SE-ED's TEXTBOOK

เหมาะสำหรับหลักสูตรปริญญาตรี
ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1

- แหล่งกำเนิดพึ่งพิง
- องค์ประกอบการสะสมพลังงาน
- วงจรอันดับหนึ่งและวงจรอันดับสอง
- ไซนูซอยด์และเฟสเซอร์

ดร. ชัด อินทะสี

ซีเอ็ด

การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1

โดย ดร. ชัด อินทะสี

สงวนลิขสิทธิ์ในประเทศไทยตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ © พ.ศ. 2556 โดย ดร. ชัด อินทะสี
ห้ามคัดลอก ลอกเลียน ดัดแปลง ทำซ้ำ จัดพิมพ์ หรือกระทำอื่นใด โดยวิธีการใดๆ ในรูปแบบใดๆ
ไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้ เพื่อเผยแพร่ในสื่อทุกประเภท หรือเพื่อวัตถุประสงค์ใดๆ
นอกจากจะได้รับอนุญาต

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

ชัด อินทะสี.
การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1. --กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2556.
1. วงจรไฟฟ้า.
I. ชื่อเรื่อง.
621.3192

ISBN(e-book) : 978-616-08-1335-3

ผลิตและจัดจำหน่ายโดย

บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED

อาคารทีทีไอเอฟ ทาวเวอร์ ชั้น 19 เลขที่ 1858/87-90 ถนนบางนา-ตราด แขวงบางนา
เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260 โทรศัพท์ 0-2739-8000

[หากมีคำแนะนำหรือติชม สามารถติดต่อได้ที่ comment@se-ed.com]

คำนำ

การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า เป็นวิชาหลักในการศึกษาระดับปริญญาตรี ทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า และเนื้อหาส่วนหนึ่งสามารถใช้สำหรับการสอนรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างไฟฟ้า และสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ได้ ซึ่งเนื้อหาสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าอื่นๆ เช่น เครื่องจักรกลไฟฟ้าขั้นสูง ระบบควบคุม อิเล็กทรอนิกส์กำลัง เป็นต้น สำหรับเนื้อหาของวิชานี้มีค่อนข้างมาก ผู้เขียนจึงแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 เล่มต่อเนื่องกัน เนื้อหาในเล่ม 1 ประกอบด้วย บทนำ วงจรตัวต้านทาน แหล่งกำเนิดพึ่งพิง วิธีการวิเคราะห์ทฤษฎีโครงข่าย องค์ประกอบการสะสมพลังงาน วงจร RL และ RC วงจรอันดับสอง การกระตุ้นด้วยไซนูซอยด์และเฟสเซอร์ และการวิเคราะห์ในสถานะอยู่ตัวไฟสลับ ตามลำดับ เมื่อนักศึกษาและผู้สนใจทั่วไปได้ศึกษาโดยละเอียด จะทำให้เข้าใจทฤษฎีและหลักการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าได้อย่างลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

อนึ่ง การเรียบเรียงตำรา **การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า** เล่มที่ท่านเห็นอยู่นี้ ผู้เขียนได้ทุ่มเทแรงกายและแรงใจสำหรับการศึกษาค้นคว้าเป็นอย่างมาก จากนั้นจึงลงมือเขียนร่างต้นฉบับตามแบบแผนที่วางไว้อย่างต่อเนื่อง แล้วได้นำไปทดลองสอนนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร มาได้ระยะหนึ่ง เพื่อให้งานเขียนสมบูรณ์และไม่มีข้อผิดพลาด

หากการดำเนินงานดังกล่าว ทำให้เกิดผลบุญกุศล ผู้เขียนขออุทิศให้แด่ แม่ฉลวย อินทะสี ผู้ล่วงลับไปแล้ว ที่ตลอดชีวิตได้เลี้ยงดูพร้อมอบรมสั่งสอนผู้เขียนให้เป็นคนดีเสมอมา และการที่หนังสือเล่มนี้สำเร็จลุล่วงออกมาได้นั้น เพราะมีอาจารย์ที่เป็นผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาการที่เป็นแบบอย่างให้แก่ผู้เขียนเมื่อครั้งยังเป็นนักเรียน-นักศึกษา ถึงแม้อาจารย์

ท่านดังกล่าวจะมิใช่ผู้ที่มีชื่อเสียงโด่งดังนัก แต่ก็หาได้ยากยิ่งในหมู่อาจารย์โดยทั่วไป ซึ่งอยู่ในใจของผู้เขียนเสมอมา และเป็นผู้ที่ทำให้ผู้เขียนรักในวิชาการทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า และยึดถือเป็นวิชาชีพจวบจนกระทั่งปัจจุบัน จึงขออนุญาตเอ่ยนามท่านดังต่อไปนี้

1. อาจารย์ยงยุทธ ลุงคะ อาจารย์วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย
2. อาจารย์พิมพ์ใจ สระบัว อดีตอาจารย์วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิคตาก
3. อาจารย์สมชาติ พึ่งเจริญ อดีตอาจารย์วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิคตาก
4. อาจารย์ ดร.วันชัย ทรัพย์สิงห์ อดีตอาจารย์สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศร์

ขอขอบใจ คุณพรสุดา แพงศรีรักษา นักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ช่างไฟฟ้า รุ่นที่ 21 ที่เป็นผู้ตรวจและแก้ไขการพิมพ์ (Proof–reader) นอกจากนี้ ผู้เขียนขอมอบความดีให้แด่ภรรยาและลูก ที่ผู้เขียนได้ใช้เวลาของครอบครัวไปมากในการเรียบเรียงตำราเล่มนี้ และขอขอบคุณ กองบรรณาธิการฝ่ายตำราวิชาการ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ที่ได้ช่วยเหลือในการจัดรูปแบบ แก้ไข ตรวจทาน และจัดพิมพ์ หากผู้อ่านท่านใดมีข้อเสนอแนะ ผู้เขียนขอน้อมรับมาพิจารณาแก้ไขและปรับปรุงต่อไป

ดร. ชัด อินทะสี

อีเมล : ch_inthasi@yahoo.com

สารบัญ

1 บทนำ 9

1.1 นิยามและหน่วย *9*
1.2 ประจุและกระแส *11*
1.3 แรงดัน พลังงาน และกำลังงาน *13*
1.4 องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าแบบเฉื่อยงานและแบบไวงาน *15*
1.5 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า *17*
1.6 สรุป *17*
แบบฝึกหัด *18*

2 วงจรตัวต้านทาน 23

2.1 กฎของโอห์ม *23*
2.2 กฎของเคิร์ชฮอฟฟ์ *28*
2.3 ตัวต้านทานต่ออนุกรมและการแบ่งแรงดัน *33*
2.4 ตัวต้านทานต่อขนานและการแบ่งกระแส *37*
2.5 ตัวอย่างการวิเคราะห์ *42*
2.6 แอมป์มิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ และโอห์มมิเตอร์ *47*
2.7 ลักษณะทางกายภาพของตัวต้านทาน *51*
2.8 สรุป *53*
แบบฝึกหัด *54*

SE-ED

3 แหล่งกำเนิดพึ่งพิง 59

3.1 นิยาม *59*
3.2 วงจรกับแหล่งกำเนิดพึ่งพิง *62*
3.3 ออปแอมป์ *65*
3.4 วงจรออปแอมป์ *67*
3.5 สรุป *74*
แบบฝึกหัด *75*

4 วิธีการวิเคราะห์ทฤษฎีวงจรโครงข่าย 81

4.1 การวิเคราะห์แบบโนด *81*
4.2 ตัวอย่างการวิเคราะห์แบบโนด *84*
4.3 การวิเคราะห์แบบโนดของวงจรที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแรงดัน *87*
4.4 การวิเคราะห์แบบโนดของวงจรที่ประกอบด้วยออปแอมป์ *94*
4.5 การวิเคราะห์แบบเมช *97*
4.6 ตัวอย่างการวิเคราะห์แบบเมช *100*
4.7 การวิเคราะห์แบบเมชของวงจรที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดกระแส *102*
4.8 สรุป *106*
แบบฝึกหัด *108*

5 องค์ประกอบการสะสมพลังงาน 113

5.1 ตัวเก็บประจุ *113*
5.2 การสะสมพลังงานในตัวเก็บประจุ *122*
5.3 การต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรมและขนาน *123*
5.4 ตัวเหนี่ยวนำ *125*

SE-ED

5.5 การสะสมพลังงานในตัวเหนี่ยวนำ 129
5.6 การต่อตัวเหนี่ยวนำแบบอนุกรมและขนาน 130
5.7 วงจรในสถานะอยู่ตัว 132
5.8 วงจรชิงกูลาร์ 134
5.9 สรุป 138
แบบฝึกหัด 139

6 วงจร RC และ RL 145

6.1 วงจร RC ไม่มีแหล่งกำเนิด 146
6.2 ค่าคงตัวเวลา 149
6.3 วงจร RL ไม่มีแหล่งกำเนิด 160
6.4 วงจร RC และ RL กับการตอบสนองสมบูรณ์ 169
6.5 ฟังก์ชันหนึ่งหน่วยและการตอบสนองต่อฟังก์ชันหนึ่งหน่วย 179
6.6 สรุป 188
แบบฝึกหัด 190

7 วงจรอันดับสอง..... 197

7.1 วงจรที่มีองค์ประกอบการสะสมพลังงานสองตัว 197
7.2 สมการเชิงอนุพันธ์อันดับสอง 200
7.3 ผลตอบสนองธรรมชาติ 201
7.4 รูปแบบของความถี่ธรรมชาติ 202
7.5 เรขาคณิตของระนาบ s 223
7.6 วงจรอันดับสองกับการตอบสนองบังคับ 232
7.7 วงจรอันดับสองกับการตอบสนองสมบูรณ์ 235
7.8 สรุป 248
แบบฝึกหัด 249

SE-ED

8 การกระตุ้นด้วยไซนูซอยด์และเฟสเซอร์ 253

8.1 สมบัติของไซนูซอยด์ *253*
8.2 ตัวอย่างวงจร RL *260*
8.3 วิธีวิเคราะห์โดยใช้จำนวนเชิงซ้อน *262*
8.4 การกระตุ้นเชิงซ้อน *264*
8.5 เฟสเซอร์ *266*
8.6 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสในรูปของเฟสเซอร์ *269*
8.7 อิมพีแดนซ์และแอดมิตแตนซ์ *276*
8.8 กฎของเคิร์ชฮอฟฟ์กับการรวมอิมพีแดนซ์ *281*
8.9 วงจรเฟสเซอร์ *282*
8.10 สรุป *284*
แบบฝึกหัด *285*

9 การวิเคราะห์ในสถานะอยู่ตัวไฟสลับ 291

9.1 การวิเคราะห์แบบโนด *291*
9.2 การวิเคราะห์แบบเมช *298*
9.3 ทฤษฎีโครงข่าย *303*
9.4 แผนภาพเฟสเซอร์ *309*
9.5 สรุป *312*
แบบฝึกหัด *313*

บรรณานุกรม..... 319

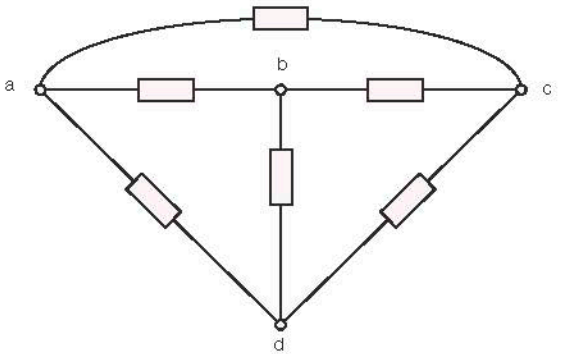
SE-ED

1 บทนำ

การศึกษาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า มีความจำเป็นอย่างยิ่งยวดที่ต้องศึกษารายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานในการอธิบายปรากฏการณ์ทางด้านอินพุตและเอาต์พุตของวงจร เพื่อนำหลักทฤษฎีที่ได้จากการวิเคราะห์ไปประยุกต์ในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าขั้นสูงต่อไป

1.1 นิยามและหน่วย

วงจรไฟฟ้าหรือวงจรโครงข่าย หมายถึง การต่อร่วมกันขององค์ประกอบทางไฟฟ้าตั้งแต่ 2 องค์ประกอบขึ้นไป โดยที่องค์ประกอบเหล่านี้ ได้แก่ ตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ ตัวเก็บประจุ และแหล่งจ่ายพลังงาน เป็นต้น



รูปที่ 1.1 วงจรไฟฟ้า

ที่มา : Johnson, Johnson and Hilburn. 1992. p. 3.

หน่วย หมายถึง ปริมาณที่บ่งบอกถึงสิ่งที่ต้องการทราบค่า และเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง หน่วยทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ หน่วย SI เช่น กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A) แรงดันไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์ (V) ประจุไฟฟ้ามีหน่วยเป็นคูลอมบ์ (C) บางครั้งปริมาณทางไฟฟ้าเหล่านี้มีขนาดใหญ่หรือเล็กกว่าหน่วยมูลฐาน ก็สามารถเขียนให้อยู่ในหน่วยมูลฐานได้ โดยใช้คำอุปสรรคดังในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 คำอุปสรรคในหน่วย SI

ตัวคูณ	คำอุปสรรค	สัญลักษณ์
10^{18}	Exa	E
10^{15}	Peta	P
10^{12}	Tera	T
10^{9}	Giga	G
10^{6}	Mega	M
10^{3}	Kilo	k
10^{-3}	Milli	m
10^{-6}	Micro	**μ**
10^{-9}	Nano	n
10^{-12}	Pico	p
10^{-15}	Femto	f
10^{-18}	Atto	a

ที่มา : ดัดแปลงจาก David, Johnny and John. 1992. p. 4.

1.2 ประจุและกระแส

สสารทุกชนิดมีประจุไฟฟ้าเป็นองค์ประกอบเสมอ กล่าวคือ ในสสารประกอบด้วยอะตอมหลายอะตอม ในแต่ละอะตอมประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนแสดงสถานะประจุบวก อนุภาคนิวตรอนแสดงสถานะเป็นกลาง ทั้งสองอนุภาคนี้รวมตัวกันอยู่ในนิวเคลียส และมีอิเล็กตรอนแสดงสถานะประจุลบโคจรรอบๆ นิวเคลียส ถ้าอะตอมสูญเสียอิเล็กตรอนที่วงโคจรจะแสดงอำนาจประจุบวก ในทางกลับกัน ถ้าอะตอมสูญเสียโปรตอนก็จะแสดงอำนาจประจุลบ ถ้าประจุเหมือนกัน จะแสดงอำนาจผลักกัน และถ้าประจุต่างกัน จะแสดงอำนาจดึงดูดกัน

ประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็นคูลอมบ์ (C) ซึ่งประจุ 1 คูลอมบ์ ถือว่าเป็นหน่วยที่ใหญ่โตมาก กล่าวคือ ประจุ 1 คูลอมบ์ประกอบด้วยอิเล็กตรอนประมาณ 6.2415×10^{18} ตัว ดังนั้น อิเล็กตรอน 1 ตัว จะมีประจุลบ 1.6021×10^{-19} คูลอมบ์ ในทางฟิสิกส์ได้กำหนดให้

$$e = (1.60217733 \pm 0.00000046) \times 10^{-19} \text{ C}$$

แรงดูดและแรงผลักเป็นไปตามกฎของคูลอมบ์ ดังนี้

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2} \qquad (1.1)$$

เมื่อ F คือ แรงดูดหรือแรงผลักระหว่างประจุ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

q_1 และ q_2 คือ ปริมาณประจุบวกหรือประจุลบ มีหน่วยเป็น คูลอมบ์ (C)

r คือ ระยะทางระหว่างประจุ q_1 และ q_2 มีหน่วยเป็น เมตร (m)

k คือ ค่าคงที่ ซึ่ง $k = 1/(4\pi\varepsilon_0)$

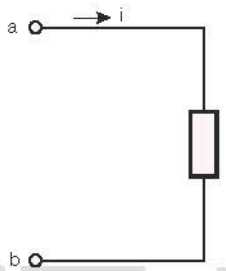
$\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}$ F/m

ε_0 คือ ค่าสภาพยอมของสุญญากาศ (Permittivity)

กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A) ใช้สัญลักษณ์ i นิยามของกระแสไฟฟ้ากล่าวไว้ว่า เป็นอัตราการเคลื่อนที่ของประจุต่อหนึ่งหน่วยเวลา

$$i = \frac{dq}{dt} \tag{1.2}$$

กำหนดให้การไหลของกระแสในตัวนำมีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน (ประจุลบ) และจากนิยามประกอบกับสมการที่ (1.2) พบว่ากระแส 1 แอมแปร์ เกิดจากอัตราการเคลื่อนที่ของประจุ 1 คูลอมบ์ต่อวินาที ดังนั้น กระแส 1 A = 1 C/s



รูปที่ 1.2 กระแสไหลผ่านองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า a – b

จากรูปที่ 1.2 ถ้ากระแสไหลผ่านองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าจาก b ไป a จะมีค่าเท่ากับ –i และจากสมการที่ (1.2) ประกอบกับรูปที่ 1.2 สามารถคำนวณหาจำนวนประจุทั้งหมดในองค์ประกอบ a – b ที่เวลา t_0 ถึง t ได้ดังนี้

$$dq = idt$$

$$\int_{t_0}^{t} dq = \int_{t_0}^{t} idt$$

$$q(t) - q(t_0) = \int_{t_0}^{t} idt$$

นั่นคือ

$$q_T = q(t) - q(t_0) = \int_{t_0}^{t} idt \tag{1.3}$$

ตัวอย่างที่ 1.1 กำหนดให้กระแสไหลผ่านองค์ประกอบของวงจร คือ i = 4t A จงคำนวณหาประจุทั้งหมดที่ผ่านองค์ประกอบดังกล่าว ระหว่างเวลา t = 0 และ t = 3 s

วิธีทำ

จาก $q_T = q(t) - q(t_0) = \int_{t_0}^{t} i\,dt$

ดังนั้น $q_T = \int_{t_0}^{3} 4t\,dt$

$= 18 \text{ C}$ *ตอบ*

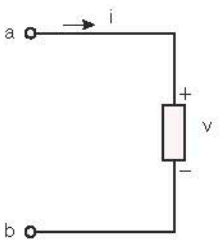
1.3 แรงดัน พลังงาน และกำลังงาน

แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์ (V) ใช้สัญลักษณ์ v นิยามของแรงดันไฟฟ้ากล่าวไว้ว่า แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมองค์ประกอบของวงจรคือ งานที่ทำให้ประจุเคลื่อนที่ผ่านองค์ประกอบ เช่น งาน 1 J ทำให้ประจุ 1 C เคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง จะได้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมองค์ประกอบ 1 V = 1 J/C หรือถ้าจุดสองจุดขององค์ประกอบเกิดแรงดันตกคร่อมแล้ว จะมีงานที่ทำให้ประจุ dq เคลื่อนที่ จำนวน vdq นั่นคือ

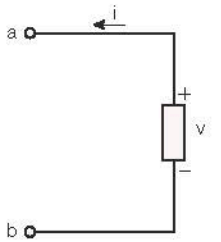
$$dw = vdq$$

หรือ $$\frac{dw}{dt} = v\frac{dq}{dt} = vi \qquad (1.4)$$

แรงดันตกคร่อมองค์ประกอบแสดงด้วยเครื่องหมาย + และ – ถ้ากระแสไหลเข้าองค์ประกอบที่ขั้วบวก แสดงว่าเป็นองค์ประกอบดูดกลืนพลังงาน แต่ถ้ากระแสไหลออกจากขั้วบวก จะเป็นองค์ประกอบที่จ่ายพลังงาน



(ก) องค์ประกอบดูดกลืนพลังงาน



(ข) องค์ประกอบจ่ายพลังงาน

รูปที่ 1.3 แสดงองค์ประกอบดูดกลืนและจ่ายพลังงาน

กำลังงาน มีหน่วยเป็นวัตต์ (W) ใช้สัญลักษณ์ p นิยามของกำลังงานกล่าวไว้ว่า กำลังงานคือ อัตราการทำงานของการเคลื่อนที่ของประจุต่อเวลา จากสมการที่ (1.4) พบว่า

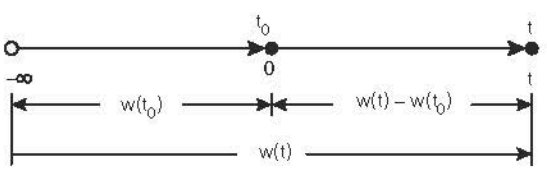
$$p = \frac{dw}{dt} = vi \qquad (1.5)$$

ดังนั้น กำลังงาน 1 วัตต์ เกิดจากการทำงานเคลื่อนที่ของประจุ 1 จูลน์ต่อวินาที ดังนั้น กำลังงาน 1 W = (J/C)(C/s) = J/s

จากสมการที่ (1.5) สามารถคำนวณหางานระหว่างเวลา t_0 ถึง t ได้ดังนี้

$$w_T = w(t) - w(t_0) = \int_{t_0}^{t} vidt \qquad (1.6)$$

นำสมการที่ (1.6) มาเขียนเป็นระยะเวลาการสะสมพลังงาน และหาค่าพลังงานที่ตำแหน่งเวลาต่างๆ ดังนี้



ถ้ากำหนดให้เวลาเริ่มต้น $t = -\infty$ จะได้

$$w(t) - w(-\infty) = \int_{-\infty}^{t} vidt$$

$$w(t) = \int_{-\infty}^{t} vidt$$

เมื่อ $w(-\infty) = 0$

$$= \int_{-\infty}^{t_0} vidt + \int_{t_0}^{t} vidt$$

$$w(t) = w(t_0) + \int_{t_0}^{t} vidt \qquad (1.7)$$

ตัวอย่างที่ 1.2 จากรูปที่ 1.3 (ก) กำหนดให้ $i = 2t$ A และ $v = 6$ V จงคำนวณหาพลังงานที่สะสมในองค์ประกอบระหว่างเวลา $t = 0$ และ $t = 2$ s

วิธีทำ

จาก $w_T = w(t) - w(t_0) = \int_{t_0}^{t} vidt$

$$w(2) - w(0) = \int_{0}^{2} (6)(2t)dt$$

$$= 24 \text{ J}$$ *ตอบ*

1.4 องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าแบบเฉื่อยงานและแบบไวงาน

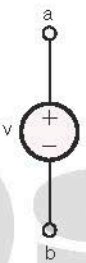
องค์ประกอบแบบเฉื่อยงาน หมายถึง องค์ประกอบที่ดูดกลืนหรือสะสมพลังงาน มีค่าไม่เป็นลบ ดังนั้น

$$w(t) = \int_{-\infty}^{t} vidt \geq 0 \qquad (1.8)$$

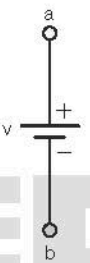
องค์ประกอบแบบเฉื่อยงาน ได้แก่ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ

องค์ประกอบแบบไวงาน หมายถึง องค์ประกอบประเภทอุปกรณ์จ่ายกำลังงาน เช่น แหล่งจ่ายแรงดันแบบอิสระ และแหล่งจ่ายกระแสอิสระ

แหล่งจ่ายแรงดันแบบอิสระค่าของแรงดันที่องค์ประกอบจะไม่แปรเปลี่ยนตามกระแสที่ไหลผ่าน มีทั้งชนิดที่แรงดันคงที่และแรงดันแปรเปลี่ยนตามเวลา



(ก) แหล่งจ่ายแรงดันอิสระที่แรงดันแปรเปลี่ยนตามเวลา



(ข) แหล่งจ่ายแรงดันอิสระที่แรงดันคงที่

รูปที่ 1.4 แหล่งจ่ายแรงดันอิสระที่แรงดันแปรเปลี่ยนตามเวลาและแรงดันคงที่

ที่มา : Johnson, Johnson and Hilburn, 1992, p. 13.

แหล่งจ่ายกระแสอิสระค่าของกระแสที่จ่ายออกมาไม่ขึ้นกับค่าของแรงดันที่ตกคร่อมขั้วทั้งสอง ทิศทางของกระแสแทนด้วยลูกศร

รูปที่ 1.5 แหล่งจ่ายกระแสอิสระ

ที่มา : Johnson, Johnson and Hilburn, 1992, p. 13.

ในทางปฏิบัติ มักพบว่าแหล่งจ่ายแรงดันและแหล่งจ่ายกระแสมักเป็นแหล่งจ่ายไม่อิสระ ซึ่งขึ้นอยู่กับกระแสและแรงดันบางตำแหน่งของวงจร ที่จะกล่าวถึงในบทต่อไป

1.5 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้า หมายถึง การประกอบหรือการต่อร่วมกันขององค์ประกอบตั้งแต่ 2 องค์ประกอบขึ้นไป มีอินพุตที่เป็นแหล่งจ่ายแรงดันหรือแหล่งจ่ายกระแส หรือทั้งสองแหล่งจ่ายผสมกัน และมีเอาต์พุตเป็นแรงดันตกคร่อมหรือกระแสไหลผ่านที่องค์ประกอบใดๆ โดยที่อินพุตหรือเอาต์พุตจะมีแห่งเดียวหรือหลายแห่งก็ได้

การวิคราะห์วงจรไฟฟ้า หมายถึง การคำนวณหาผลตอบสนองที่เอาต์พุต โดยที่มีการกำหนดอินพุตและโครงสร้างเครือข่ายของวงจรมาให้

การสังเคราะห์วงจรไฟฟ้า หมายถึง การออกแบบโครงสร้างเครือข่ายของวงจรเมื่อมีการกำหนดเงื่อนไขของอินพุตและเอาต์พุตของวงจร

SE-ED

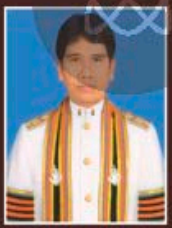
1.6 สรุป

สำหรับเนื้อหาในบทที่ 1 ที่เป็นบทนำนี้ มีวัตถุประสงค์ให้ผู้ศึกษาเข้าใจเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับศึกษาในบทต่อไป เช่น มีความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของวงจร องค์ประกอบสองขั้วที่มีกระแสไหลผ่าน มีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม มีการสะสมหรือจ่ายพลังงาน และมีกำลังงานเกิดขึ้น พร้อมกับศึกษาถึงความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้าเหล่านั้น และหน่วยของปริมาณทางไฟฟ้า ศึกษาองค์ประกอบเฉื่อยงานและไวงาน แหล่งจ่ายแรงดันและกระแสอิสระ เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าในบทต่อไป

การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1

การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า เป็นวิชาหลักสำหรับการศึกษาในระดับปริญญาตรีทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ซึ่งผู้เขียนได้เรียบเรียงเนื้อหาออกเป็น 2 เล่ม สำหรับเล่มนี้คือ **การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1** ซึ่งมีเนื้อหาหลักอยู่ที่การวิเคราะห์วงจร ที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดพึ่งพิง องค์ประกอบการสะสมพลังงาน วงจรอันดับหนึ่งและวงจรอันดับสอง และการกระตุ้นด้วยไซนูซอยด์และเฟสเซอร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำหลักการวิเคราะห์ไปประยุกต์ใช้สำหรับการศึกษาสภาวะชั่วขณะในระบบไฟฟ้ากำลังและการป้องกันระบบไฟฟ้ากำลังต่อไป นอกจากนี้ ยังมีแบบฝึกหัดท้ายบท เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด คำนวณ วิเคราะห์ และสร้างความเข้าใจในเนื้อหาให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

ประวัติผู้เขียน **ดร. ชัด อินทะสี**



- เป็นชาวอำเภอศรีรัมาศ จังหวัดสุโขทัย

การศึกษา

- ปริญญาตรีทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (เทเวศร์)
- ปริญญาโททางด้านฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ปริญญาเอกทางด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร

การทำงาน

- พ.ศ. 2532 – ปัจจุบัน อาจารย์ประจำ แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร และอาจารย์พิเศษ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร สอนรายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรมไฟฟ้า และการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า
- พ.ศ. 2530 – 2532 อาจารย์ประจำฝ่ายอุตสาหกรรม ศูนย์ฝึกและพัฒนาอาชีพราษฎรไทยบริเวณชายแดนจังหวัดปราจีนบุรี (ศฝช.ปจ.)
ปัจจุบันคือจังหวัดสระแก้ว

ISBN 978-616-08-1310-0

9 786160 813100

185 บาท

คู่มือเรียน-สอบ-อุดมศึกษา-อาชีวศึกษา/ไฟฟ้า

www.se-ed.com