่งได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ คือ 1) โปรแกรมควบคุมการทำงานของการ์ดแปลงสัญญาณ 2) โปรแกรมที่ทำงานในส่วนเวลาจริง 3) โปรแกรมที่ทำงานปกติและทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้ โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้คือ

5.1.1 โปรแกรมควบคุมการทำงานของการ์ดแปลงสัญญาณ (A/D-D/A Driver)

สำหรับการ์ดแปลงสัญญาณและตัวโปรแกรมควบคุม จะใช้โปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นในหัวข้อ 4.2 (กรณีศึกษา)



รูปที่ 5.1 ผังการทำงานของส่วนงานเวลาจริงของโปรแกรม RTheat

5.1.2 โปรแกรมที่ทำงานในส่วนของเวลาจริง

ประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานหลัก ๆ 3 ส่วนคือ 1) plotter 2) ตัวควบคุมพีไอดี 3) ตัวกำเนิดสัญญาณ ดังรูปที่ 5.1 โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

(1) Plotter

เป็นงานแบบเวลาจริงซึ่งจะทำหน้าที่สุ่มค่าเข้ามาทางการ์ดแปลงสัญญาณจำนวน 4 ช่อง รวมทั้งส่งค่าสัญญาณต่าง ๆ ดังนี้ คือ

- สัญญาณที่อ่านได้จากช่องสัญญาณเข้าของ Plotter 4 ช่อง คือ S1, S2, S3, S4
- สถานะของตัวควบคุมพีไอดีซึ่งประกอบด้วย สัญญาณอ้างอิง (SV), สัญญาณออกของระบบ (PV), สัญญาณความผิดผลาด (DV) และสัญญาณควบคุม (MV)
- สัญญาณออกของตัวกำเนิดสัญญาณ (SG)

ผ่านไปยังไฟล์แสดงผล (Display FIFO) ทุก ๆ คาบเวลาที่กำหนด

(2) ตัวควบคุมพีไอดี

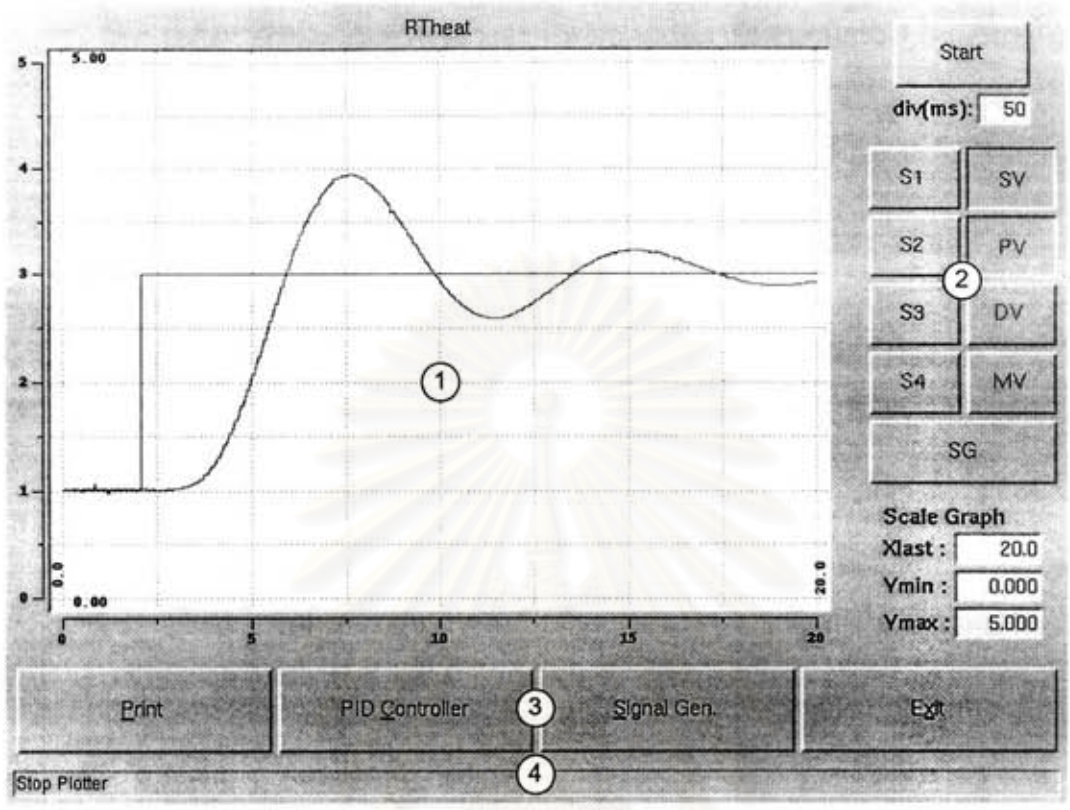
ตัวควบคุมพีไอดีในโปรแกรม RTheat ใช้ขั้นตอนวิธีของวิธีการควบคุมในหัวข้อ 4.3 สำหรับกระบวนการที่ใช้คือ กระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) และตัวจำลองกระบวนการ (Process Simulator) เช่นเดียวกับในกรณีศึกษา

(3) ตัวกำเนิดสัญญาณ

เป็นงานแบบเวลาจริงที่ทำหน้าที่คำนวณค่าสัญญาณแบบต่าง ๆ แล้วส่งออกภายนอกผ่านทางการ์ดแปลงสัญญาณหรือส่งต่อให้กับตัวควบคุมเพื่อใช้เป็นสัญญาณอ้างอิง สัญญาณที่สามารถสร้างได้โดยตัวกำเนิดสัญญาณคือ

- สัญญาณค่าคงที่ (Constant)
- สัญญาณแบบขั้น (Step)
- สัญญาณสี่เหลี่ยม (Rectangular)
- สัญญาณสามเหลี่ยม (Triangle)
- สัญญาณสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoid)
- สัญญาณคลื่นรูปซายน์ (Sine)

นอกจากนี้ยังประกอบด้วยวงรอบการรับคำสั่ง (Operation Loop) ซึ่งจะทำหน้าที่อ่านค่าคำสั่งจากไฟล์คำสั่ง (Operation FIFO) มาปฏิบัติตาม คำสั่งต่าง ๆ ได้แก่ สั่งเริ่มต้นการควบคุม การกำเนิดสัญญาณ การเก็บค่าลงสู่ไฟล์แสดงผล การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ในการควบคุม การสั่งหยุดการควบคุม การเลือกค่าสัญญาณอ้างอิง เป็นต้น วงรอบการรับคำสั่งเปรียบเสมือนผู้ควบคุมการทำงานภายในส่วนงานแบบเวลาจริง โดยจะทำงานเมื่อได้รับคำสั่งที่ส่งผ่านมาทางไฟล์คำสั่งเท่านั้น



รูปที่ 5.2 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของโปรแกรม RTheat

5.1.3 โปรแกรมที่ทำงานปกติและทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้

ในรูปที่ 5.2 แสดงหน้าต่างหลักในส่วนติดต่อผู้ใช้ของโปรแกรม RTheat ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ คือ

(1) ส่วนแสดงกราฟ

อ่านค่าจากไฟล์แสดงผล (Display FIFO) มาแสดงเป็นกราฟของสัญญาณต่อไปนี้ คือ สัญญาณอ้างอิง (SV), สัญญาณออกของระบบ (PV), สัญญาณความผิดพลาด(DV), สัญญาณควบคุม (MV), สัญญาณที่ Plotter อ่านเข้ามาจากภายนอกผ่านทางการ์ดแปลงสัญญาณ (S1, S2, S3, S4), และสัญญาณที่ตัวกำเนิดสัญญาณสร้างขึ้น (SG)

(2) ส่วนควบคุมการทำงานของ Plotter

เรียงลำดับจากด้านบนสุดลงมาอันแรกจะเป็นปุ่มสั่งเริ่มต้นการทำงานหรือหยุดการทำงานของส่วนแสดงกราฟ (ปุ่ม Start) ถัดลงมาเป็นช่องสำหรับใส่ค่าคาบเวลาในการเก็บตัวอย่างสัญญาณจากภายนอก (S1, S2, S3, S4) สถานะของตัวควบคุมพีไอดี (SV, PV, DV, MV) และตัวกำเนิดสัญญาณ (SG) ภายในเครื่อง และถัดลงมาอีกจะเป็นชุดของปุ่ม 9 ปุ่ม สำหรับเลือกรูปกราฟที่ต้องการจะแสดง เช่นในรูป 5.2 เลือกแสดงเฉพาะสัญญาณอ้างอิง (SV) และสัญญาณออกของระบบ (PV) เท่านั้น และสุดท้ายเป็นช่องใส่

ค่าสำหรับเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาและค่าสัญญาณในการแสดงรูปกราฟ โดยจะแสดงกราฟในช่วง Xlast วินาทีล่าสุด โดยมีแกนตั้งอยู่ในช่วง Ymin ถึง Ymax

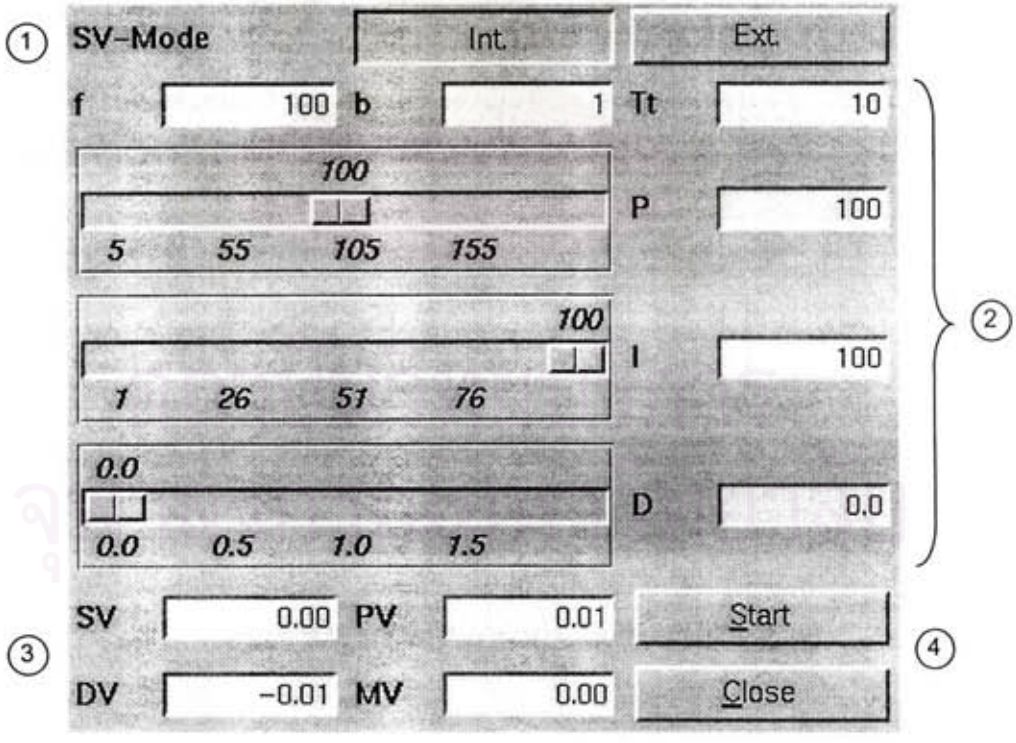
(3) ส่วนฟังก์ชันการทำงานหลัก

ประกอบด้วยปุ่ม 4 ปุ่มคือ

- Print สำหรับทำการพิมพ์รูปกราฟขณะนั้นออกทางเครื่องพิมพ์ และเก็บข้อมูลลงสู่ไฟล์ในฮาร์ดดิสก์
- PID Controller สำหรับเรียกหน้าต่างสำหรับตัวควบคุมแบบพีไอดี
- Signal Gen. จะทำการเรียกหน้าต่างสำหรับตัวกำเนิดสัญญาณ
- Exit ออกจากโปรแกรม

(4) ส่วนแถบข้อความ

จะแสดงข้อความช่วยเหลือและข้อความแสดงการทำงานต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนพารามิเตอร์ของตัวควบคุม การสั่งเริ่มต้นการควบคุม การสั่งหยุดการควบคุม ผลของการสั่งพิมพ์รูปกราฟ เป็นต้น



รูปที่ 5.3 หน้าต่างของตัวควบคุมแบบพีไอดี

สำหรับหน้าต่างของตัวควบคุมแบบพีไอดีสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.3 โดยการทำงานในส่วนต่าง ๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) ปุ่มเลือกสัญญาณอ้างอิง (SV-mode)

สัญญาณอ้างอิงสามารถเลือกใช้ได้ 2 แบบคือ 1) สัญญาณอ้างอิงจากภายนอกที่รับเข้ามาทางการ์ดแปลงสัญญาณ (Ext.) หรือ 2) สัญญาณอ้างอิงที่สร้างขึ้นโดยตัวกำเนิดสัญญาณภายใน (Int.) ซึ่งอยู่ในส่วนของงานแบบเวลาจริง

(2) ส่วนการปรับพารามิเตอร์ของการควบคุม

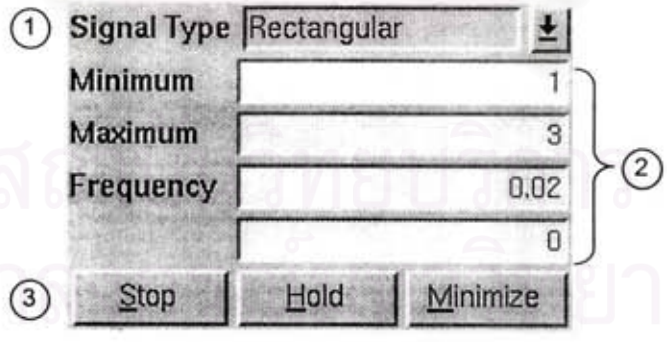
ประกอบด้วยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุมคือ ความถี่ f (วินาที), เศษส่วนของสัญญาณสั่งการซึ่งมีผลต่อตัวควบคุมสัดส่วน b, Tracking-time constant Tt (วินาที), ค่าคงที่ของตัวควบคุมสัดส่วน P, ค่าคงที่ของตัวควบคุมอินทิเกรต I (วินาที), ค่าคงที่ของตัวควบคุมอนุพันธ์ D (วินาที)

(3) ส่วนแสดงตัวแปรสถานะของระบบ

ส่วนนี้จะแสดงค่าตัวแปรสถานะของระบบซึ่งประกอบด้วยสัญญาณอ้างอิง (SV), สัญญาณออกของระบบ (PV), สัญญาณผิดพลาด (DV), และสัญญาณควบคุม (MV) โดยเป็นค่าเดียวกันกับที่นำไปใช้แสดงรูปกราฟ

(4) ส่วนควบคุม

ประกอบด้วยปุ่ม 2 ปุ่ม คือ 1) ปุ่มสั่งเริ่มต้นหรือหยุดการควบคุม (ปุ่ม Start) และ 2) ปุ่มปิดหน้าต่างของตัวควบคุมพีไอดี (ปุ่ม Close)



รูปที่ 5.4 หน้าต่างของตัวกำเนิดสัญญาณ

สำหรับหน้าต่างของตัวกำเนิดสัญญาณสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.4 โดยการทำงานในส่วนต่าง ๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

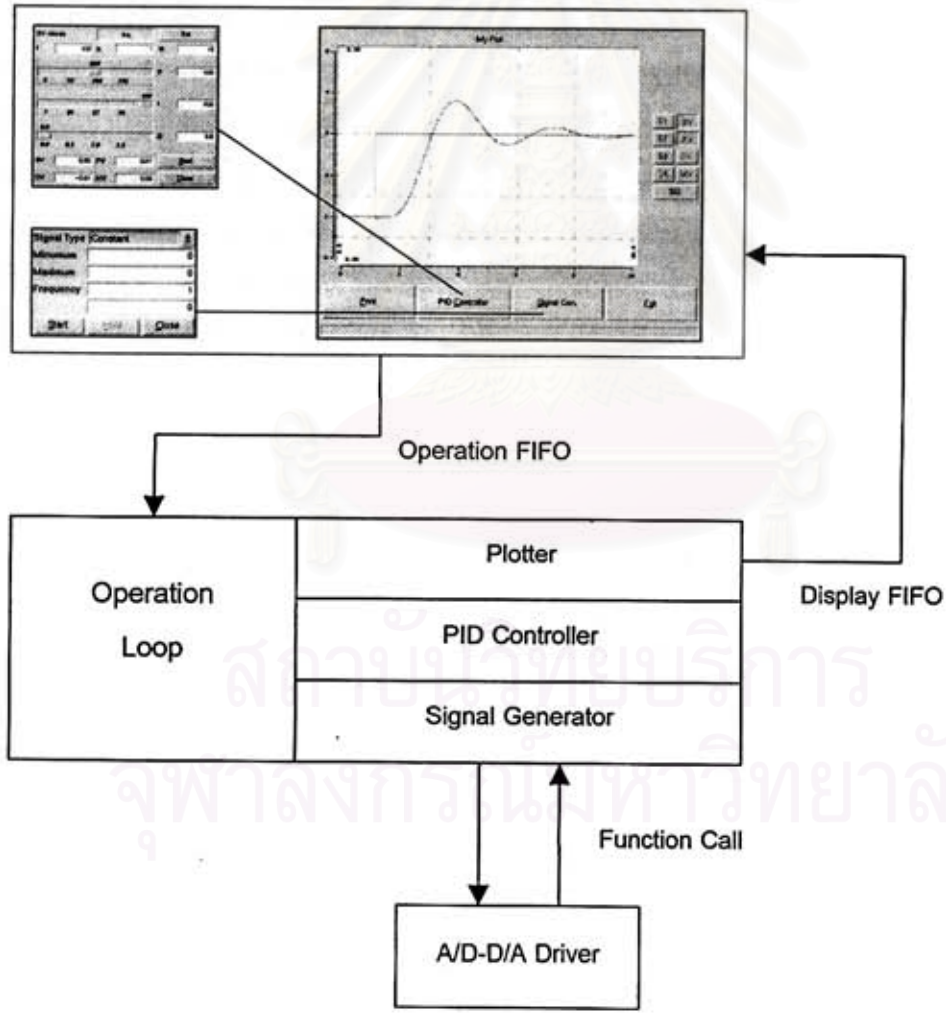
(1) แถบเลือกชนิดของสัญญาณ (Signal Type)

ชนิดของสัญญาณที่ตัวกำเนิดสัญญาณสามารถสร้างได้คือ สัญญาณค่าคงที่ (Constant), สัญญาณแบบขั้น (Step), สัญญาณสี่เหลี่ยม (Rectangular), สัญญาณ

สามเหลี่ยม (Triangle), สัญญาณสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoid) และสัญญาณคลื่นรูปซายน์ (Sine)

(2) ส่วนการปรับพารามิเตอร์ของสัญญาณ

ประกอบด้วย แถบพารามิเตอร์ 4 ค่า คือ 1) ค่าต่ำสุด (Minimum) 2) ค่าสูงสุด (Maximum) 3) ความถี่ (Frequency) และ 4) พารามิเตอร์พิเศษ โดยปกติสัญญาณส่วนใหญ่จะใช้พารามิเตอร์ 3 ตัวคือ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุดและความถี่ แต่บางชนิดของสัญญาณจะใช้ค่าพารามิเตอร์ต่างออกไป เช่น สัญญาณค่าคงที่ต้องการเพียงค่าต่ำสุดเท่านั้น สัญญาณแบบขั้นต้องการพารามิเตอร์พิเศษคือ เวลาที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสัญญาณ เป็นต้น



รูปที่ 5.5 โครงสร้างโดยรวมของโปรแกรม RTheat

(3) ส่วนควบคุม

ประกอบด้วยปุ่ม 3 ปุ่ม คือ 1) ปุ่มสั่งเริ่มต้นหรือหยุดการกำเนิดสัญญาณ (Start) 2) ปุ่มสั่งหยุดการกำเนิดสัญญาณโดยคงค่าสัญญาณไว้ชั่วคราวหรือให้การกำเนิดสัญญาณดำเนินต่อไป (Hold) และ 3) ปุ่มปิดหน้าต่างของตัวกำเนิดสัญญาณ (Close)

โครงสร้างโดยรวมของโปรแกรม RTheat สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.5

5.2 สรุปการใช้งาน

ในการใช้งานโปรแกรม RTheat ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ 1) Plotter 2) ตัวควบคุมและ 3) ตัวกำเนิดสัญญาณ ขีดจำกัดของการใช้งานขึ้นอยู่กับความถี่ในการใช้งานของทั้ง 3 ส่วนรวมกัน สำหรับ Plotter ควรใช้งานที่ความถี่ไม่เกิน 100 Hz เพราะการทำงานในส่วนนี้จะกินเวลามากกว่าส่วนอื่นเนื่องจากมีการอ่านข้อมูลเข้ามาทางการ์ดแปลงสัญญาณ อีกทั้งในส่วนการทำงานแบบปกติจะต้องประมวลผลข้อมูลจำนวนมากเพื่อที่จะแสดงรูปกราฟสัญญาณ ในกรณีของตัวกำเนิดสัญญาณ สำหรับสัญญาณรูปซายน์ สัญญาณ 3 เหลี่ยม และสัญญาณ 4 เหลี่ยมคางหมู ควรใช้งานที่ความถี่ต่ำเนื่องจากเป็นตัวกำเนิดสัญญาณแบบไม่ต่อเนื่อง ค่าสัญญาณจะถูกแบ่งย่อยเป็น 100 เท่าของความถี่ของรูปคลื่นที่ต้องการ และสำหรับในกรณีของตัวควบคุมเนื่องจากเป็นแบบพีไอดีซึ่งมีขั้นตอนวิธีไม่ซับซ้อน และไม่มีการประมวลผลข้อมูลในส่วนของงานแบบปกติ จึงสามารถใช้งานที่ความถี่สูงได้มากกว่า 10 kHz

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย