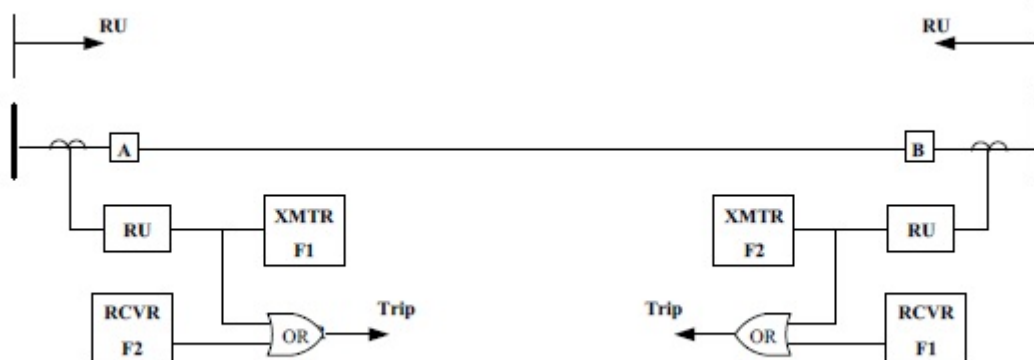


## การป้องกันสายส่งโดยวิธีการนำร่อง (Pilot Protection of Transmission Lines) ตอนที่ 3

### 3.4 Direct Underreaching Transferred Trip (DUTT) Scheme

ตรรกะอย่างง่ายสำหรับ Directional Underreaching Transferred Trip สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 Direct Underreaching Transfer Trip (DUTT) Scheme

- รูปแบบนี้จำเป็นต้องใช้ Tripping Function เป็นแบบ Underreach (RU) ซึ่งการปรับตั้งค่า การมองเห็นจะไม่เกินปลายอีกข้างหนึ่งของสาย (Remote Terminal) แต่ต้องซ้อนทับ (Overlap) กับ RU ของอีกฝั่งหนึ่ง เพื่อไม่ให้เกิดจุดบอด (Blind Spot) ขึ้น

- การสื่อสารจะใช้แบบ Frequency Shift Keying (FSK) โดยสถานะปกติจะส่งสัญญาณ GUARD ตลอดเวลา จนกระทั่งเมื่อ RU ทำงานจะมีการเปลี่ยนความถี่ของสัญญาณที่ออกมาจากตัวส่ง (XMTR) เป็นสัญญาณ Trip จากรูปที่ 20 เมื่อเกิด Fault ภายในบริเวณช่วงที่เหลื่อมกัน (Overlap) RU ของแต่ละฝั่งจะส่ง Trip Circuit Breaker โดยตรงและส่งสัญญาณไปยังตัวรับที่อยู่อีกข้างด้วย สำหรับ Fault ที่อยู่ใกล้ปลายข้างใดข้างหนึ่ง RU ที่อยู่ฝั่งใกล้ Fault จะส่ง Trip Circuit ของตัวมันเอง และส่งสัญญาณไปให้ตัวรับที่อยู่ อีกฝั่งเพื่อให้ Circuit Breaker ฝั่งใกล้ Fault Trip

#### ข้อดี และข้อเสีย

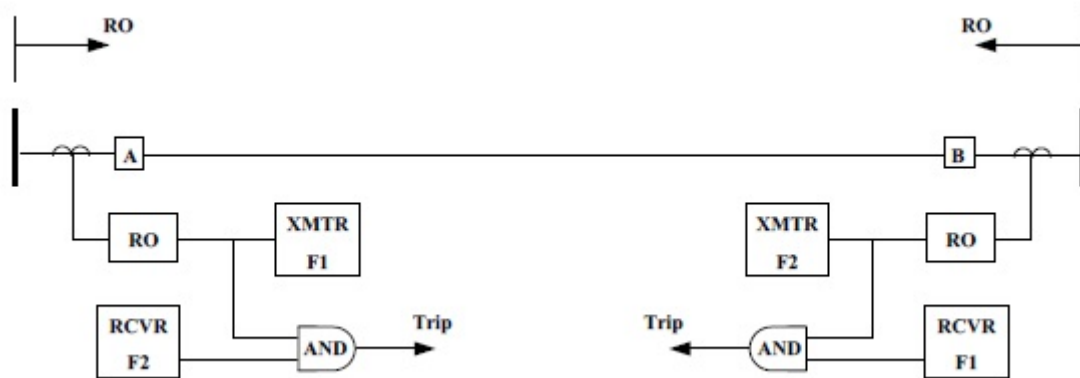
1. ระบบจะ Trip ด้วยความเร็วสูงถ้าเกิด Fault ที่อยู่ใกล้บริเวณป้องกัน
2. ถ้าระบบสื่อสารไม่ทำงานและเกิด Fault อยู่เฉพาะใน Zone ของ Underreaching ตัวใดตัวหนึ่ง ระบบจะไม่สามารถส่งสัญญาณไป Trip Circuit Breaker ตัวที่อยู่ปลายอีกข้างหนึ่งได้
3. ถ้าการสื่อสารในแต่ละข้างใช้ช่องสัญญาณเพียงช่องสัญญาณเดียว และเกิดมีสัญญาณ Output ออก มาจากระบบอาจเข้าใจผิดว่าเป็นสัญญาณ Trip วิธีแก้ไขคือให้แต่ละข้างใช้ช่องสัญญาณ 2 ช่อง และ นำมาผ่าน AND เพื่อให้เกิดความปลอดภัย และอาจปรับปรุงขึ้นไปอีกโดยเมื่อเวลาส่ง Trip ให้

ช่องสัญญาณหนึ่งเปลี่ยนความถี่เพิ่มขึ้นส่วนอีกช่องลดความถี่ลง

4. เนื่องจากไม่มี Overreaching Function จึงไม่สามารถมี Time-Delay Backup ได้
5. เนื่องจากมีการส่งสัญญาณ GUARD ตลอดเวลาจะนั้นจึงสามารถตรวจสอบการทำงานของระบบได้ตลอดเวลาได้โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์เพิ่มเติม

### 3.5 Permissive Overreaching Transferred Trip (POTT) Scheme

ตรรกะอย่างง่ายสำหรับ Permissive Overreaching Transferred Trip แสดงดังรูปที่ 21



รูปที่ 21 Permissive Overreaching Transferred Trip (POTT)

- รูปแบบนี้จำเป็นต้องใช้ Tripping Function เป็นแบบ Overreach (RO) ซึ่งจะต้องปรับค่าการมองเห็นให้เลยปลายอีกข้างหนึ่งของสาย (Remote Terminal) ออกไป

- การสื่อสารจะใช้แบบ Frequency Shift Keying (FSK) โดยแต่ละปลายสายจะทำงานที่ความถี่ต่างกัน ซึ่งจะตอบสนองเฉพาะสัญญาณจากอีกฝั่งหนึ่งเท่านั้น โดยปกติจะส่งสัญญาณ GUARD ตลอดเวลาและจะเปลี่ยนความถี่เมื่อ RO ทำงาน จากรูปที่ 21 เมื่อเกิด Fault ภายในสายส่ง RO ทั้งสองตัวจะทำงานโดยส่งสัญญาณให้แก่ขาบนของ Comparer พร้อมกันนั้นก็เปลี่ยนความถี่ของตัวส่ง (XMTR) ไปเป็นสัญญาณ Trip ซึ่งตัวรับ (RCVR) ที่อยู่อีกฝั่งหนึ่งของสายก็จะนำสัญญาณไปเปรียบเทียบ แล้วสร้างสัญญาณ Output ออกไปทำการ Trip Circuit Breaker

เมื่อเกิด Fault ภายนอกสายส่ง จะมี RO ตัวใดตัวหนึ่งที่ทำงานเท่านั้น ซึ่งเมื่อนา สัญญาณไปเปรียบเทียบกับ Comparator ก็จะไม่เกิด Output

### ข้อดีและข้อเสีย

1. ระบบมีความปลอดภัยเพราะมันจะไม่ Trip Fault ที่อยู่นอกสายส่งถึงแม้ระบบสื่อสารจะไม่ทำงาน แต่ความวางใจได้ (Dependability) จะมีน้อย เพราะถ้าระบบสื่อสารไม่ทำงานและเกิด Fault มันจะไม่ทำการ
2. ระบบจะไม่ทำการ Trip ถ้า Fault นั้นไม่เห็นจากปลายทั้งสองข้าง
3. สามารถนำ Time-Delay Backup มาใช้ได้เพราะระบบนี้ใช้ Overcurrent Function
4. เนื่องจากการส่งสัญญาณ GUARD ตลอดเวลาจะนั้นจึงสามารถตรวจสอบการทำงานของระบบได้ตลอดเวลาได้โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์เพิ่มเติม

### UNBLOCKING LOGIC

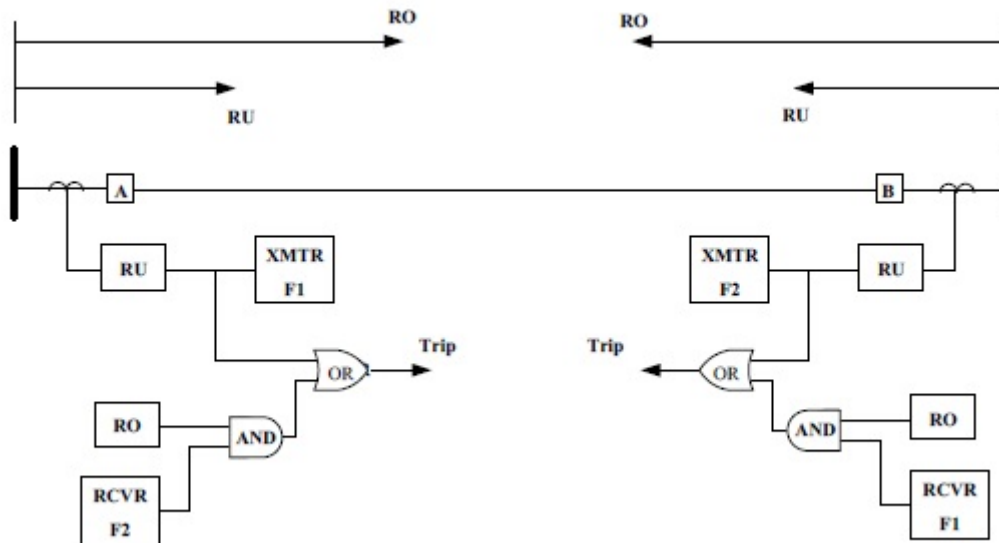
ถ้ามีการใช้สายส่งเป็นตัวกลางในการสื่อสารของระบบ POTT และเกิด Fault ขึ้นสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารอาจถูกกลดทอน เมื่อเป็นเช่นนี้ก็จะไม่มีสัญญาณไป Trip Circuit Breaker เพื่อที่จะแก้ปัญหานี้จะต้องมี Unblocking Logic ไว้ในตัวรับ ตัวรับจะประกอบด้วย Signal Level Detector, Spike Noise Detector และ Signals to Noise Ratio Detector เพื่อรวมกันเป็น Unblocking Logic เมื่อสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารเกิดลดทอน เช่น เกิด Fault ค่าของ Spike Noise จะต่ำ , ค่าของ Signals to Noise จะสูงแต่สัญญาณจะขาดหายไป เมื่อสัญญาณขาดหายไปตัว Unblocking Logic จะส่งสัญญาณ Trip จากตัวรับแทน

ถ้าสัญญาณขาดหายไปเนื่องจากการเกิด Fault แต่มี RO ตัวใดตัวหนึ่งจับ Fault ได้ การ Trip ก็เกิดขึ้นเมื่อ Unblocking Logic ส่งสัญญาณออกไป แต่ถ้าไม่มี RO ตัวใดตัวหนึ่งจับ Fault ได้ระบบจะทำการ Lock ตัวเองจนกว่าจะได้รับสัญญาณ Guard หรือ Trip อีกครั้ง

ถ้าสัญญาณขาดหายไปเนื่องจาก Spike Noise หรือ Signals to Noise Ratio มีค่าต่ำ หรือระบบได้รับสัญญาณ Guard และ Trip พร้อมกัน ระบบจะทำการ Lock ตัวเองจนกว่าสภาพปกติจะกลับคืนมา ในระหว่างนี้จะไม่มี การ Trip เกิดขึ้นแม้ว่าจะมี RO ตัวใดตัวหนึ่งทำงาน

### 3.6 Permissive Underreaching Transferred Trip (PUTT) Scheme

ตรรกะอย่างง่ายสำหรับ Permissive Overreaching Transferred Trip สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 22



รูปที่ 22 Permissive Underreaching Transferred Trip (PUTT)

- รูปแบบนี้จำเป็นต้องใช้ Tripping Function 2 ชนิดได้แก่

1. Underreaching Function (RU) ซึ่งต้องปรับตั้งไม่ให้ถึงปลายอีกข้างหนึ่ง แต่ต้องเหลื่อมกับ RU ที่อยู่อีกฝั่งหนึ่ง
2. Overreaching Function (RO) ต้องปรับตั้งให้เลยปลายอีกข้างหนึ่งของสาย

- การสื่อสารจะใช้แบบ Frequency Shift Keying (FSK) โดยสถานะปกติจะส่งสัญญาณ GUARD ตลอดเวลา จนกระทั่งเมื่อ RU ทำงานก็จะมี การเปลี่ยนแปลงความถี่ของสัญญาณที่ออกมาจากตัวส่ง (XMTR) เป็นสัญญาณ Trip

จากรูปที่ 22 เมื่อเกิด Fault ภายในบริเวณช่วงที่ Overlap ของ RU ก็จะเกิดการ Trip โดยตรงของรีเลย์ ทั้งสองข้าง เมื่อเกิด Fault ภายในสายส่งแต่อยู่นอกบริเวณ Overlap ของ RU ฝั่ง 10-23 โกล Fault จะทำงานและส่ง Trip Circuit Breaker ข้างนั้น พร้อมกับส่งสัญญาณผ่านตัวส่งไปเปรียบเทียบกับ Compare ฝั่งโกล Fault ซึ่ง RO ฝั่งโกล Fault สามารถตรวจจับ Fault ได้ และสร้างสัญญาณ Trip Circuit Breaker ที่ปลายฝั่งโกล Fault

เมื่อเกิด Fault นอกส่วนป้องกัน (External Fault) RO ที่อยู่ปลายฝั่งตรงข้ามก็จะทำงาน แต่ตัวรับ (RCVR) จะไม่มีสัญญาณที่ส่งเข้ามาจาก RU ฝั่งเกิด Fault ทำให้เมื่อเปรียบเทียบกับ Comparer แล้วไม่มีสัญญาณ Output ออกมา

### ข้อดีและข้อเสีย

1. ระบบนี้จะ Trip อย่างรวดเร็วถ้ามีสัญญาณที่ Fault ส่งเข้ามาแรง แต่จะไม่ Trip ถ้าสัญญาณที่ส่งเข้ามาอ่อน
2. ระบบมีความปลอดภัยเพราะมันจะไม่ Trip Fault ที่อยู่นอกสายส่งถึงแม้ระบบสื่อสารจะไม่ทำงาน แต่ระบบไม่มีความน่าเชื่อถือเพราะถ้าระบบสื่อสารไม่ทำงานและเกิด Fault ที่ปลายข้างใดข้างหนึ่งมันจะไม่สามารถ Trip ได้ในทันทีทันใด
3. สามารถนำ Time-Delay Backup มาใช้ได้เพราะระบบนี้ใช้ Overcurrent Function
4. เนื่องจากการส่งสัญญาณ GUARD ตลอดเวลาฉะนั้นจึงสามารถตรวจสอบการทำงานของระบบได้ตลอดเวลาได้โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์เพิ่มเติม

### 3.7 Current Difference Scheme

ในระบบ Current Difference Scheme ข้อมูลที่ใช้จะเกี่ยวข้องกับขนาดและเฟสของกระแส ซึ่งจะถูกส่งจากปลายแต่ละด้านของสายส่งมาเปรียบเทียบกัน

- ถ้ากระแสทั้งสองด้านไม่เท่ากัน (ทั้งเฟสและขนาด) แสดงว่าเกิด Fault ภายใน Zone ป้องกัน
- ถ้ากระแสทั้งสองด้านเท่ากัน (ทั้งเฟสและขนาด) แสดงว่าไม่เกิด Fault ภายใน Zone ป้องกัน โดยมี 2 แบบคือ

1. Conventional Current Differential Protection
2. Digital Current Differential Protection