เลขที่อนุสิทธิบัตร 23295 อสป/200 - ข

อนุสิทธิบัตร

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกอนุสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ข้อถือสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี) ดังที่ปรากฏในอนุสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ **2203000548**

วันขอรับอนุสิทธิบัตร **14 กุมภาพันธ์ 2565**

ผู้ประดิษฐ์ **รองศาสตราจารย์อนุชา แก้วพูลสุข**

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ **วงจรควบคุมระดับน้ำอัตโนมัติโดยใช้ออปแอมป์เป็นพื้นฐานในการออกแบบ**

ให้ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรนี้มีสิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ

ออกให้ ณ วันที่ **7 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2567**

หมดอายุ ณ วันที่ **13 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2571**

(นายกิตติวัฒน์ ปัจฉิมนันท์)
รองอธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา
ผู้ออกอนุสิทธิบัตร

พนักงานเจ้าหน้าที่

หมายเหตุ
1. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีเริ่มตั้งแต่ปีที่ 5 ของอายุอนุสิทธิบัตร มิฉะนั้น อนุสิทธิบัตรนี้จะสิ้นอายุ
2. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในคราวเดียวได้
3. ภายใน 90 วันก่อนวันสิ้นอายุอนุสิทธิบัตร ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรมีสิทธิขอต่ออายุอนุสิทธิบัตรได้ 2 คราว มีกำหนดคราวละ 2 ปี โดยยื่นคำขอต่ออายุ ต่อพนักงานเจ้าหน้าที่
4. การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามอนุสิทธิบัตรและการโอนอนุสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่

Ref.256701020565872

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

วงจรควบคุมระดับน้ำอัตโนมัติโดยใช้ออปแอมป์เป็นพื้นฐานในการออกแบบ

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวงจรควบคุมระดับน้ำอัตโนมัติโดยใช้ออปแอมป์เป็นพื้นฐานในการออกแบบ

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

การเตรียมน้ำไว้ใช้ในกิจกรรมต่างๆ โดยใช้ถังพักน้ำร่วมกับระบบการสูบน้ำโดยใช้ปั๊มนั้นเหมาะสำหรับกิจกรรมที่อาศัยแหล่งน้ำธรรมชาติ ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ปั๊มน้ำทำงานหนักจนเกินไป การออกแบบระบบจะใช้เทคนิคการกำหนดระดับน้ำอ้างอิงสองระดับ ซึ่งจะแตกต่างกับวิธีการควบคุมระดับน้ำโดยอาศัยลูกลอยร่วมกับวาล์ว (Valve) น้ำ ที่ใช้ระดับอ้างอิงเพียงระดับเดียว โดยวาล์วน้ำจะเปิดทุกครั้งเมื่อระดับน้ำต่ำกว่าระดับอ้างอิง ทั้งนี้การออกแบบให้ระบบมีระดับน้ำอ้างอิงสองระดับจะมีหลักการทำงานพื้นฐานคือ หากระดับน้ำในถังพักน้ำมีค่าต่ำกว่าระดับอ้างอิงค่าล่างระบบก็จะสั่งให้ปั๊มน้ำทำงานสูบน้ำเพิ่มให้กับถังพัก หากระดับน้ำมีค่าสูงกว่าระดับอ้างอิงค่าบนปั๊มก็จะหยุดทำงาน กรณีที่ระดับน้ำอยู่ระหว่างค่าระดับอ้างอิงทั้งสอง ตัวระบบจะยังคงรักษาสถานะการทำงานเดิมไว้ ซึ่งได้แก่หากสถานะเดิมปั๊มหยุดทำงาน ระบบก็จะควบคุมให้ปั๊มหยุดทำงานต่อไป แต่หากกรณีที่ปั๊มอยู่ในภาวะทำงาน ปั๊มก็จะทำงานต่อไปจนกระทั่งระดับน้ำสูงกว่าค่าอ้างอิงค่าบน ระบบจึงจะเปลี่ยนแปลงสถานะการทำงานอีกครั้ง ทั้งนี้ที่ผ่านมาการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการสร้างระบบการทำงานดังกล่าวข้างต้นนี้ สามารถทำได้โดยการออกแบบระบบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) การออกแบบโดยใช้ไอซีไทม์เมอร์ 555 (555-Timer IC) การออกแบบโดยใช้อาร์เอสฟลิปฟลอป (RS Flip-Flop) การออกแบบโดยใช้ทรานซิสเตอร์ (Transistors) และการออกแบบโดยใช้ลอจิกเกต (Logic gates) เป็นต้น

สำหรับการประดิษฐ์นี้เป็นการประดิษฐ์ชุดวงจรควบคุมระดับน้ำในถังพักแบบอัตโนมัติโดยอาศัยออปแอมป์ (Operational Amplifier; Op-Amp) เป็นพื้นฐานในการออกแบบ โดยจะมีการนำออปแอมป์ต่อร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ที่จำเป็น เพื่อการควบคุมระดับน้ำในถังพักให้มีค่าอยู่ในช่วงระดับความสูงที่กำหนด

ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

ลักษณะของวงจรควบคุมระดับน้ำอัตโนมัติโดยใช้ออปแอมป์เป็นพื้นฐานในการออกแบบตามการประดิษฐ์นี้ประกอบด้วย ออปแอมป์ (Operational Amplifier; Op-Amp.) แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ไบโพลาร์จังชันทรานซิสเตอร์ (Bipolar Junction Transistor; BJT) รีเลย์ (Relay) ปั๊มน้ำ แท่งตัวนำไฟฟ้า และตัวต้านทานจำนวนหนึ่ง

นายสุวัจชัย บุญอารี

ความมุ่งหมายของการประดิษฐ์เพื่อใช้สำหรับการควบคุมระดับน้ำในถังพักในการเตรียมน้ำไว้ใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ นอกจากนี้ยังสามารถใช้สำหรับเป็นสื่อการเรียนการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์และรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับระบบการวัดและควบคุมได้

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ตามรูปที่ 1 ลักษณะของวงจรควบคุมระดับน้ำอัตโนมัติโดยใช้ออปแอมป์เป็นพื้นฐานในการออกแบบ ประกอบด้วย ออปแอมป์ (1) แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (2) แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (3) ไบโพลาร์จังชันทรานซิสเตอร์ (4) รีเลย์ (5) แท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่หนึ่ง (6) แท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7) แท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สาม (8) ปั๊มน้ำ (9) และตัวต้านทานไฟฟ้า (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18)

แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง V_{s1} (2) ถูกออกแบบให้มีค่าอยู่ในช่วง 5 โวลต์ ถึง 12 โวลต์ ซึ่งถูกใช้ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรออปแอมป์ โดยที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ V_{s2} (3) ทำหน้าที่เฉพาะการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับปั๊มน้ำ (9)

แท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่หนึ่ง (6) มีขนาดความยาวเท่ากับความสูงของถังพักน้ำ (10) โดยปลายด้านล่างของแท่งตัวนำอยู่ใกล้เคียงกับก้นถังพักน้ำ ทั้งนี้เพื่อใช้เชื่อมต่อกับกราวด์ (Ground) (20) ของประมวลผลสัญญาณกับน้ำ (19) ในถังพักน้ำ ปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7) อยู่สูงกว่าปลายด้านล่างของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่หนึ่ง (6) อยู่เล็กน้อย ซึ่งค่าความสูงของน้ำจากก้นถังพักจนถึงปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7) นี้จะถูกกำหนดให้เป็นค่าระดับน้ำต่ำสุดของระบบ ปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สาม (8) อยู่ใกล้เคียงกับบริเวณปากด้านบนของถังพักน้ำ ซึ่งจะถูกกำหนดให้ระดับความสูงดังกล่าวนี้เป็นค่าระดับน้ำสูงสุดของระบบ

ตัวต้านทาน R_1 (11) ต่อร่วมกับตัวต้านทาน R_2 (12) ในลักษณะเป็นวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า (Voltage divider circuit) เพื่อเตรียมค่าแรงดันไฟฟ้า V_{ref} (21) ให้กับขาอินพุตลบของออปแอมป์ (1) ทั้งนี้เมื่อกำหนดให้ $R_1 = R_2$ จะมีผลทำให้ได้ค่าแรงดันไฟฟ้า V_{ref} (21) มีค่าเท่ากับ $V_{s1}/2$

ตัวต้านทาน R_3 (13) ต่อร่วมกับตัวต้านทาน R_5 (15) และแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7) ทำหน้าที่เตรียมค่าแรงดันไฟฟ้า V_{lpt} (24) ให้กับวงจร ทั้งนี้ได้กำหนดให้ R_5 (15) มีค่าสูงกว่า R_3 (13) มาก ($R_5 >> R_3$) ซึ่งจะมีผลทำให้ได้ค่าแรงดันไฟฟ้า V_{lpt} (24) ที่เป็นไปได้สองค่าได้แก่ $V_{lpt} = 0$ โวลต์ เมื่อน้ำในถังพักสัมผัสกับแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7) และจะได้ V_{lpt} มีค่าประมาณเท่ากับ V_{s1} เมื่อระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7)

ตัวต้านทาน R_4 (14) ต่อร่วมกับตัวต้านทาน R_6 (16) และแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สาม (8) ทำหน้าที่เตรียมค่าแรงดันไฟฟ้า V_{upt} (25) ให้กับวงจร ทั้งนี้ได้กำหนดให้ R_6 (16) มีค่าสูงกว่า R_4 (14) มาก ($R_6 >> R_4$) ซึ่งจะมีผลทำให้ได้ค่าแรงดันไฟฟ้า V_{upt} (25) ที่เป็นไปได้สองค่าได้แก่ $V_{upt} = 0$ โวลต์

23 ก.ย. 2563

นายสุวัจชัย บุญอารี

เมื่อน้ำในถังพักสัมผัสกับแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สาม (8) และจะได้ V_{upt} มีค่าประมาณเท่ากับ V_{s1} เมื่อระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สาม (8)

ออปแอมป์ (1) ถูกต่อใช้งานในลักษณะป้อนกลับแบบบวก (Positive feedbacked amplifier) ทำหน้าที่เป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า (Voltage comparators) แบบมีฮีสเทอรีซีส (Hysteresis) โดยจะให้สัญญาณแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต V_o (23) ที่เป็นไปได้ในสองสถานะได้แก่ สถานะแรก $V_o = V_{sat(H)}$ เมื่อสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ขาอินพุตบวกของออปแอมป์ $V_{in(+)}$ (22) มีค่ามากกว่าค่าแรงดันไฟฟ้า V_{ref} (21) สถานะที่สอง $V_o = V_{sat(L)}$ เมื่อสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ขาอินพุตบวกของออปแอมป์ $V_{in(+)}$ (22) มีค่าน้อยกว่าค่าแรงดันไฟฟ้า V_{ref} (21) เมื่อ $V_{sat(H)}$ คือค่าแรงดันไฟฟ้าอิ่มตัวด้านบน (Upper saturation voltage) ของออปแอมป์ (1) ทั้งนี้ $V_{sat(H)}$ จะมีค่าต่ำกว่า V_{s1} อยู่เล็กน้อย และ $V_{sat(L)}$ คือค่าแรงดันไฟฟ้าอิ่มตัวด้านล่าง (Lower saturation voltage) ของออปแอมป์ (1) ทั้งนี้ $V_{sat(L)}$ จะมีค่าสูงกว่าศูนย์โวลต์อยู่เล็กน้อย

ตัวต้านทาน R_7 (17) ทำหน้าที่ส่งผ่านผลของค่าแรงดันไฟฟ้า V_o (23) กลับมายังขาอินพุตบวกของออปแอมป์ (1) ทั้งนี้เมื่อกำหนดให้ R_7 (17) มีค่าประมาณเท่ากับ R_5 (15) และ R_6 (16) จะมีผลทำให้ได้ $V_{in(+)} = (V_o + V_{lpt} + V_{upt})/3$

ตัวต้านทาน R_8 (18) ต่อร่วมกับไบโพลาร์จังชันทรานซิสเตอร์ (4) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของรีเลย์ (5) โดยเมื่อ $V_o = V_{sat(L)}$ ไบโพลาร์จังชันทรานซิสเตอร์ (4) จะไม่นำกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะมีผลทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ (5) ส่งผลให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับปั๊มน้ำ (9) นั่นคือปั๊มน้ำจะไม่ทำงาน และเมื่อ $V_o = V_{sat(H)}$ ไบโพลาร์จังชันทรานซิสเตอร์ (4) จะอยู่ในภาวะนำกระแสไฟฟ้า ส่งผลให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ (5) ปั๊มน้ำ (9) จะได้รับการเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ V_{s2} (3) ส่งผลให้ปั๊มน้ำ (9) สูบน้ำจากแหล่งน้ำเข้าไปในถังพักน้ำ (10)

ในสถานการณ์เริ่มต้นสมมุติให้ความสูงของระดับน้ำ (19) มีค่าต่ำกว่าปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7) ซึ่งจะส่งผลให้ $V_{lpt} = V_{upt}$ มีค่าประมาณเท่ากับ V_{s1} (2) มีผลทำให้ $V_{in(+)} > V_{ref}$ โดยจะมีผลทำให้ได้ $V_o = V_{sat(H)}$ ไบโพลาร์จังชันทรานซิสเตอร์ (4) จะเกิดการนำกระแส รีเลย์ (5) จะเชื่อมต่อปั๊มน้ำ (9) กับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ V_{s2} (3) ซึ่งจะเกิดการสูบน้ำเข้าถังพักน้ำ (10) ลำดับต่อมาเมื่อระดับน้ำในถังพักน้ำมีค่าสูงขึ้นโดยอยู่ระหว่างปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7) กับปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สาม (8) ซึ่งจะส่งผลให้ $V_{lpt} = 0$ โวลต์ ในขณะที่ V_{upt} (25) ยังคงมีค่าประมาณเท่ากับ V_{s1} (2) และ V_o (23) ยังคงมีค่าประมาณเท่ากับ $V_{sat(H)}$ ทำให้ได้ $V_{in(+)} > V_{ref}$ และได้ $V_o = V_{sat(H)}$ ต่อไป นั่นคือปั๊มน้ำก็จะสูบน้ำเข้าถังพักน้ำต่อไป และเมื่อระดับน้ำมีความสูงจน

นายสุวัจชัย บุญอารี

สัมผัสกับปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สาม (8) ซึ่งจะส่งผลทำให้ทั้ง V_{lpt} (24) และ V_{upt} (25) มีค่าเท่ากับศูนย์ โวลต์ ผลที่ได้คือ $V_{in(+)} < V_{ref}$ และผลที่ตามมาคือแรงดันไฟฟ้า V_o (23) จะเปลี่ยนสถานะเป็น $V_o = V_{sat(L)}$ ซึ่งไบโพลาร์จังชันทรานซิสเตอร์ (4) จะหยุดนำกระแส และปั๊มน้ำ (9) ก็จะหยุดทำงาน เวลาต่อมาเมื่อมีการนำน้ำในถังพักน้ำ (10) ไปใช้งานจนกระทั่งระดับน้ำกลับมาอยู่ระหว่างปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7) กับปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สาม (8) ซึ่งจะส่งผลทำให้ V_{upt} (25) กลับมามีค่าประมาณเท่ากับ V_{s1} (2) แต่เนื่องจาก $V_o = V_{sat(L)}$ และ $V_{lpt} = 0$ โวลต์ โดยจะได้ $V_{in(+)}$ (22) ยังคงมีค่าต่ำกว่า V_{ref} (25) ต่อไป ปั๊มน้ำ (9) ก็จะยังคงไม่ทำงานต่อไป ทั้งนี้ปั๊มน้ำจะกลับมาทำงานอีกครั้งก็ต่อเมื่อระดับน้ำในถังพักน้ำ(10) มีค่าต่ำกว่าปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7)

<u>คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ</u>

รูปที่ 1 แสดงถึงโครงสร้างของวงจรควบคุมระดับน้ำอัตโนมัติโดยใช้ออปแอมป์เป็นพื้นฐานในการออกแบบ

<u>วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด</u>

เหมือนกับที่ได้บรรยายไว้ในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

23 ก.ย. 2563

นายสุวัจชัย บุญอารี

ข้อถือสิทธิ

1. วงจรควบคุมระดับน้ำอัตโนมัติโดยใช้ออปแอมป์เป็นพื้นฐานในการออกแบบ ประกอบด้วย ออปแอมป์ (Operational Amplifier; Op-Amp.) (1) แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (2) แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (3) ไบโพลาร์จังชันทรานซิสเตอร์ (Bipolar Junction Transistor; BJT) (4) รีเลย์ (Relay) (5) แท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่หนึ่ง (6) แท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7) แท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สาม (8) ปั๊มน้ำ (9) และตัวต้านทานไฟฟ้า (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18)

แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง V_{s1} (2) ถูกออกแบบให้มีค่าอยู่ในช่วง 5 โวลต์ ถึง 12 โวลต์ ซึ่งถูกใช้ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรออปแอมป์ (1) โดยที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ V_{s2} (3) ทำหน้าที่เฉพาะการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับปั๊มน้ำ (9)

แท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่หนึ่ง (6) มีขนาดความยาวเท่ากับความสูงของถังพักน้ำ (10) โดยปลายด้านล่างของแท่งตัวนำอยู่ใกล้เคียงกับก้นถังพักน้ำ ทั้งนี้เพื่อใช้เชื่อมต่อกับกราวด์ (Ground) (20) ของประมวลผลสัญญาณกับน้ำ (19) ในถังพักน้ำ ปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7) อยู่สูงกว่าปลายด้านล่างของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่หนึ่ง (6) อยู่เล็กน้อย ซึ่งค่าความสูงของน้ำจากก้นถังพักจนถึงปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7) นี้จะถูกกำหนดให้เป็นค่าระดับน้ำต่ำสุดของระบบ ปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สาม (8) อยู่ใกล้เคียงกับบริเวณปากด้านบนของถังพักน้ำ ซึ่งจะถูกกำหนดให้ระดับความสูงดังกล่าวนี้เป็นค่าระดับน้ำสูงสุดของระบบ

ตัวต้านทาน R_1 (11) ต่อร่วมกับตัวต้านทาน R_2 (12) ในลักษณะเป็นวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า (Voltage divider circuit) เพื่อเตรียมค่าแรงดันไฟฟ้า V_{ref} (21) ให้กับขาอินพุตลบของออปแอมป์ (1) ทั้งนี้เมื่อกำหนดให้ $R_1 = R_2$ จะมีผลทำให้ได้ค่าแรงดันไฟฟ้า V_{ref} (21) มีค่าเท่ากับ $V_{s1}/2$

ตัวต้านทาน R_3 (13) ต่อร่วมกับตัวต้านทาน R_5 (15) และแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7) ทำหน้าที่เตรียมค่าแรงดันไฟฟ้า V_{lpt} (24) ให้กับวงจร ทั้งนี้ได้กำหนดให้ R_5 (15) มีค่าสูงกว่า R_3 (13) มาก ($R_5 >> R_3$) ซึ่งจะมีผลทำให้ได้ค่าแรงดันไฟฟ้า V_{lpt} (24) ที่เป็นไปได้สองค่าได้แก่ $V_{lpt} = 0$ โวลต์ เมื่อน้ำในถังพักสัมผัสกับแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7) และจะได้ V_{lpt} มีค่าประมาณเท่ากับ V_{s1} เมื่อระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7)

ตัวต้านทาน R_4 (14) ต่อร่วมกับตัวต้านทาน R_6 (16) และแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สาม (8) ทำหน้าที่เตรียมค่าแรงดันไฟฟ้า V_{upt} (25) ให้กับวงจร ทั้งนี้ได้กำหนดให้ R_6 (16) มีค่าสูงกว่า R_4 (14) มาก ($R_6 >> R_4$) ซึ่งจะมีผลทำให้ได้ค่าแรงดันไฟฟ้า V_{upt} (25) ที่เป็นไปได้สองค่าได้แก่ $V_{upt} = 0$ โวลต์ เมื่อน้ำในถังพักสัมผัสกับแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สาม (8) และจะได้ V_{upt} มีค่าประมาณเท่ากับ V_{s1} เมื่อระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สาม (8)

NO.NO.03

นายสุวัจชัย บุญอารี

ออปแอมป์ (1) ถูกต่อใช้งานในลักษณะป้อนกลับแบบบวก (Positive feedbacked amplifier) ทำหน้าที่เป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า (Voltage comparators) แบบมีฮีสเทอรีซีส (Hysteresis) โดยจะให้สัญญาณแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต V_o (23) ที่เป็นไปได้ในสองสถานะได้แก่ สถานะแรก $V_o = V_{sat(H)}$ เมื่อสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ขาอินพุตบวกของออปแอมป์ $V_{in(+)}$ (22) มีค่ามากกว่าค่าแรงดันไฟฟ้า V_{ref} (21) สถานะที่สอง $V_o = V_{sat(L)}$ เมื่อสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ขาอินพุตบวกของออปแอมป์ $V_{in(+)}$ (22) มีค่าน้อยกว่าค่าแรงดันไฟฟ้า V_{ref} (21) เมื่อ $V_{sat(H)}$ คือค่าแรงดันไฟฟ้าอิ่มตัวด้านบน (Upper saturation voltage) ของออปแอมป์ (1) ทั้งนี้ $V_{sat(H)}$ จะมีค่าต่ำกว่า V_{s1} อยู่เล็กน้อย และ $V_{sat(L)}$ คือค่าแรงดันไฟฟ้าอิ่มตัวด้านล่าง (Lower saturation voltage) ของออปแอมป์ (1) ทั้งนี้ $V_{sat(L)}$ จะมีค่าสูงกว่าศูนย์โวลต์อยู่เล็กน้อย

ตัวต้านทาน R_7 (17) ทำหน้าที่ส่งผ่านผลของค่าแรงดันไฟฟ้า V_o (23) กลับมายังขาอินพุตบวกของออปแอมป์ (1) ทั้งนี้เมื่อกำหนดให้ R_7 (17) มีค่าประมาณเท่ากับ R_5 (15) และ R_6 (16) จะมีผลทำให้ได้ $V_{in(+)} = (V_o + V_{lpt} + V_{upt})/3$

ตัวต้านทาน R_8 (18) ต่อร่วมกับไบโพลาร์จังชันทรานซิสเตอร์ (4) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของรีเลย์ (5) โดยเมื่อ $V_o = V_{sat(L)}$ ไบโพลาร์จังชันทรานซิสเตอร์ (4) จะไม่นำกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะมีผลทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ (5) ส่งผลให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับปั๊มน้ำ (9) นั่นคือปั๊มน้ำจะไม่ทำงาน และเมื่อ $V_o = V_{sat(H)}$ ไบโพลาร์จังชันทรานซิสเตอร์ (4) จะอยู่ในภาวะนำกระแสไฟฟ้า ส่งผลให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ (5) ปั๊มน้ำ (9) จะได้รับการเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ V_{s2} (3) ส่งผลให้ปั๊มน้ำ (9) สูบน้ำจากแหล่งน้ำเข้าไปในถังพักน้ำ (10)

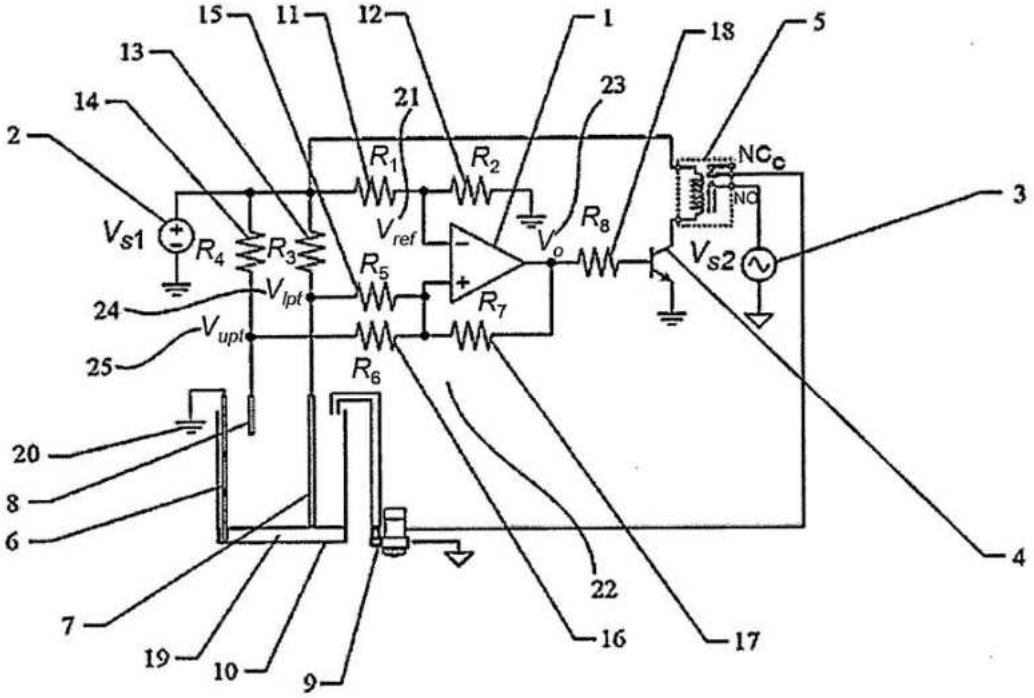
ในสถานการณ์เริ่มต้นสมมุติให้ความสูงของระดับน้ำ (19) มีค่าต่ำกว่าปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7) ซึ่งจะส่งผลให้ $V_{lpt} = V_{upt}$ มีค่าประมาณเท่ากับ V_{s1} (2) มีผลทำให้ $V_{in(+)} > V_{ref}$ โดยจะมีผลทำให้ได้ $V_o = V_{sat(H)}$ ไบโพลาร์จังชันทรานซิสเตอร์ (4) จะเกิดการนำกระแส รีเลย์ (5) จะเชื่อมต่อปั๊มน้ำ (9) กับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ V_{s2} (3) ซึ่งจะเกิดการสูบน้ำเข้าถังพักน้ำ ลำดับต่อมาเมื่อระดับน้ำในถังพักน้ำมีค่าสูงขึ้นโดยอยู่ระหว่างปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7) กับปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สาม (8) ซึ่งจะส่งผลให้ $V_{lpt} = 0$ โวลต์ ในขณะที่ V_{upt} (25) ยังคงมีค่าประมาณเท่ากับ V_{s1} (2) และ V_o (23) ยังคงมีค่าประมาณเท่ากับ $V_{sat(H)}$ ทำให้ได้ $V_{in(+)} > V_{ref}$ และได้ $V_o = V_{sat(H)}$ ต่อไป นั่นคือปั๊มน้ำก็จะสูบน้ำเข้าถังพักน้ำต่อไป และเมื่อระดับน้ำมีความสูงจนสัมผัสกับปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สาม (8) ซึ่งจะส่งผลทำให้ทั้ง V_{lpt} (24) และ V_{upt} (25) มีค่าเท่ากับศูนย์ โวลต์ ผลที่ได้คือ $V_{in(+)} < V_{ref}$ และผลที่ตามมาคือแรงดันไฟฟ้า V_o (23) จะเปลี่ยนสถานะเป็น

นายสุวัจชัย บุญอารี

$V_o = V_{sat(L)}$ ซึ่งไบโพลาร์จังชันทรานซิสเตอร์ (4) จะหยุดนำกระแส และปั๊มน้ำ (9) ก็จะหยุดทำงาน เวลาต่อมาเมื่อมีการนำน้ำในถังพักน้ำ (10) ไปใช้งานจนกระทั่งระดับน้ำกลับมาอยู่ระหว่างปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7) กับปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สาม (8) ซึ่งจะส่งผลทำให้ V_{upt} (25) กลับมามีค่าประมาณเท่ากับ V_{s1} (2) แต่เนื่องจาก $V_o = V_{sat(L)}$ และ $V_{lpt} = 0$ โวลต์ โดยจะได้ $V_{in(+)}$ (22) ยังคงมีค่าต่ำกว่า V_{ref} (21) ต่อไป ปั๊มน้ำ (9) ก็จะยังคงไม่ทำงานต่อไป ทั้งนี้ปั๊มน้ำจะกลับมาทำงานอีกครั้งก็ต่อเมื่อระดับน้ำในถังพักน้ำมีค่าต่ำกว่าปลายของแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สอง (7)

N3N-071

นายสุวัจชัย บุญอารี



รูปที่ 1

323203

นายสุวัจชัย บุญอารี

บทสรุปการประดิษฐ์

วงจรควบคุมระดับน้ำอัตโนมัติโดยใช้ออปแอมป์เป็นพื้นฐานในการออกแบบ ประกอบด้วย ออปแอมป์ (Operational Amplifier; Op-Amp.) แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ไบโพลาร์จังชันทรานซิสเตอร์ (Bipolar Junction Transistor; BJT) รีเลย์ (Relay) ปั๊มน้ำ แท่งตัวนำไฟฟ้าจำนวนสามอัน และตัวต้านทานจำนวนหนึ่ง โดยแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่หนึ่งนั้นใช้สำหรับการเชื่อมต่อกราวด์ของวงจรเข้ากับน้ำในถังพักน้ำ แท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สองใช้สำหรับการกำหนดระดับน้ำต่ำสุดในถังพักน้ำ และแท่งตัวนำไฟฟ้าอันที่สามใช้สำหรับการกำหนดระดับน้ำสูงสุดในถังพักน้ำ ทั้งนี้เมื่อระดับน้ำในถังพักน้ำมีค่าต่ำกว่าระดับต่ำสุด วงจรก็จะสั่งให้ปั๊มน้ำสูบน้ำเข้าถังพักน้ำ เมื่อระดับน้ำในถังพักน้ำมีค่าเท่ากับค่าระดับสูงสุดที่กำหนดไว้ วงจรก็จะสั่งให้ปั๊มน้ำหยุดทำงาน สำหรับกรณีที่ค่าความสูงของระดับระดับน้ำมีค่าอยู่ในช่วงระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดที่กำหนดไว้ วงจรก็จะรักษาสถานะการทำงานเดิมก่อนหน้าไว้ เช่น หากก่อนหน้าปั๊มน้ำหยุดทำงานก็จะหยุดทำงานต่อไป แต่ถ้าก่อนหน้าปั๊มน้ำทำงานก็จะทำงานต่อไป ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้มีข้อดีกว่าการใช้ระดับน้ำอ้างอิงเพียงค่าเดียว นั่นคือปั๊มน้ำจะไม่ต้องทำงานทุกครั้งที่ระดับน้ำในถังพักน้ำมีค่าต่ำกว่าระดับน้ำอ้างอิง

23 NOV 2021

นายสุวัจชัย บุญอารี