

องค์ความรู้ทางวิศวกรรมไฟฟ้า

กับ TRIZ (Resources)

ผศ.ไตรสิทธิ์ เบนบุญยสิทธิ์
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ใโอกาสที่สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่นจะเปิดสาขาใหม่ คือ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าในปีการศึกษา 2556 นี้ ผู้เขียนเห็นว่าเป็นโอกาสดีที่จะมาทบทวนว่า TRIZ เกี่ยวข้องอย่างไรกับองค์ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์โดยเฉพาะองค์ความรู้ทางวิศวกรรมไฟฟ้า ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน จึงได้ค้นคว้าเรียบเรียงมาให้ท่านอ่านกัน

ฉบับที่แล้วมา เราได้เรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องมือช่วยในการสร้างสรรค์ความคิดเพื่อการแก้ปัญหา โดยได้พูดถึง Effects ซึ่งคือผลหรือปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ เคมี หรือเรขาคณิต ที่เราสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้ ฉบับนี้ จะพูดถึงเครื่องมือช่วยตัวต่อไปที่เรียกว่า Resources

Resources คือ เป็นชื่อเรียกโดยรวมของทรัพยากรต่างๆ ที่อยู่ในระบบ หรือรายล้อมระบบอยู่ซึ่งสามารถนำมาใช้แก้ไขปัญหาเพื่อปรับปรุงระบบทางเทคนิคได้ เช่น สสาร พลังงาน/แรง พื้นที่ เวลา ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติ ตลอดจนสภาพแวดล้อม เป็นต้น Resources อาจอยู่ในรูปที่มองเห็นได้ชัดเจน หรือแฝงเร้นอยู่ในระบบ ถ้าหากเราสามารถขุดค้น Resources ออกมาใช้ในการแก้ปัญหาโดยไม่ต้องลงทุนไปซื้อหามา ก็สามารถกล่าวได้ว่า การแก้ปัญหานั้นเป็นการแก้ปัญหาในอุดมคติ (Ideality)

ปัญหาการระบุเพศของปลาบงกช

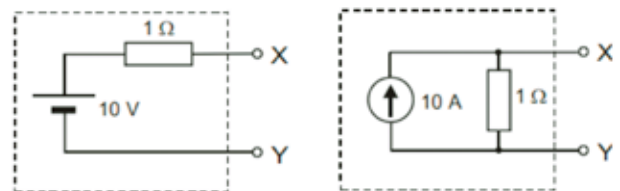
เมื่อปีใหม่ที่ผ่านมามีโอกาสไปเยี่ยมชมฟาร์มมังกรของเพื่อนที่ตะกั่วป่ามา ทราบมาว่าปัญหาของปลาบงกช หรือปลาโรวน่า (Arowana) คือ ตัวผู้และตัวเมียจะมีลักษณะเหมือนกัน (monomorphic) จนแยกไม่ออก แม้จะใช้เครื่องมือไฮเทคราคาแพงที่มีขายในท้องตลาดก็ไม่สามารถระบุเพศของปลาบงกชได้โดยไม่ผ่าออกมามากุ ซึ่งจะเป็นปัญหามากในการซื้อขายและการจับคู่ผสมพันธุ์

ปัญหานี้ทำให้นึกถึงการแก้ปัญหาของ TRIZ โดยการค้นหา

Resources ที่มีอยู่ในระบบมาแก้ปัญหาดังตัวอย่างที่จะอธิบายให้ฟังต่อไป



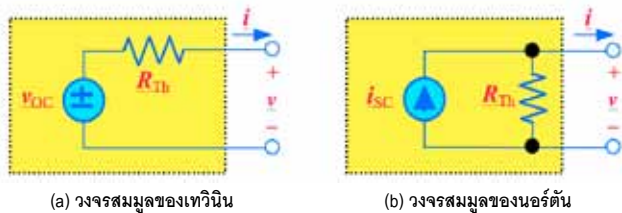
จะแยกแยะวงจรสมมูลย์ของเทวินินและวงจรสมมูลย์ของนอร์ตันที่อยู่ภายในกล่องดำได้อย่างไร



ปัญหามีอยู่ว่ามีกล่องดำ 2 ใบที่เหมือนกันทุกประการ ช่างในบรรจวงจไฟฟ้าที่ต่างกัน อันหนึ่งเป็นแหล่งจ่ายแรงดัน 10 โวลต์ ต่ออนุกรมกับความต้านทาน 1 โอห์ม อีกอันหนึ่งเป็นแหล่งจ่ายกระแส 10 แอมป์ต่อขนานกับความต้านทาน 1 โอห์ม โดยทั้ง 2 วงจรจะมีขั้วไฟฟ้า X และ Y ต่อออกมาภายนอกให้ทดสอบด้วยวิธีการต่างๆ ได้ตามรูป แต่ไม่ว่าจะทดสอบด้วยการวัดกระแส หรือแรงดันที่ออกมาด้วยวิธีการใดก็ตาม ผลลัพธ์ที่ได้จะเท่ากัน เพราะทั้ง 2 วงจรนี้ต่างเป็นวงจรสมมูลย์ของวงจรเดียวกันที่เราเรียกว่าวงจรสมมูลย์ของเทวินินและวงจรสมมูลย์ของนอร์ตัน

ทฤษฎีบทของเทวินินและนอร์ตัน (Thevenin & Norton's Theorems)

ในการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่มีความสลับซับซ้อน หากเราต้องการทราบเพียงว่าแรงดัน หรือกระแสที่ไหลผ่านโหลดตรงส่วนใด ส่วนหนึ่งของวงจรมีค่าเท่ากับเท่าไร เราสามารถทำให้การคำนวณนั้นง่ายขึ้นโดยมองเข้าไปในวงจรจากจุดที่โหลดต่ออยู่เพื่อหาวงจรมูลของวงจรที่โหลดต่ออยู่ วงจรเชิงเส้นใดๆ สามารถทำการเปลี่ยนเป็นวงจรมูลที่ง่ายต่อการวิเคราะห์วงจรมากขึ้น โดยประกอบด้วยแหล่งจ่ายแรงดันอนุกรมกับตัวต้านทานที่เรียกว่าวงจรมูลของเทวินิน (Thevenin's equivalent circuit) หรือวงจรที่ประกอบด้วยแหล่งจ่ายกระแสขนานกับตัวต้านทาน ที่เรียกว่าวงจรมูลของนอร์ตัน (Norton's equivalent circuit) ดังรูปข้างล่าง



(a) วงจรมูลของเทวินิน

(b) วงจรมูลของนอร์ตัน

โดยที่

v_{OC} คือ ค่าแรงดันสมมูลของเทวินินที่หาได้โดยวัดจากขั้วทั้ง 2 โดยเอาโหลดออกไปในลักษณะเปิดวงจร (open circuit)

i_{SC} คือ ค่ากระแสสมมูลของนอร์ตันที่หาได้โดยวัดจากขั้วทั้ง 2 โดยเอาโหลดออกไปแล้วต่อในลักษณะลัดวงจร (Short circuit)

R_{Th} คือ ความต้านทานสมมูลของเทวินินที่หาได้โดยวัดจากขั้วทั้ง 2 โดยเอาโหลดออก แล้วลัดวงจรแหล่งจ่ายแรงดันและเปิดวงจรแหล่งจ่ายกระแสทุกตัวในวงจร ความต้านทานสมมูลของเทวินินจะมีค่าเท่ากับค่าความต้านทานสมมูลของนอร์ตัน

ค่าทั้งสามนี้มีความสัมพันธ์กันดังนี้ คือ $v_{OC} = i_{SC} * R_{Th}$

ดังนั้น จากกล่องดำที่โจทย์ให้มา จะเห็นว่า ทั้ง 2 วงจรนี้ต่างเป็นวงจรมูลของวงจรเดียวกัน ไม่ว่าเราจากวัดกระแสลัดวงจร หรือวัดค่าแรงดันในขณะเปิดวงจร หรือจะเอาโหลดใดๆ มาต่อ แล้ววัดค่าแรงดันคร่อมโหลด หรือวัดกระแสที่ไหลผ่านโหลด จะได้ผลลัพธ์เท่ากัน ทั้ง 2 วงจรเสมอ เมื่อเป็นเช่นนี้ เราจะสามารถรู้ได้อย่างไรว่า กล่องไหนใส่วงจรแบบไหนอยู่ใน

โจทย์ข้อนี้สามารถแก้ได้ไม่ยากโดยใช้แนวคิดเกี่ยวกับ Resources ของ TRIZ โดยพยายามค้นหาทรัพยากรต่างๆ ที่อยู่ในระบบหรือรายล้อมระบบอยู่ซึ่งสามารถนำมาใช้ตอบโจทย์ หรือแก้ไขปัญหาได้ เช่น ทรัพยากรในรูปของสสาร พลังงาน/แรง พื้นที่ เวลา ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติ เป็นต้น ทรัพยากรบางอย่างอาจจะเห็นได้ชัดเจน เช่น สสาร หรือพื้นที่ แต่ทรัพยากรบางอย่างอาจจะแฝงเร้นอยู่ เช่น พลังงาน/แรง ซึ่งจำเป็นที่เราจะต้องค้นหาทรัพยากรอย่างรอบด้านว่า มีทรัพยากรอะไรที่แฝงเร้นอยู่ที่เรานำมาใช้ประโยชน์ได้ ตัวอย่างเช่น พลังงานแรงโน้มถ่วง หรือพลังงานความร้อน หรือพลังงานแม่เหล็ก หรือพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น แทนที่เราใช้ทดสอบโดยการต่อโหลด เราอาจทดสอบโดยไม่ต้องต่อโหลดใดๆ เพียงแค่ลองวัดพลังงานที่แผ่ออกมาจากกล่องดำทั้ง



สองโดยการเอามือวาง หรือโดยใช้เข็มทิศทดสอบ เราจะพบว่า กล่องที่ใส่วงจรมูลของนอร์ตันจะมีอุณหภูมิสูงกว่าและมีสนามแม่เหล็กออกมาทำให้เข็มทิศเบนทิศทางไป ที่เป็นเช่นนี้ เพราะว่ากล่องที่ใส่วงจรมูลของนอร์ตันจะมีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่ภายในตลอดเวลา ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานที่ความต้านทานภายในและเมื่อมีกระแสไหลผ่านตัวนำ จะเกิดสนามแม่เหล็กกระจายออกมารอบตัวนำ ส่วนกล่องที่ใส่วงจรมูลของเทวินินนั้นเปิดวงจรอยู่ จึงไม่มีกระแสไหล

ถ้าเราเป็นผู้เชี่ยวชาญ TRIZ แต่ไม่เชี่ยวชาญในเรื่องวงจรไฟฟ้างก็คงยากที่จะแยกแยะกล่องดำทั้ง 2 ออกจากกันได้ ทำนองเดียวกัน ถ้าเรารู้เรื่องเทคนิคการแก้ปัญหาโดย TRIZ เป็นอย่างดี แต่ไม่มีความรู้ในเรื่องปลาหมึกกรแลย ก็คงตอบไม่ได้ว่าปลาตัวไหนเป็นเพศอะไร เราเรียกผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องนี้ว่า Subject Matter Expert (SME) ผู้เชี่ยวชาญ TRIZ ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญรอบรู้ไปเสียทุกอย่าง ดังนั้น ในการแก้ปัญหาที่ตนเองไม่เชี่ยวชาญ จึงจำเป็นต้องร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องเพื่อค้นหาคำตอบร่วมกัน โดยผู้เชี่ยวชาญ TRIZ จะเป็นผู้เสนอแนวทางต่างๆ ในการแก้ปัญหา ขอยกตัวอย่างเป็นไอดี ดังนี้


ทรัพยากรพลังงาน/แรง ลองวัดสนามพลังที่เปล่งออกมาจากปลา เช่น ปลาเพศเมียจะมีอุณหภูมิสูงกว่า หรือไม่

ทรัพยากรสสาร สารเคมีในน้ำที่อยู่รอบตัวปลามีความแตกต่างกันหรือไม่ เช่น ปลาเพศเมียมีการปล่อยไฮโมนเพศออกมาหรือไม่

ทรัพยากรข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติ ปลาทั้งสองมีพฤติกรรมที่แตกต่างกันหรือไม่ เช่น ปลาตัวผู้จะมีพฤติกรรมที่ชอบโชว์มากกว่าตัวเมีย

ฯลฯ

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผู้เชี่ยวชาญปลาหมึกคงได้ประโยชน์จากบทความนี้ นำไปสร้างสรรค์ไอดีเพื่อค้นหาคำตอบในการแยกเพศปลาหมึกได้บ้างนะครับ

ฉบับหน้า จะพูดถึงเครื่องมือช่วยของ TRIZ ตัวสุดท้าย คือ Smart Little People (SLP) ว่ามีความเกี่ยวข้องกับองค์ความรู้ทางวิศวกรรมไฟฟ้าอย่างไร 

ข้อมูลอ้างอิง

1. Inventive Problem Solving in Electrical Engineering, <http://www.triz-journal.com/archives/2006/01/05.pdf>
2. TRIZ, Resources, <http://trizthailand.com/>