

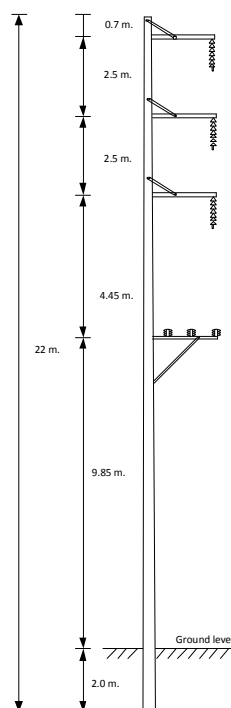
## บทที่ 3

### การจำลองการเกิดความผิดปกติด้วยโปรแกรม EMTP

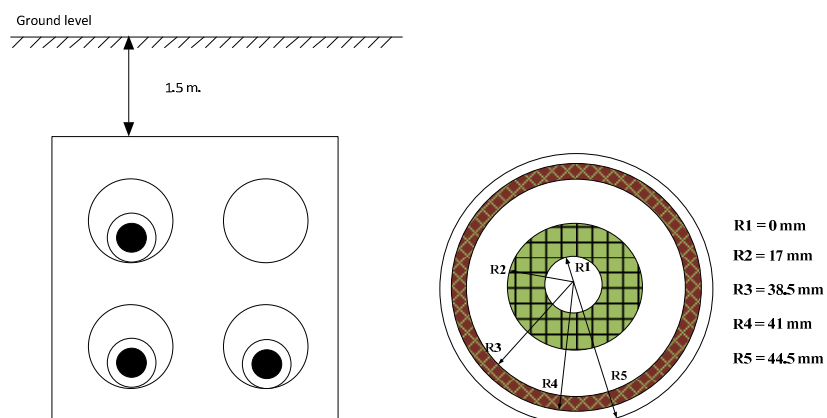
ในงานวิจัยนี้ได้จำลองปรากฏการณ์การเกิดฟอลต์บนสายส่งและสายเคเบิลไฟฟ้าโดยอาศัยโปรแกรม ATPDraw for Windows version 3.65 ที่ได้รับการพัฒนามาจากโปรแกรม ATP/EMTP Alternative Transients Program / Electromagnetic Transients Program ซึ่งช่วยในการสร้างแบบจำลองในระบบไฟฟ้าโดยเฉพาะเพื่อใช้สำหรับการศึกษาพฤติกรรมตอบสนองทางด้านทรานเซียนต์เมื่อคุณสมบัติของระบบจำลองเปลี่ยนไป พร้อมทั้งใช้โปรแกรม MATLAB / Wavelet ในการวิเคราะห์สัญญาณฟอลต์ โดยมีเนื้อหาและรายละเอียดของการจำลองฟอลต์และวิธีการวิเคราะห์สัญญาณฟอลต์ดังต่อไปนี้

#### 3.1 การจำลองระบบส่งกำลังไฟฟ้า

การจำลองระบบส่งกำลังไฟฟ้าจะใช้กรณีศึกษาในระบบแรงดันไฟฟ้า 115 kV ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (PEA) โดยใช้รูปแบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าแบบวงจรเดี่ยวสายไฟเดี่ยว (Single circuit Single conductor) ทั้งสายส่งแบบเหนือดิน (Overhead) และสายส่งใต้ดิน (Underground Cable) ดังแสดงในภาพที่ 3.1 และ 3.2



ภาพที่ 3.1 แสดงโครงสร้างสายส่ง 115 kV วงจรเดียว สายไฟเดี่ยว  
(Single circuit Single conductor) แบบเหนื่อดิน



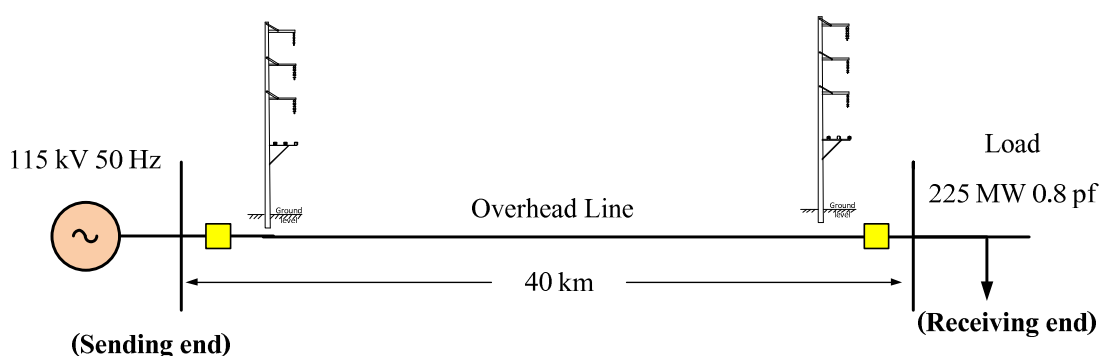
ภาพที่ 3.2 แสดงโครงสร้างสายส่ง 115 kV วงจรเดียว สายไฟเดี่ยว  
(Single circuit Single conductor) แบบใต้ดิน

แบบจำลองในการจำลองสัญญาณฟอลต์ เนื่องจากในสภาวะที่เกิดฟอลต์นั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบของเหตุการณ์เกิดขึ้น ดังนั้นเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ฟอลต์ได้ครอบคลุมในหลายรูปแบบมากที่สุด จึงทำการสร้างระบบจำลองขึ้นดังแสดงในภาพที่ 3.3 โดยมีระยะทางรวมของสายส่งไฟฟ้าทั้งหมด 40 กิโลเมตร

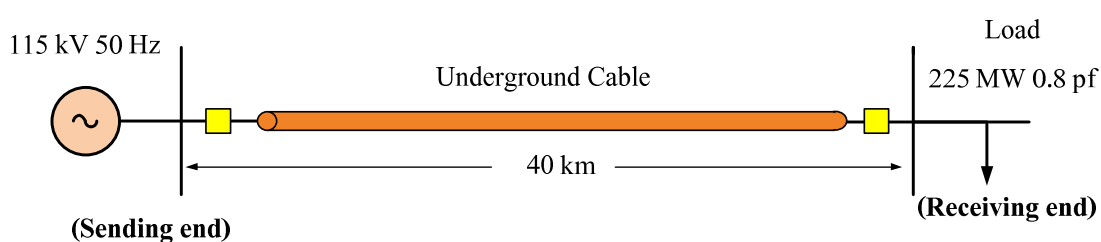
กรณีที่ 1 เป็นสายส่งเหนือดินระยะทาง 40 กิโลเมตร ดังภาพที่ 3.3 (ก.)

กรณีที่ 2 เป็นสายส่งใต้ดินระยะทาง 40 กิโลเมตร ดังภาพที่ 3.3 (ข.)

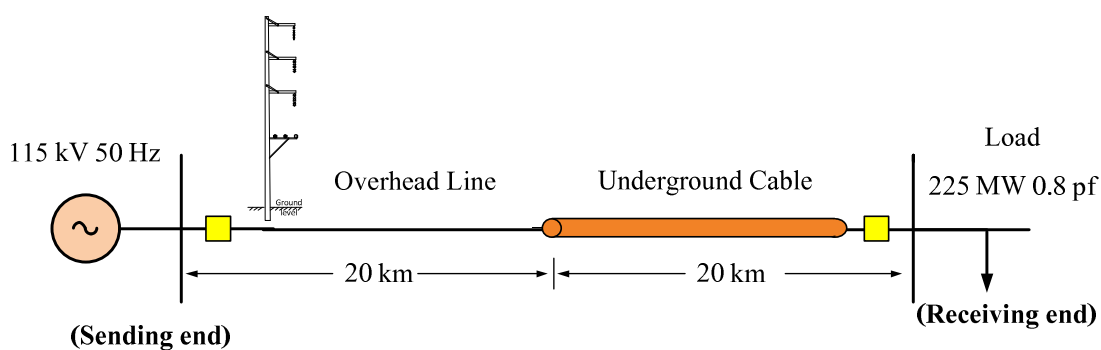
กรณีที่ 3 เป็นสายส่งแบบผสมระยะทางรวม 40 กิโลเมตร โดยแบ่งเป็นสายส่งเหนือดิน 20 กิโลเมตร และสายส่งใต้ดิน 20 กิโลเมตร ดังภาพที่ 3.3 (ค.)



ก. สายส่งไฟฟ้าแบบเหนือดิน



ข. สายส่งไฟฟ้าแบบใต้ดิน



ค. สายส่งไฟฟ้าแบบผสม

ภาพที่ 3.3 ระบบจำลองฟอลต์บนสายส่งและสายเคเบิลไฟฟ้า

ข้อมูลจำเพาะของสายส่งมีดังนี้

สายส่งเหนือดิน

- เสาไฟฟ้าแบบคอนกรีตอัดแรงขนาด 22 เมตร
- ตัวนำไฟฟ้าเหนือดินชนิด AAC 400 มม

สายส่งใต้ดิน

- ความลึกในการวางท่อร้อยสาย 1.5 เมตร จากผิวดิน
- ท่อร้อยสายขนาด 160 มม
- สายเคเบิลใต้ดินขนาด 800 มม. ฉนวนชนิด XLPE
- ร้อยสายเคเบิล 1 ท่อต่อสายเคเบิล 1 เส้น

ทำการจำลองการเกิดความผิดปกติโดยกำหนดเวลาเกิดฟอลต์ที่ 40 มิลลิวินาที ปรับระยะฟอลต์ และรูปแบบการเกิดฟอลต์ที่แตกต่างกันออกไปคือ

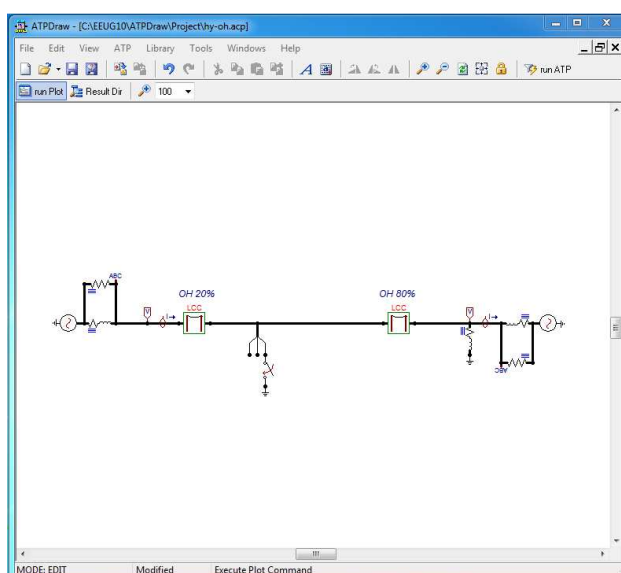
- ชนิดของฟอลต์ทั้งหมด 4 รูปแบบคือ ฟอลต์ลงดินเส้นเดียว (SLG), ฟอลต์สองสายลงดิน (DLG) , ฟอลต์ระหว่างสาย (L-L) และ ฟอลต์สามเฟสสมดุล (3-P)
- มุมที่เริ่มเกิดฟอลต์  $0^\circ - 330^\circ$  เมื่อเทียบกับมุมเฟสของแรงดันสูงที่เฟส A (ช่วงละ  $30^\circ$ )
- ตำแหน่งที่เกิดฟอลต์ที่ 10% - 90% ของระยะทางรวมทั้งหมด

### 3.2. สัญญาณที่ได้จากการจำลองการเกิดฟอลต์

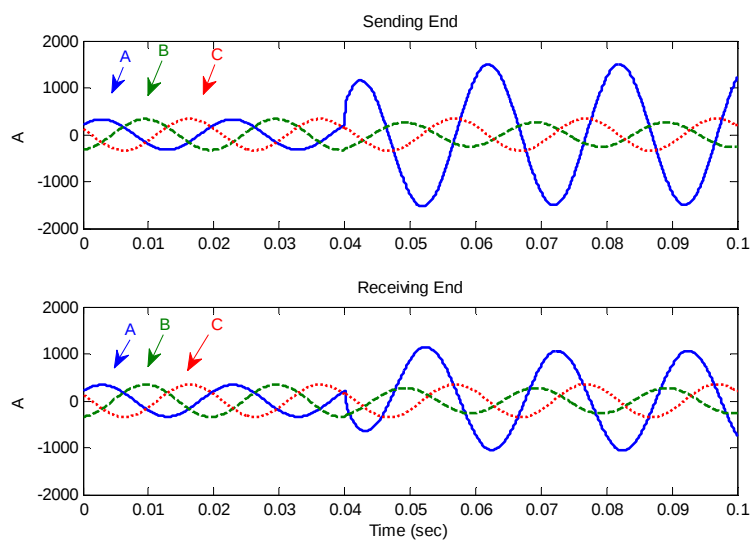
สัญญาณที่ได้จากการจำลองการเกิดฟอลต์ด้วยโปรแกรม EMTP/ATPDraw โดยใช้อัตราสุ่ม (Sampling rate) 100 kHz และให้สวิตช์ทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดรูปแบบและเวลาของการเกิดฟอลต์ ซึ่งในที่นี้ได้กำหนดให้เริ่มเกิดฟอลต์ที่  $t = 0.04$  วินาที และทำการจำลองสัญญาณทั้งหมด 5 ไซเคิล (0 – 0.1 วินาที) โดยไม่มีการกำจัดฟอลต์ออก ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างของวงจรการจำลองฟอลต์ด้วยโปรแกรม ATPDraw และสัญญาณที่ได้จากการจำลองในกรณีต่าง ๆ ทั้งฟอลต์แบบชนิดเดียว (Single fault) และฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุด (Simultaneous Fault) ได้ดังหัวข้อที่ 3.2.1 และ 3.2.2 ตามลำดับ

#### 3.2.1 สัญญาณที่ได้จากการจำลองการเกิดฟอลต์แบบฟอลต์ชนิดเดียว (Single Fault)

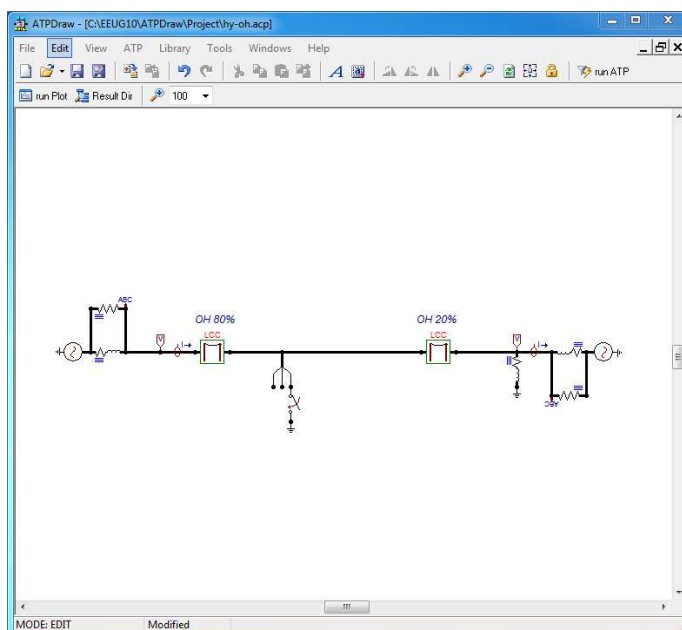
สายส่งเหนือดิน



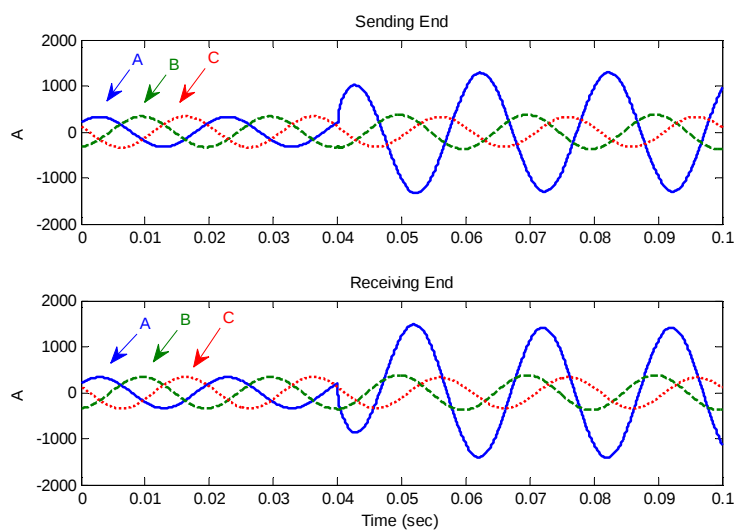
ภาพที่ 3.4 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 20% ของสายส่งแบบเหนือดิน



ภาพที่ 3.5 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 20% ของสายส่งแบบเหนือดิน

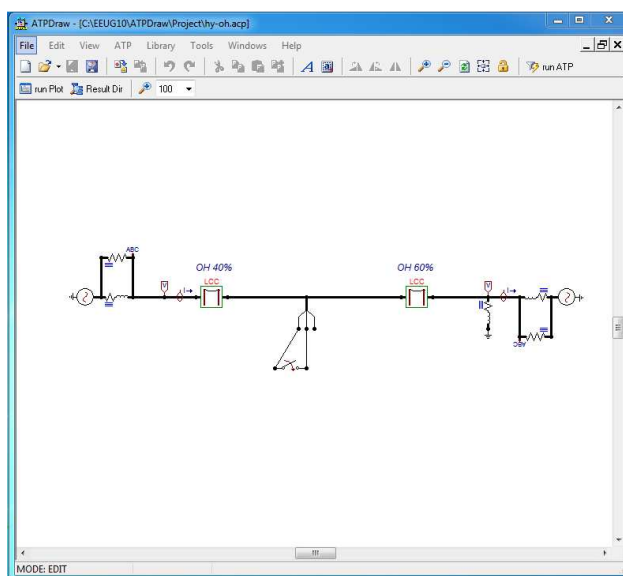


ภาพที่ 3.6 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 80% ของสายส่งแบบเหนือดิน

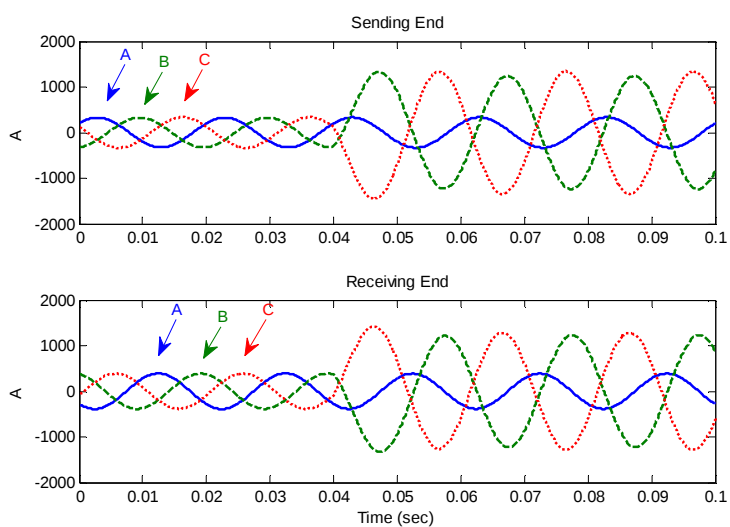


ภาพที่ 3.7 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 80% ของสายส่งแบบเหนือดิน

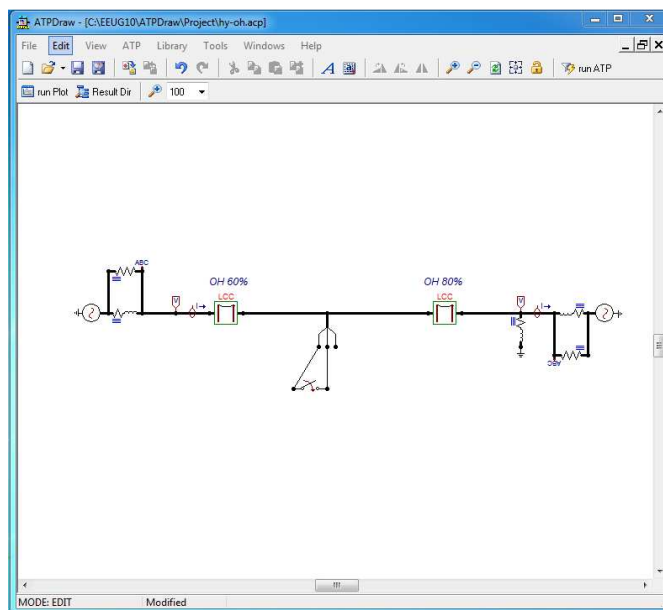
จากภาพที่ 3.4 ถึง 3.7 เป็นการแสดงรูปของวงจรและสัญญาณที่ได้จากโปรแกรม EMTP/ATPDraw ซึ่งเป็นการแสดงกรณีการเกิดฟอลต์แบบสายส่งลัดวงจรลงดินแบบ 1 เฟส ของสายส่งแบบเหนือดิน ซึ่งเกิดที่ระยะ 20% และ 80% ของสายส่ง ลักษณะของกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นในเฟสที่เกิดฟอลต์และกระแสไฟฟ้านั้นพุ่งรับกลับเฟสไป 180 องศาหลังเกิดฟอลต์ และถ้าเกิดฟอลต์ที่ระยะ 20 % ค่ากระแสไฟฟ้านั้นพุ่งส่งจะมีค่ามากกว่าพุ่งรับ แต่ถ้าเกิดฟอลต์ที่ระยะ 80 % ค่ากระแสไฟฟ้านั้นพุ่งรับจะมีค่ามากกว่าพุ่งส่ง



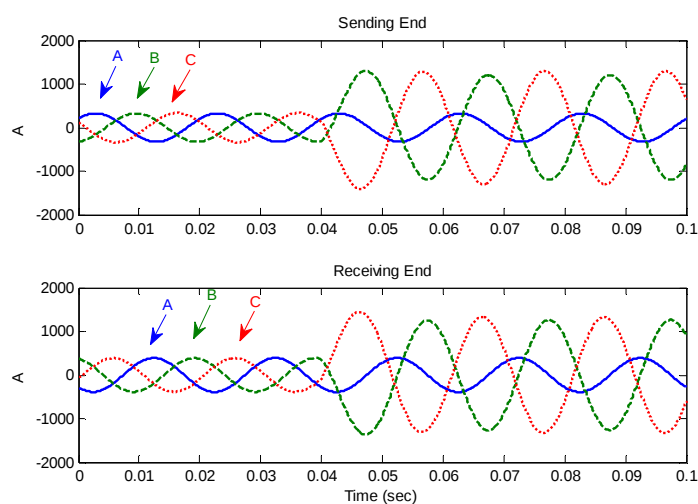
ภาพที่ 3.8 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault)  
ที่ระยะ 40% ของสายส่งแบบเหนือดิน



ภาพที่ 3.9 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault)  
ที่ระยะ 40% ของสายส่งแบบเหนือดิน



ภาพที่ 3.10 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault)  
ที่ระยะ 60% ของสายส่งแบบเหนือดิน

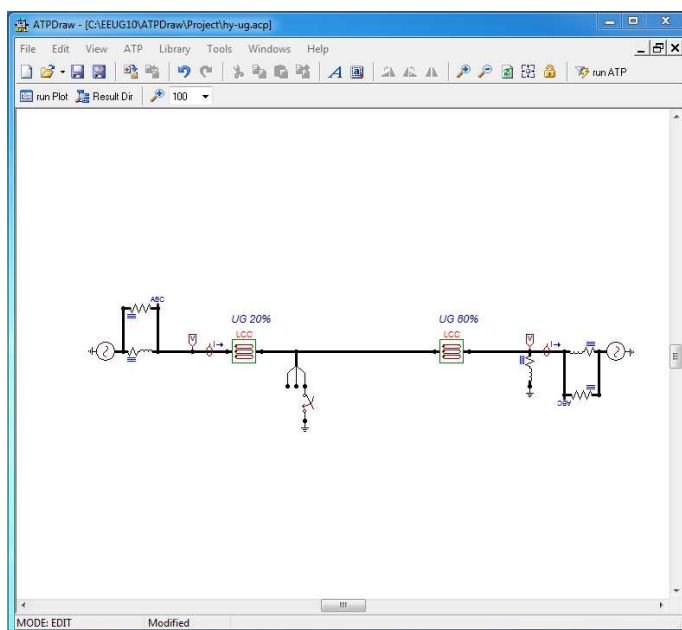


ภาพที่ 3.11 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault)  
ที่ระยะ 60% ของสายส่งแบบเหนือดิน

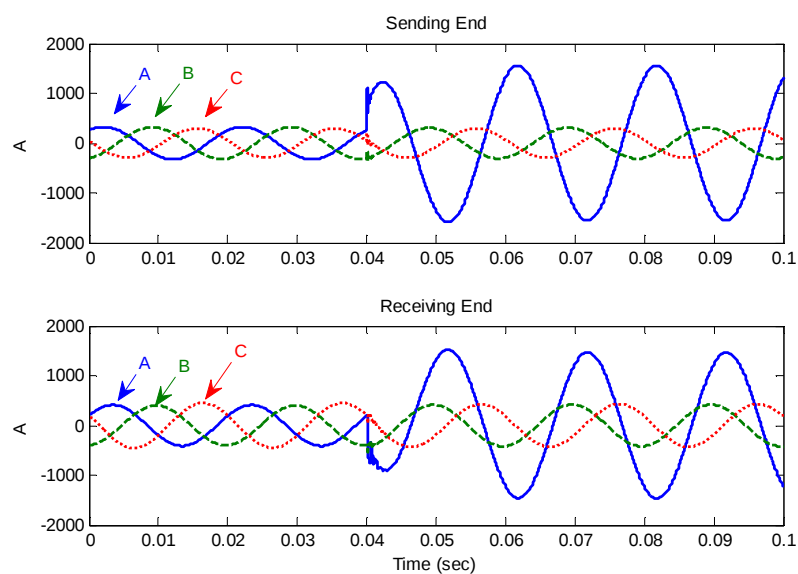
จากภาพที่ 3.8 ถึง 3.11 เป็นการแสดงรูปของวงจรและสัญญาณที่ได้จากโปรแกรม  
EMTP/ATPDraw ซึ่งเป็นการแสดงกรณีการเกิดฟอลต์แบบสายส่งลัดวงจรระหว่างเฟส ของสายส่งแบบ

เหนือดิน ซึ่งเกิดที่ระยะ 40% และ 60% ของสายส่ง ลักษณะของกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นในเฟสที่เกิดฟอลต์ และมุมระหว่างเฟสที่เกิดฟอลต์เปลี่ยนเป็น 180 องศา

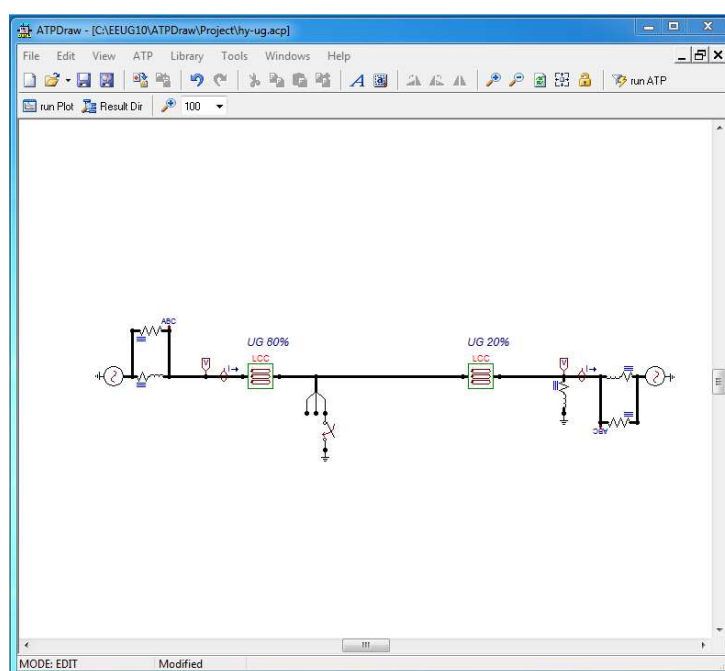
สายส่งใต้ดิน



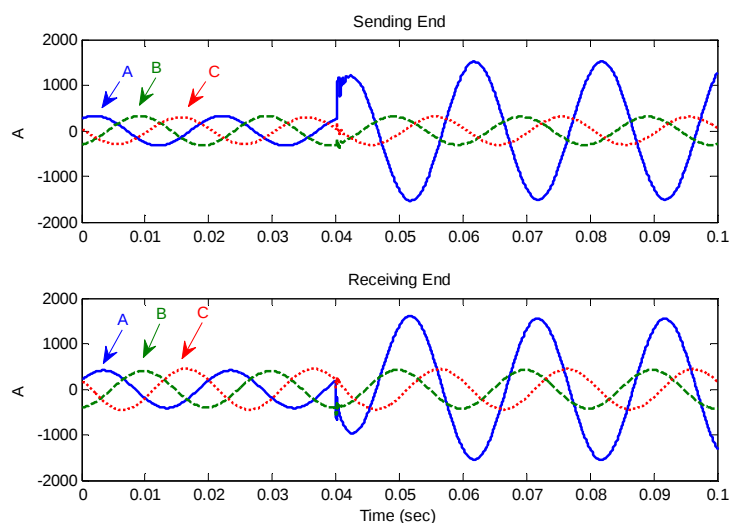
ภาพที่ 3.12 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 20% ของสายส่งแบบใต้ดิน



ภาพที่ 3.13 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 20% ของสายส่งแบบใต้ดิน

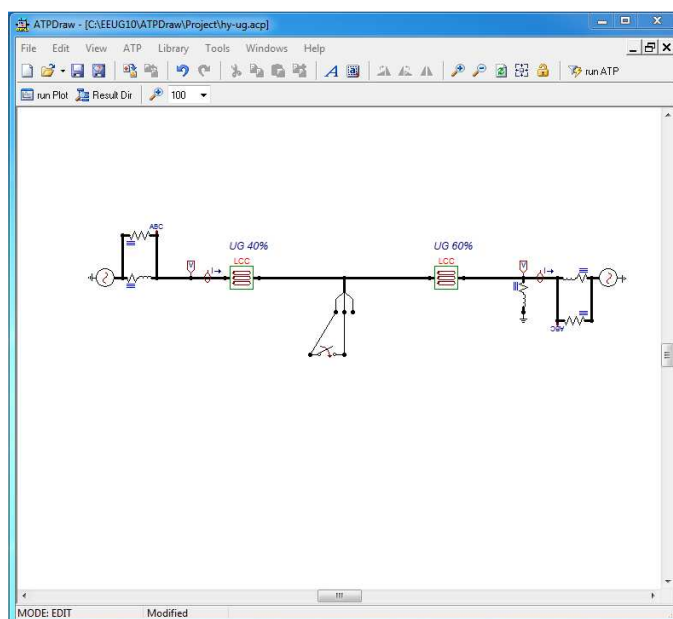


ภาพที่ 3.14 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 80% ของสายส่งแบบใต้ดิน

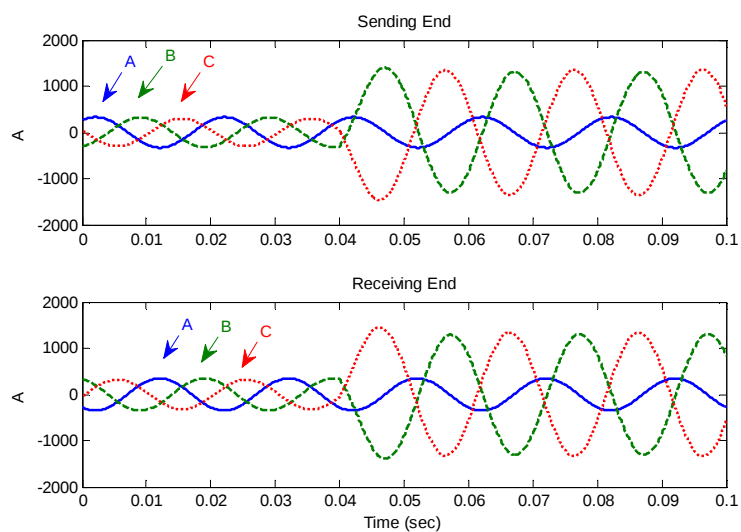


ภาพที่ 3.15 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 80% ของสายส่งแบบใต้ดิน

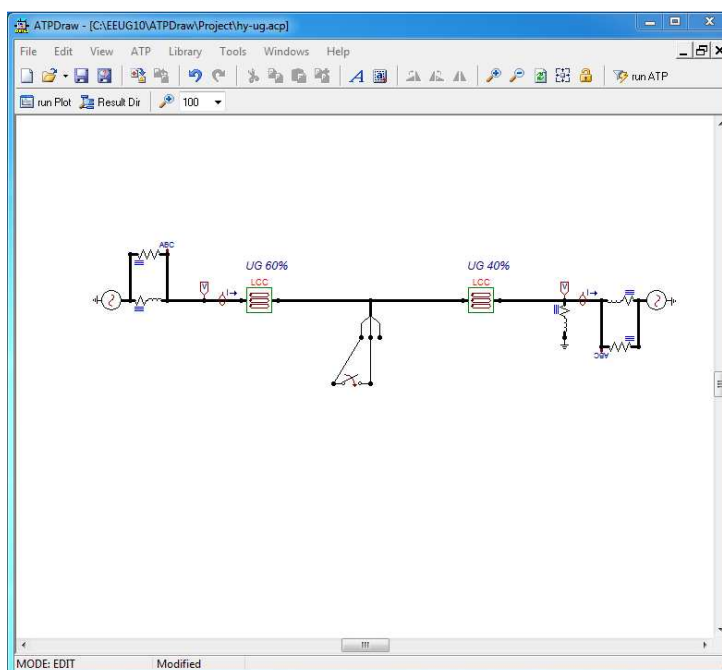
จากภาพที่ 3.12 ถึง 3.15 เป็นการแสดงรูปของวงจรและสัญญาณที่ได้จากโปรแกรม EMTP/ATPDraw ซึ่งเป็นการแสดงกรณีการเกิดฟอลต์แบบสายส่งลัดวงจรลงดินแบบ 1 เฟส ของสายส่งแบบใต้ดิน ซึ่งเกิดที่ระยะ 20% และ 80% ของสายส่ง ลักษณะของกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นในเฟสที่เกิดฟอลต์และกระแสไฟฟ้านั้นมีค่าสูงขึ้นในเฟสที่ 180 องศาหลังเกิดฟอลต์ และถ้าเกิดฟอลต์ที่ระยะ 20 % ค่ากระแสไฟฟ้านั้นมีค่ามากกว่าฝั่งรับ แต่ถ้าเกิดฟอลต์ที่ระยะ 80 % ค่ากระแสไฟฟ้านั้นมีค่ามากกว่าฝั่งส่ง ขณะเกิดฟอลต์จะมีความถี่สูงแทรกอยู่ทั้งฝั่งรับและฝั่งส่ง



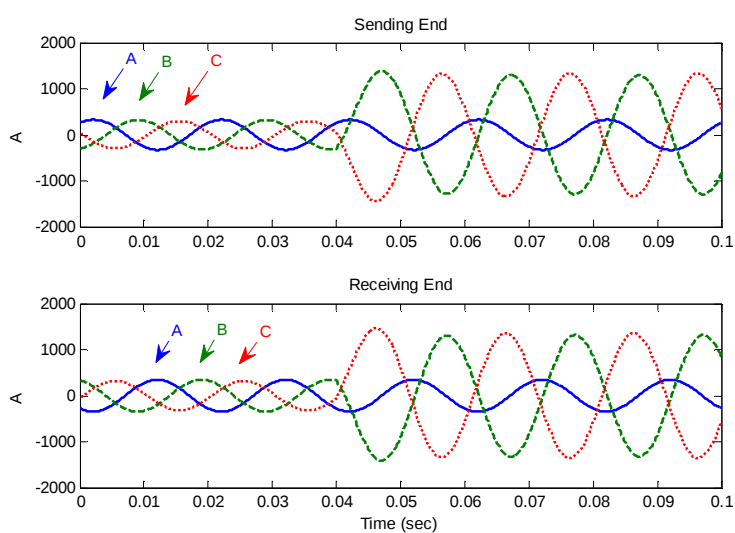
ภาพที่ 3.16 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะ 40% ของสายส่งแบบได้ดิน



ภาพที่ 3.17 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะ 40% ของสายส่งแบบได้ดิน



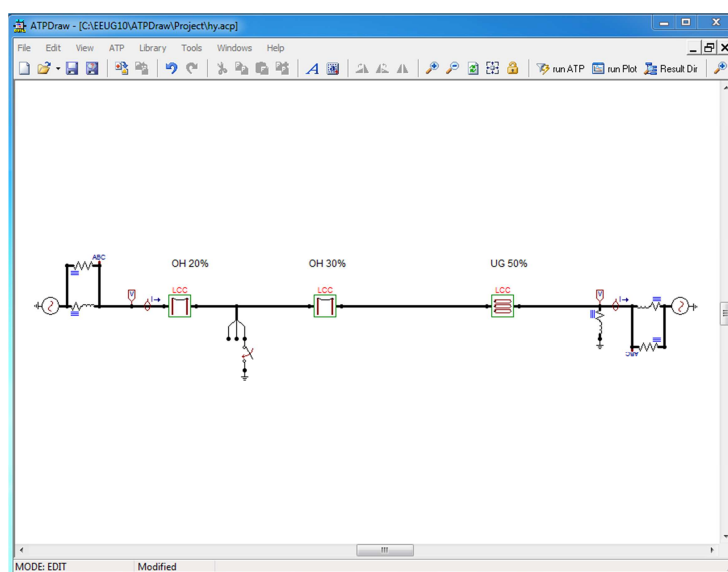
ภาพที่ 3.18 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะ 60% ของสายส่งแบบใต้ดิน



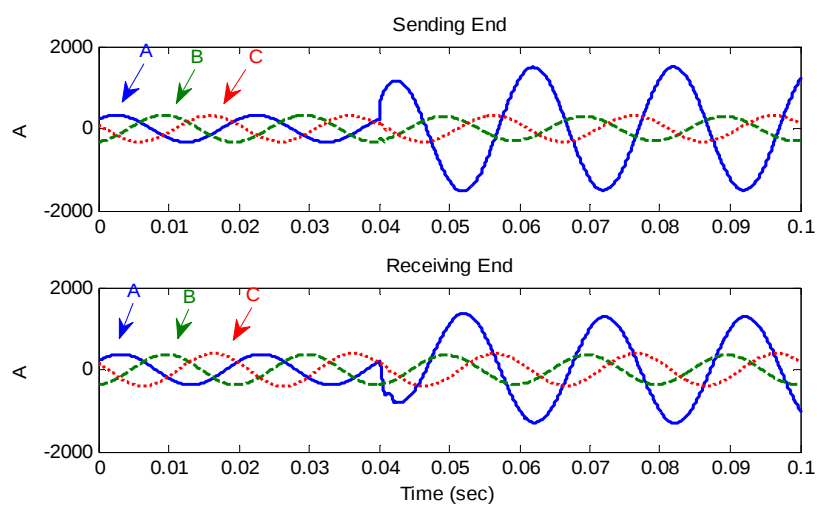
ภาพที่ 3.19 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะ 60% ของสายส่งแบบใต้ดิน

จากภาพที่ 3.16 ถึง 3.19 เป็นการแสดงรูปของวงจรและสัญญาณที่ได้จากโปรแกรม EMTP/ATPDraw ซึ่งเป็นการแสดงกรณีการเกิดฟอลต์แบบสายส่งลัดวงจรระหว่างเฟส ของสายส่งแบบใต้ดิน ซึ่งเกิดที่ระยะ 40% และ 60% ของสายส่ง ลักษณะของกระแสไฟฟ้ามุ่งสูงขึ้นในเฟสที่เกิดฟอลต์ และมุมระหว่างเฟสที่เกิดฟอลต์เปลี่ยนเป็น 180 องศา

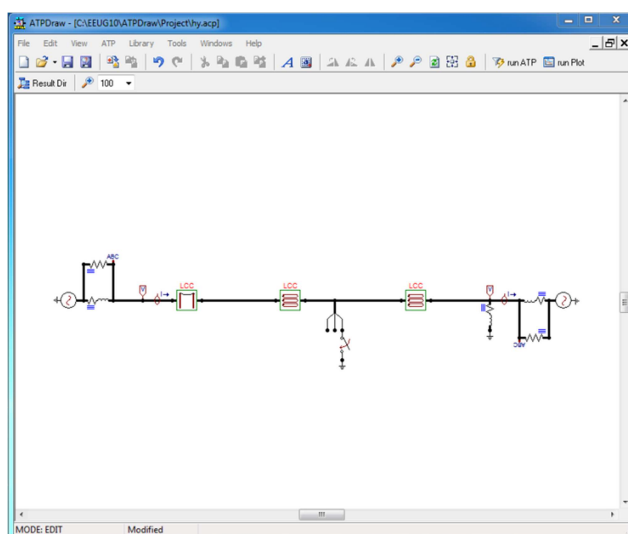
### สายส่งแบบผสม



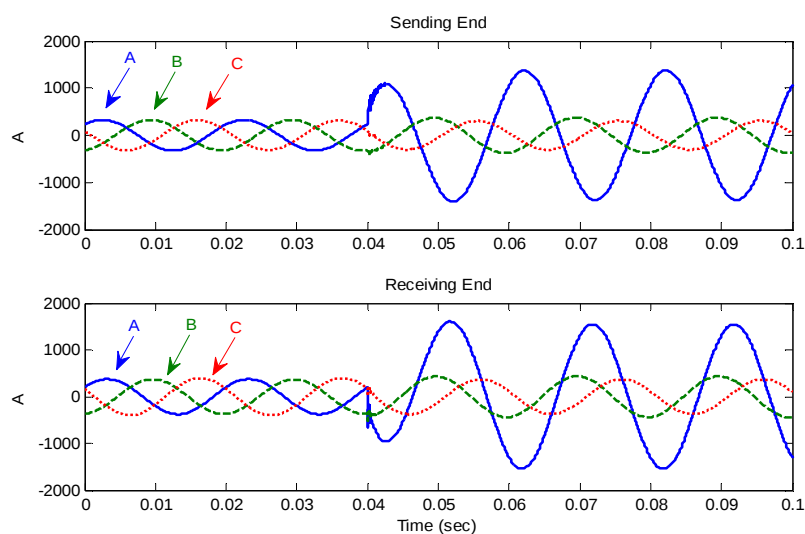
ภาพที่ 3.20 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 20% ของสายส่งแบบผสม



ภาพที่ 3.21 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 20% ของสายส่งแบบพสม

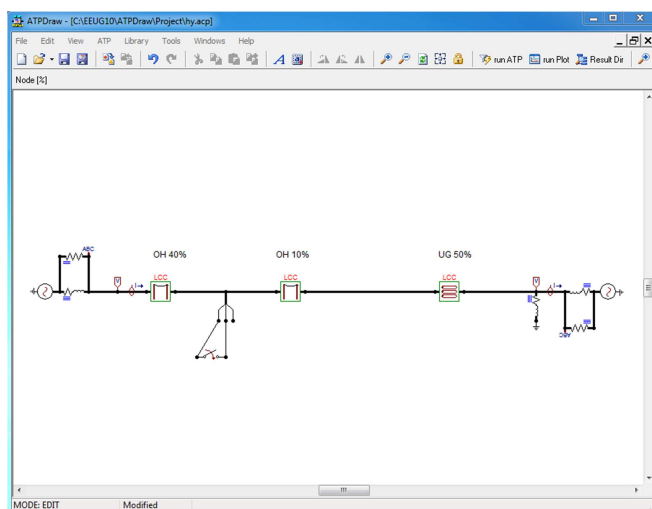


ภาพที่ 3.22 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 80% ของสายส่งแบบพสม

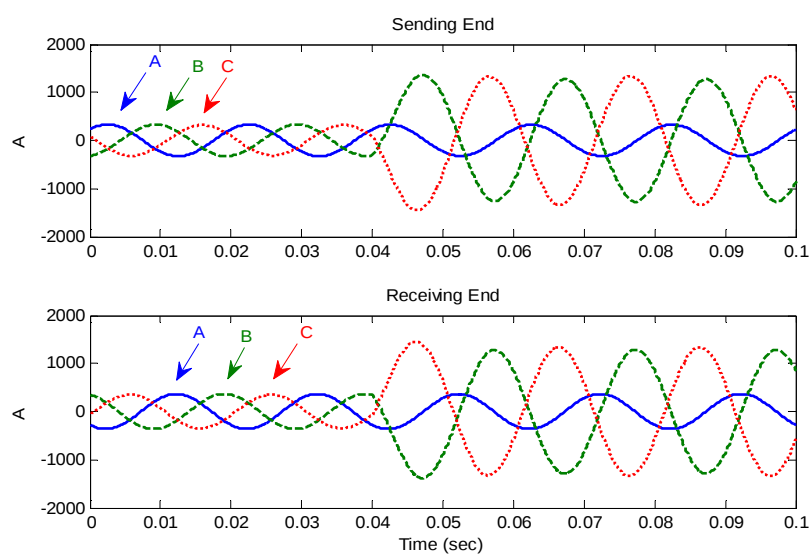


ภาพที่ 3.23 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 80% ของสายส่งแบบผสม

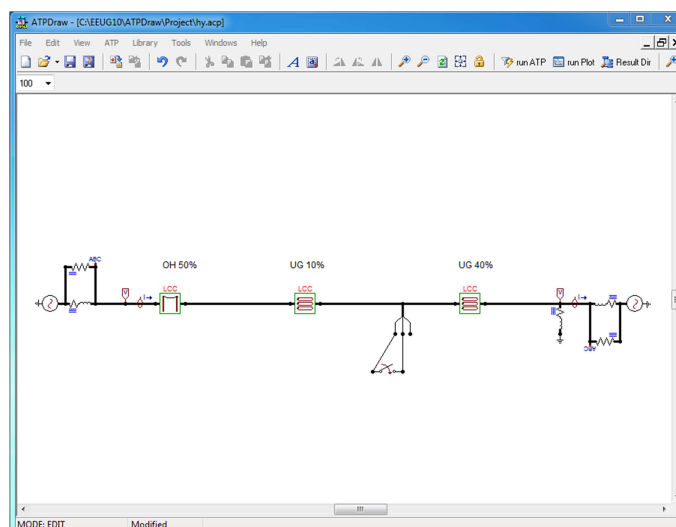
จากภาพที่ 3.20 ถึง 3.23 เป็นการแสดงรูปของวงจรและสัญญาณที่ได้จากโปรแกรม EMTP/ATPDraw ซึ่งเป็นการแสดงกรณีการเกิดฟอลต์แบบสายส่งลัดวงจรลงดินแบบ 1 เฟส ของสายส่งแบบผสม ซึ่งเกิดที่ระยะ 20% และ 80% ของสายส่ง ลักษณะของกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นในเฟสที่เกิดฟอลต์และกระแสไฟฟ้านั้นมีค่าสูงขึ้นในเฟสที่ 180 องศาหลังเกิดฟอลต์ และถ้าเกิดฟอลต์ที่ระยะ 20 % ค่ากระแสไฟฟ้านั้นมีค่ามากกว่าฝั่งรับ แต่ถ้าเกิดฟอลต์ที่ระยะ 80 % ค่ากระแสไฟฟ้านั้นมีค่ามากกว่าฝั่งส่ง ขณะเกิดฟอลต์ที่ระยะ 80% จะมีความถี่สูงแทรกอยู่ทั้งฝั่งรับและฝั่งส่ง ซึ่งจะมีลักษณะเดียวกับการเกิดฟอลต์ของสายส่งใต้ดิน



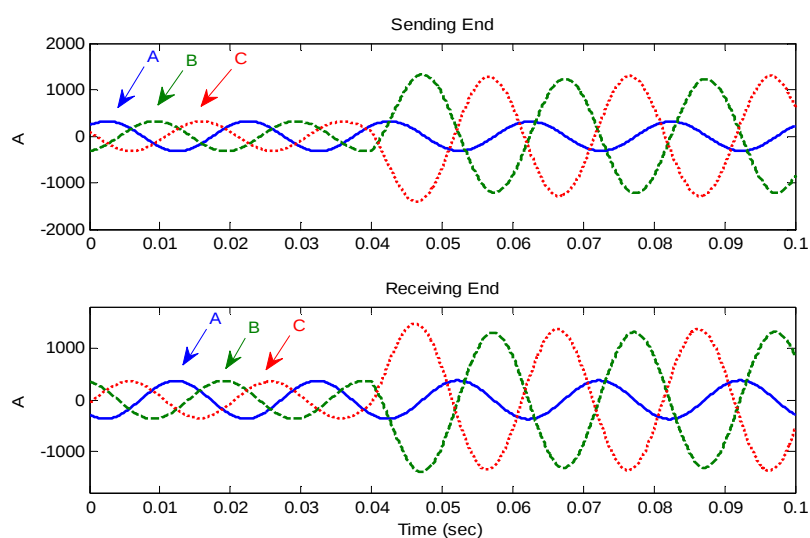
ภาพที่ 3.24 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault)  
ที่ระยะ 40% ของสายส่งแบบผสม



ภาพที่ 3.25 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault)  
ที่ระยะ 40% ของสายส่งแบบผสม



ภาพที่ 3.26 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะ 60% ของสายส่งแบบผสม



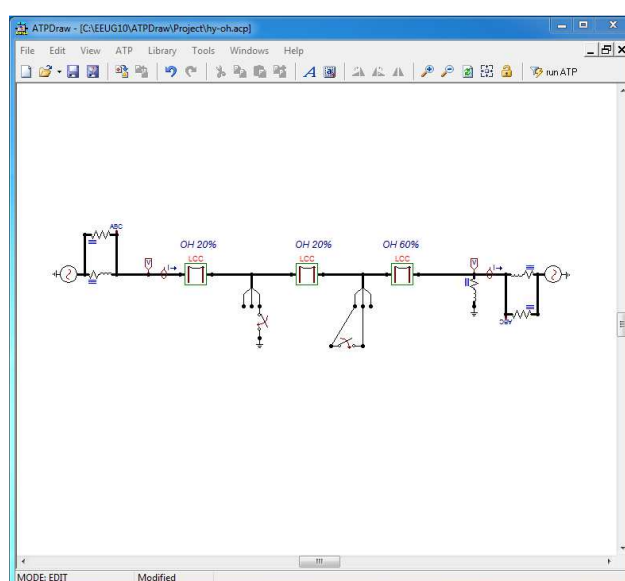
ภาพที่ 3.27 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะ 60% ของสายส่งแบบผสม

จากภาพที่ 3.24 ถึง 3.27 เป็นการแสดงรูปของวงจรและสัญญาณที่ได้จากโปรแกรม EMTP/ATPDraw ซึ่งเป็นการแสดงกรณีการเกิดฟอลต์แบบสายส่งลัดวงจรระหว่างเฟส ของสายส่งแบบ

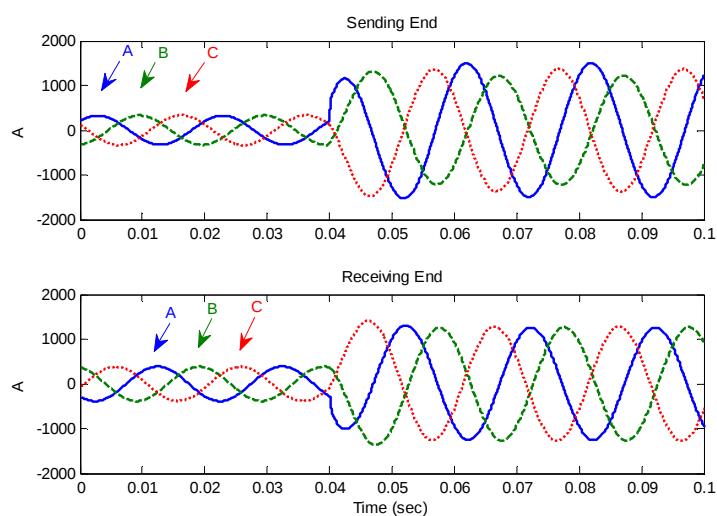
ผสม ซึ่งเกิดที่ระยะ 40% และ 60% ของสายส่ง ลักษณะของกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นในเฟสที่เกิดฟอลต์ และมุมระหว่างเฟสที่เกิดฟอลต์เปลี่ยนเป็น 180 องศา

### 3.2.2 สัญญาณที่ได้จากการจำลองการเกิดฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุด (Simultaneous Fault)

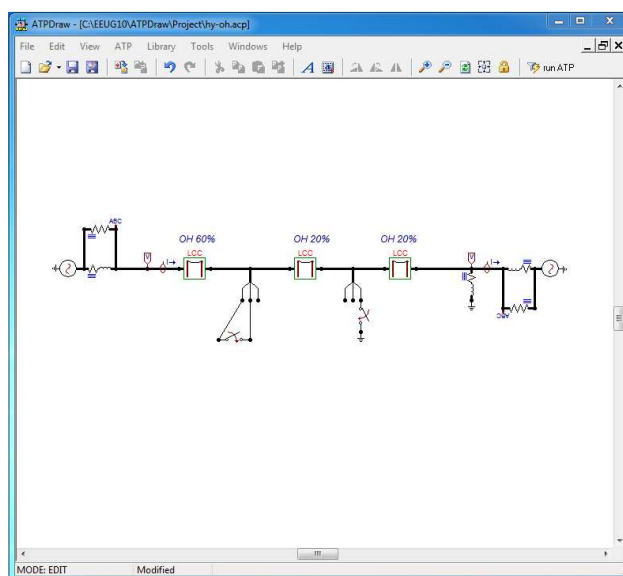
สายส่งแบบเหนือดิน



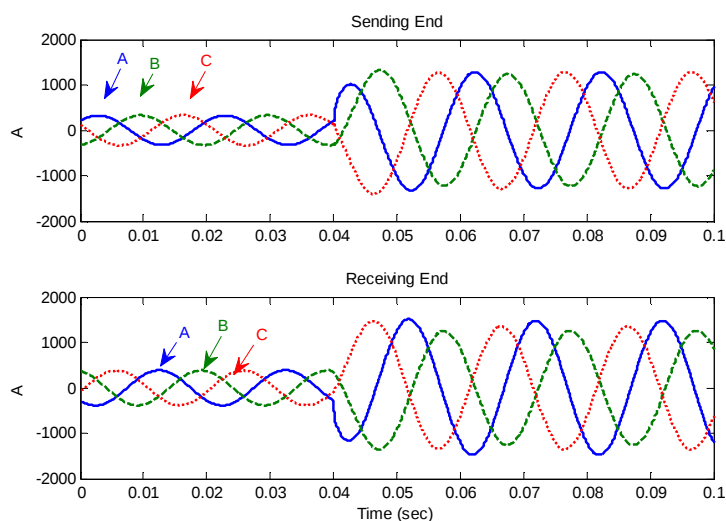
ภาพที่ 3.28 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุดกรณีแบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 20% และเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะทาง 40% ของสายส่งแบบเหนือดิน



ภาพที่ 3.29 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุดกรณีแบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 20% และเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะทาง 40% ของสายส่งแบบเหนือดิน



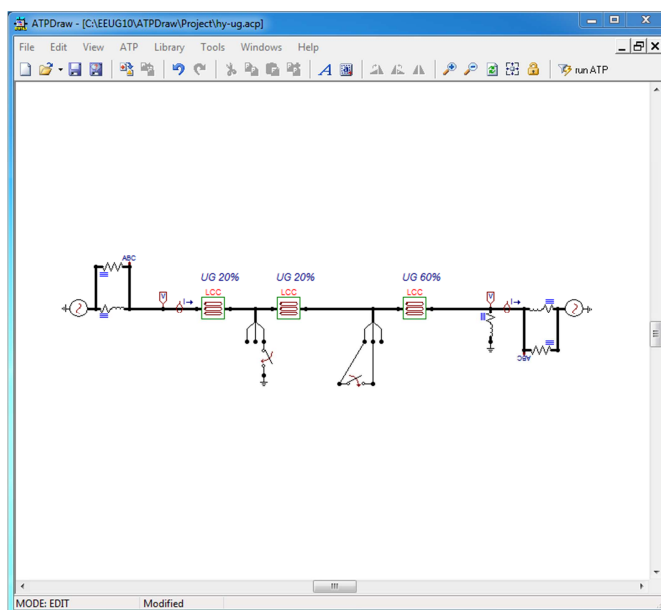
ภาพที่ 3.30 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุดกรณีแบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะทาง 60% และเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 80% ของสายส่งแบบเหนือดิน



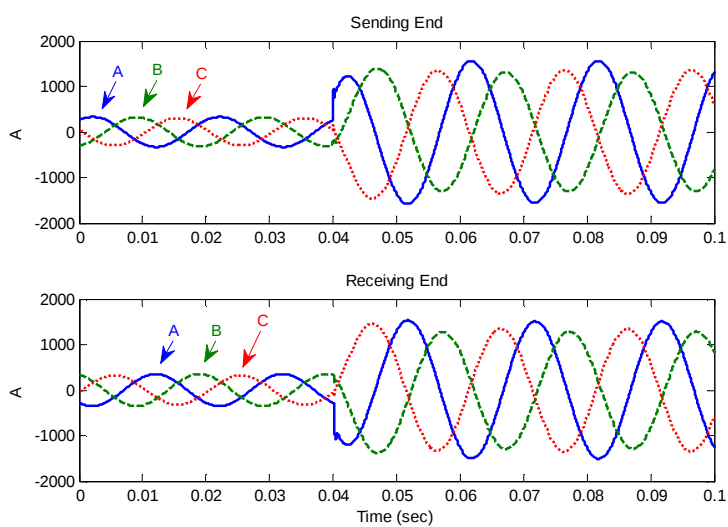
**ภาพที่ 3.31** สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุดกรณีแบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะทาง 60% และเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 80% ของสายส่งแบบเหนือดิน

จากภาพที่ 3.28 ถึง 3.31 เป็นการแสดงรูปของวงจรและสัญญาณที่ได้จากโปรแกรม EMTP/ATPDraw ซึ่งเป็นการแสดงกรณีการเกิดฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุดแบบสายส่งลัดวงจรระหว่างเฟสและแบบสายส่งลัดวงจรลงดินแบบ 1 เฟส ของสายส่งแบบเหนือดิน กระแสไฟฟ้าที่เกิดฟอลต์จะมีลักษณะเช่นเดียวกับการเกิดฟอลต์แบบจุดเดียวนำมารวมกันระหว่างการเกิดฟอลต์ระหว่างเฟสกับการเกิดฟอลต์ลงดิน 1 เฟส ตามภาพที่ 3.29 เป็นการเกิดฟอลต์สองจุดแบบพร้อมกันของภาพที่ 3.5 และ 3.9 และ ภาพที่ 3.31 เป็นการเกิดฟอลต์สองจุดแบบพร้อมกันของภาพที่ 3.7 และ 3.11 (อ้างอิงตามภาพ 3.4 – 3.11)

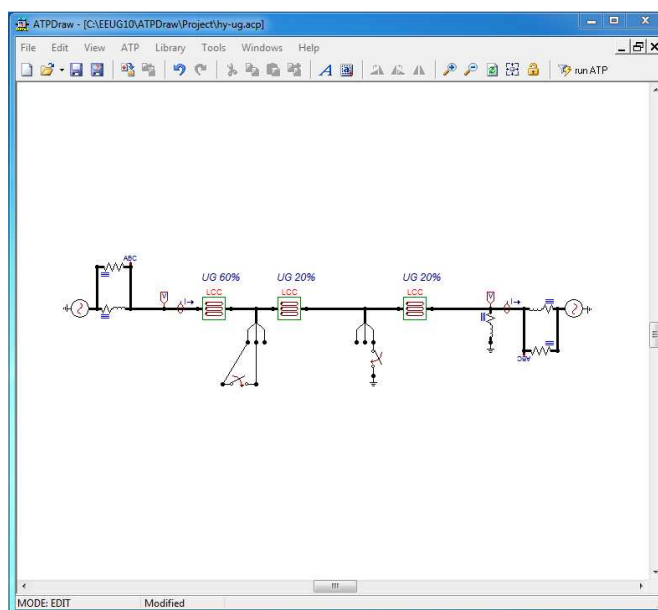
**สายส่งแบบใต้ดิน**



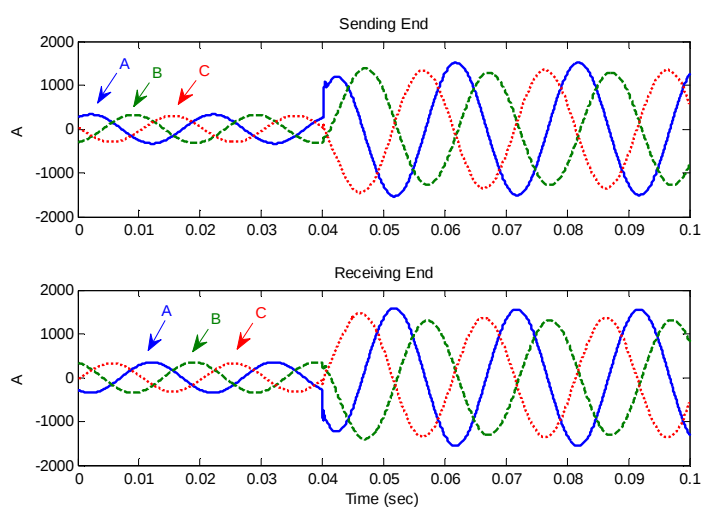
ภาพที่ 3.32 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุดกรณีแบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 20% และเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะทาง 40% ของสายส่งแบบใต้ดิน



ภาพที่ 3.33 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุดกรณีแบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 20% และเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะทาง 40% ของสายส่งแบบใต้ดิน



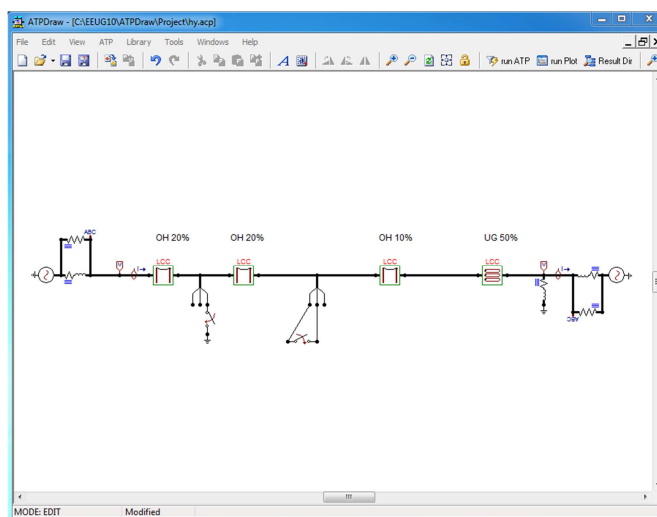
ภาพที่ 3.34 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุดกรณีแบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะทาง 60% และเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 80% ของสายส่งแบบใต้ดิน



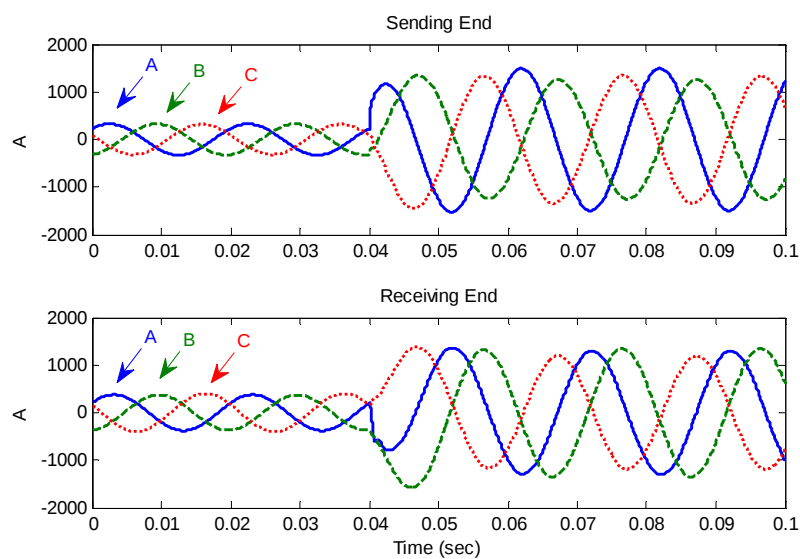
ภาพที่ 3.35 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุดกรณีแบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะทาง 60% และเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 80% ของสายส่งแบบใต้ดิน

จากภาพที่ 3.32 ถึง 3.35 เป็นการแสดงรูปของวงจรและสัญญาณที่ได้จากโปรแกรม EMTP/ATPDraw ซึ่งเป็นการแสดงกรณีการเกิดฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุดแบบสายส่งลัดวงจรระหว่างเฟสและแบบสายส่งลัดวงจรลงดินแบบ 1 เฟส ของสายส่งแบบใต้ดิน กระแสไฟฟ้าที่เกิดฟอลต์จะมีลักษณะเช่นเดียวกับการเกิดฟอลต์แบบจุดเดียวนำมารวมกันระหว่างการเกิดฟอลต์ระหว่างเฟสกับการเกิดฟอลต์ลงดิน 1 เฟส ตามภาพที่ 3.33 เป็นการเกิดฟอลต์สองจุดแบบพร้อมกันของภาพที่ 3.13 และ 3.17 และ ภาพที่ 3.35 เป็นการเกิดฟอลต์สองจุดแบบพร้อมกันของภาพที่ 3.15 และ 3.15 (อ้างอิงตามภาพ 3.12 – 3.19)

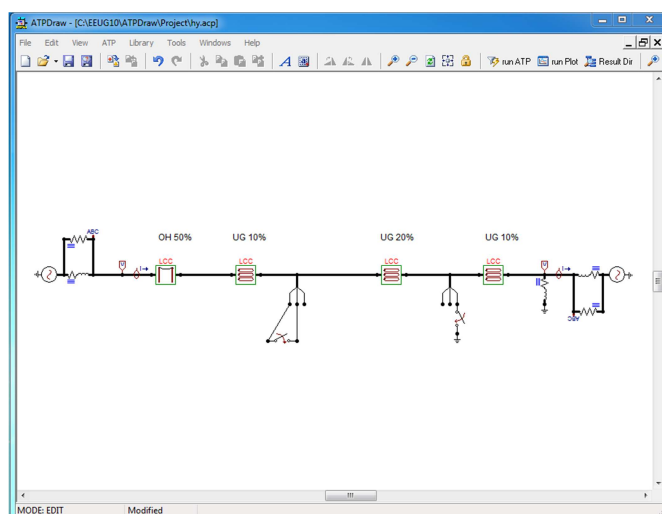
### สายส่งแบบผสม



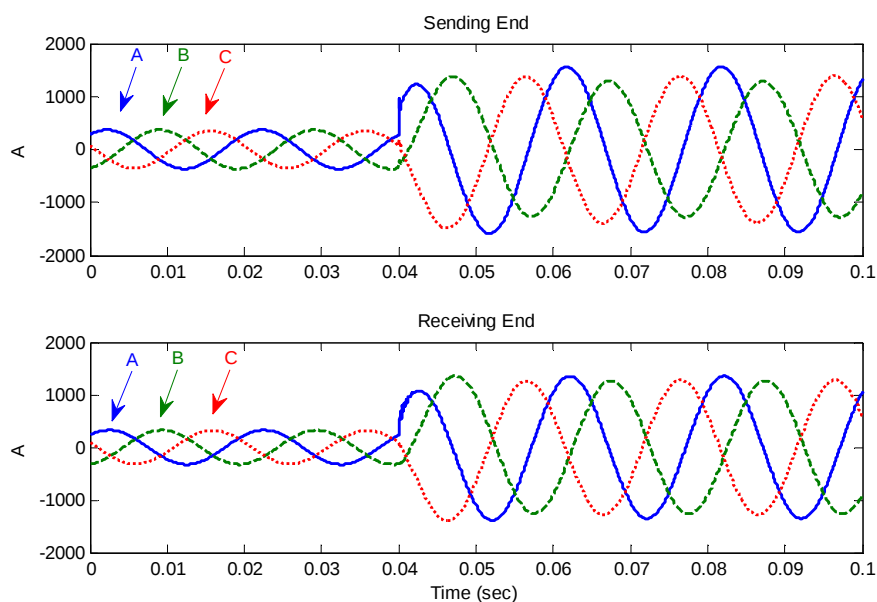
ภาพที่ 3.36 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุดกรณีแบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 20% และเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะทาง 40% ของสายส่งแบบผสม



ภาพที่ 3.37 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุดกรณีแบบเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 20% และเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะทาง 40% ของสายส่งแบบผสม



ภาพที่ 3.38 แสดงวงจรการจำลองฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุดกรณีแบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะทาง 60% และเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 80% ของสายส่งแบบผสม



ภาพที่ 3.39 สัญญาณการเกิดฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุดกรณีแบบเฟส b ลัดวงจรเฟส c (line to line fault) ที่ระยะทาง 60% และเฟส a ลัดวงจรลงดิน (single line to ground fault) ที่ระยะ 80% ของสายส่งแบบผสม

จากภาพที่ 3.36 ถึง 3.39 เป็นการแสดงรูปของวงจรและสัญญาณที่ได้จากโปรแกรม EMTP/ATPDraw ซึ่งเป็นการแสดงกรณีการเกิดฟอลต์แบบพร้อมกันสองจุดแบบสายส่งลัดวงจรระหว่างเฟสและแบบสายส่งลัดวงจรลงดินแบบ 1 เฟส ของสายส่งแบบผสม กระแสไฟฟ้าที่เกิดฟอลต์จะมีลักษณะเช่นเดียวกับการเกิดฟอลต์แบบจุดเดียวนำมารวมกันระหว่างเกิดการเกิดฟอลต์ระหว่างเฟสกับการเกิดฟอลต์ลงดิน 1 เฟส ตามภาพที่ 3.37 เป็นการเกิดฟอลต์สองจุดแบบพร้อมกันของภาพที่ 3.21 และ 3.25 และภาพที่ 3.39 เป็นการเกิดฟอลต์สองจุดแบบพร้อมกันของภาพที่ 3.23 และ 3.27 (อ้างอิงตามภาพ 3.20 – 3.27)

เมื่อได้ทำการจำลองระบบไฟฟ้าจนกระทั่งได้สัญญาณกระแสฟอลต์ของระบบไฟฟ้าโดยใช้เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าทั้งด้านส่ง (Sending End) และด้านรับ (Receiving End) จากโปรแกรม EMTP/ATPDraw แล้ว หลังจากนั้นจะนำสัญญาณกระแสไฟฟ้าที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการแปลงเวฟเล็ทเพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมของค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ทและสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการตรวจจับหรือการแบ่งแยกประเภทฟอลต์ต่อไป