

กรณีศึกษา - CASE STUDY

แท่นพิมพ์ชำรุดเสียหายจากแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ

DAMAGED PRINTING PRESS CAUSED BY VOLTAGE DIP

ABSTRACT

A PRINTING HOUSE HAD AN IMPACT FROM VOLTAGE DIP CAUSED BY SHORT CIRCUIT IN NEIGHBORING FEEDERS. THIS IMPACT INTERRUPTED PRINTING PROCESS, AND IN SEVERE CASES IT MIGHT DAMAGE A PRINTING PRESS. THE CAUSE OF DAMAGES WAS MAINLY DUE TO A PRESS CONTROL CIRCUIT WHICH DELAYED SENDING A STOP SIGNAL TO THE PRINTING PRESS WHEN VOLTAGE DIP OCCURRED. SUBSEQUENTLY, HIGH INRUSH CURRENT FLEW THROUGH THE PRINTING PRESS FOR A LONG PERIOD AND BROKE DOWN THE PRINTING PRESS. THE SOLUTION COULD BE DONE BY ADJUSTING THE PRESS CONTROL CIRCUIT TO IMMEDIATELY SEND STOP COMMAND (WITH NO TIME DELAY) WHEN VOLTAGE DIP OCCURRED. THIS ADJUSTMENT WOULD REDUCE THE MAGNITUDE AND DURATION OF INRUSH CURRENT FLOWING THROUGH THE PRINTING PRESS PREVENTING ANY DAMAGE.

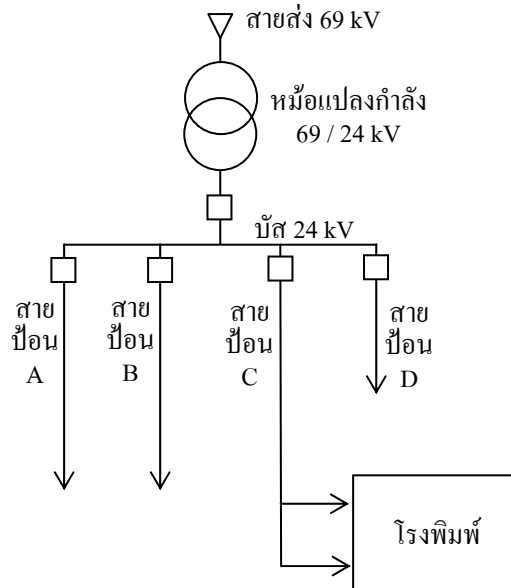
บทคัดย่อ

โรงพิมพ์ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะอันเกิดจากการเกิดลัดวงจรในสายป้อนข้างเคียงกับสายป้อนที่จ่ายไฟให้โรงพิมพ์ ส่งผลให้กระบวนการพิมพ์หยุดชะงักและในกรณีที่รุนแรงอาจทำให้แท่นพิมพ์ชำรุดเสียหายด้วย สาเหตุที่แท่นพิมพ์เสียหายเกิดจากระบบควบคุมการทำงานของแท่นพิมพ์สั่งหยุดการทำงานของแท่นพิมพ์ช้าเกินไปเมื่อเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ เป็นเหตุให้มี Inrush Current ปริมาณสูงไหลผ่านอุปกรณ์แท่นพิมพ์เป็นเวลานานทำให้แท่นพิมพ์ชำรุดเสียหาย การแก้ปัญหาสามารถทำได้โดยการปรับตั้งระบบควบคุมแท่นพิมพ์ให้หยุดการทำงานของแท่นพิมพ์ทันทีโดยไม่มี การหน่วงเวลาเมื่อเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ เพื่อลดปริมาณและระยะเวลาของ Inrush Current ที่ไหลผ่านอุปกรณ์แท่นพิมพ์อันเป็นการป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับแท่นพิมพ์

1. ข้อมูลเบื้องต้น

โรงพิมพ์แห่งหนึ่งซึ่งรับไฟจากการไฟฟ้านครหลวงในระบบสายป้อนที่ระดับแรงดัน 24 kV ได้ประสบปัญหาไฟฟ้าขัดข้องจากระบบไฟฟ้าภายนอก ส่งผลกระทบต่อกระบวนการพิมพ์ของโรงพิมพ์ โรงพิมพ์แห่งนี้รับไฟจากสายป้อน C โดยมีสายป้อนข้างเคียงที่รับไฟจากหม้อแปลงกำลังในสถานีย่อยลูกเดียวกันอีก 3 สายป้อนคือ A, B และ D ดังแสดงในรูปที่ 1

สถิติเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องภายในโรงพิมพ์เปรียบเทียบกับสถิติการเกิดลัดวงจรในสายป้อนของการไฟฟ้านครหลวงแสดงในตารางที่ 1 จากข้อมูลในตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องภายในโรงพิมพ์ไม่เป็นผลมาจากเหตุการณ์ไฟฟ้าดับ เพราะในเวลาดังกล่าวไม่ได้เกิดเหตุการณ์ลัดวงจรในสายป้อนที่จ่ายไฟให้กับโรงพิมพ์โดยตรง (สายป้อน C) แต่เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องภายในโรงพิมพ์สอดคล้องกับเหตุการณ์ลัดวงจรในสายป้อนข้างเคียง



รูปที่ 1 สถานีย่อยและระบบสายป้อน 24 kV ที่จ่ายไฟให้กับโรงพิมพ์

ตารางที่ 1 สถิติไฟฟ้าขัดข้องภายในโรงพิมพ์
เปรียบเทียบกับเกิดการเกิดลัดวงจรในสายป้อนของการไฟฟ้านครหลวง

ลำดับ	วันเวลาที่เกิดเหตุการณ์	ผลกระทบต่อโรงพิมพ์	เหตุการณ์ลัดวงจรในสายป้อน
1	13 มี.ค. 48 เวลา 23:40	แท่นพิมพ์หยุดทำงาน	สายป้อน A
2	29 มี.ค. 48 เวลา 05:34	แท่นพิมพ์หยุดทำงาน	สายป้อน B
3	21 เม.ย. 48 เวลา 02:18	แท่นพิมพ์ชำรุดเสียหาย	สายป้อน A
4	17 พ.ค. 48 เวลา 00:38	แท่นพิมพ์หยุดทำงาน	สายป้อน D
5	1 มิ.ย. 48 เวลา 04:21	แท่นพิมพ์หยุดทำงาน	สายป้อน B
6	30 มิ.ย. 48 เวลา 03:01	แท่นพิมพ์หยุดทำงาน	สายป้อน A

2. ปัญหาและผลกระทบ

จากการสอบถามเจ้าหน้าที่ของโรงพิมพ์พบว่า ปัญหาไฟฟ้าดับภายในโรงพิมพ์เกิดขึ้นน้อยครั้งมาก แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งคือเหตุการณ์ในลักษณะไฟกะพริบ สังกัดได้จากหลอดแสงสว่างไม่ดับแต่เกิดการกะพริบในช่วงเวลาสั้นๆ ซึ่งเมื่อเกิดขึ้นจะทำให้แท่นพิมพ์หยุดทำงานส่งผลให้หนังสือพิมพ์ที่อยู่ระหว่างการ

พื้มพ์เสียหาย และในบางครั้งส่งผลทำให้อุปกรณ์ในแทนพื้มพ์ชำรุดเสียหายด้วย ซึ่งในกรณีนี้จะส่งผลกระทบต่อโรงพื้มพ์เป็นอย่างมากเนื่องจากทำให้กระบวนการพื้มพ์ต้องหยุดชะงักเป็นเวลานาน

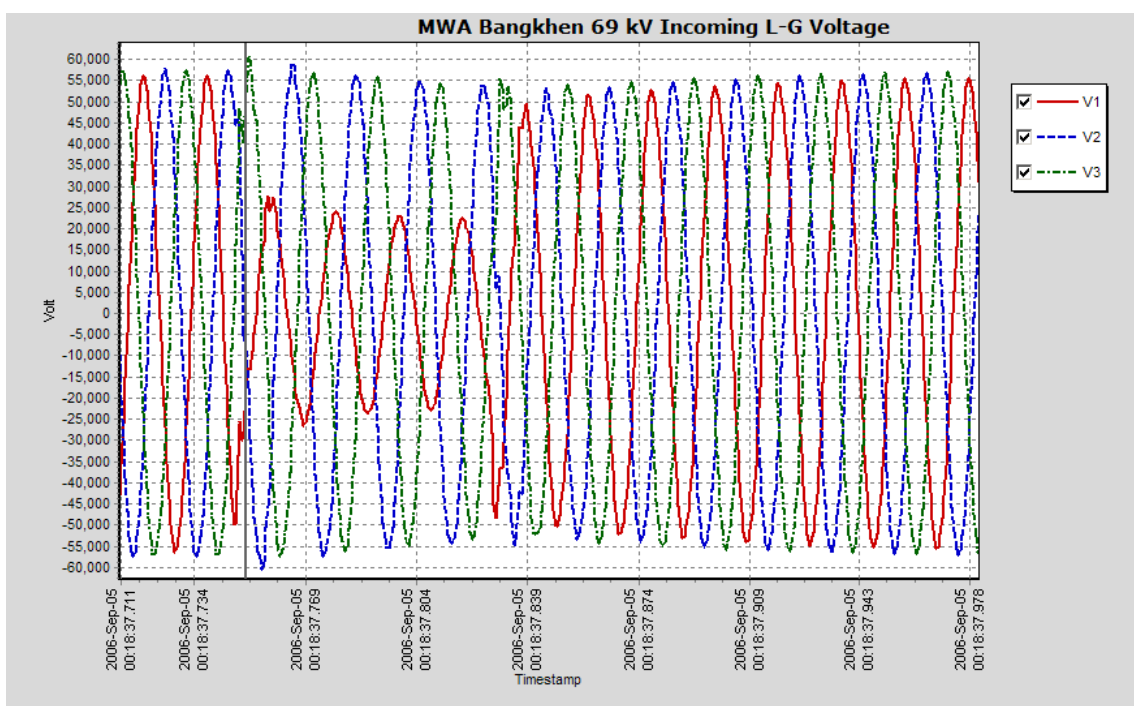
เจ้าหน้าที่ของโรงพื้มพ์ให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่า ส่วนที่ชำรุดเสียหายภายในแทนพื้มพ์เกิดขึ้นที่ Thyristor ซึ่งอยู่ภายในชุดขับเคลื่อนมอเตอร์แทนพื้มพ์แบบ DC Drive ซึ่งเป็นภาคกำลังของอุปกรณ์ สำหรับส่วนระบบควบคุมแทนพื้มพ์ เจ้าหน้าที่ได้ปรับตั้งค่าการทำงานให้ระบบควบคุมหยุดการทำงานของแทนพื้มพ์ หากตรวจสอบพบว่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้แทนพื้มพ์มีค่าเกินกว่า $\pm 10\%$ ของระดับแรงดันพื้มพ์โดยให้รอหนึ่งเวลาไว้ 100 มิลลิวินาที

ในกรณีที่เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องทำให้แทนพื้มพ์หยุดทำงานแต่ไม่ชำรุดเสียหายนั้น ผลกระทบจะมีไม่มากคือทำให้หนังสือพื้มพ์ที่อยู่ระหว่างการพื้มพ์บางส่วนเสียหาย และใช้เวลาในการ Restore ระบบกลับมาประมาณ 10 นาที แต่หากเป็นกรณีที่เหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องทำให้แทนพื้มพ์ชำรุดเสียหายจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อโรงพื้มพ์เป็นอย่างมาก เพราะนอกจากจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมแทนพื้มพ์ที่ชำรุดแล้วยังมีความเสี่ยงที่จะไม่สามารถพื้มพ์หนังสือพื้มพ์ได้ทันซึ่งเป็นสิ่งที่โรงพื้มพ์ยอมรับไม่ได้

3. มูลค่าความเสียหาย

หากปัญหาไฟฟ้าขัดข้องที่เกิดขึ้นไม่ได้สร้างความเสียหายให้กับแทนพื้มพ์ เพียงแต่ทำให้แทนพื้มพ์หยุดทำงาน กรณีนี้ความเสียหายจะมีไม่มากนัก คือจะมีหนังสือพื้มพ์บางส่วนที่อยู่ระหว่างการพื้มพ์เสียหาย ซึ่งคิดเป็นมูลค่าประมาณ 2,000 บาทต่อเหตุการณ์ แต่หากเหตุการณ์ไฟฟ้าขัดข้องทำให้แทนพื้มพ์ชำรุดเสียหาย กรณีนี้มูลค่าความเสียหายจะเพิ่มเป็นประมาณ 50,000 บาทต่อเหตุการณ์ ซึ่งยังไม่รวมความเสียหายที่เกิดจากการพื้มพ์หนังสือส่งไม่ทันตามกำหนดอีก

4. สาเหตุของปัญหา



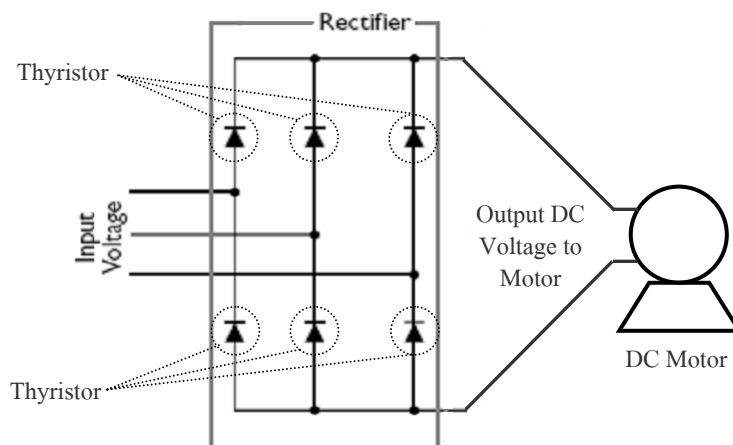
รูปที่ 2 รูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะในระบบสายส่ง 69 kV ที่ส่งผลให้แทนพิมพ์ชำรุดเสียหาย

ปัญหาไฟฟ้าขัดข้องภายในโรงพิมพ์ที่มีลักษณะคล้ายไฟกะพริบแท้จริงแล้วคือเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ (Voltage Dip) ซึ่งมีสาเหตุมาจากการเกิดลัดวงจรในระบบไฟฟ้าข้างเคียง ในกรณีนี้คือการเกิดลัดวงจรในสายป้อน A, B หรือ D ส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโรงพิมพ์มีค่าลดลงต่ำกว่าระดับปกติในช่วงเวลาสั้นๆ (ทั่วไปน้อยกว่า 0.1 วินาที)

เหตุที่แรงดันไฟฟ้ามีค่าลดลงต่ำกว่าปกติในช่วงที่เกิดลัดวงจรเป็นเพราะกระแสลัดวงจรซึ่งมีขนาดสูงกว่ากระแสโหลดปกติมากเมื่อไหลผ่านอิมพีแดนซ์ระบบ (อันได้แก่ อิมพีแดนซ์ของบัสบาร์ หม้อแปลงกำลัง และสายส่ง) ทำให้เกิดแรงดันตก (Voltage Drop) ในอิมพีแดนซ์ระบบเป็นปริมาณสูงกว่าปกติ ส่งผลให้แรงดันที่เหลือไปจ่ายโหลดมีค่าลดต่ำกว่าปกติเช่นกัน สำหรับช่วงเวลาของเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะก็คือช่วงเวลาทั้งหมดที่อุปกรณ์ป้องกันในสถานีย่อยอันได้แก่ Circuit Breaker และ Protection Relay ใช้ในการทำงานเพื่อปลดวงจรออกหลังเกิดเหตุการณ์ลัดวงจรซึ่งทั่วไปมีค่าไม่เกิน 0.1 วินาที ตัวอย่างรูปคลื่นของเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ (ในระบบสายส่ง 69 kV ซึ่งจ่ายไฟให้สถานีไฟฟ้าย่อยซึ่งจ่ายไฟให้กับโรงพิมพ์อีกที) ที่ส่งผลให้แทนพิมพ์ชำรุดเสียหายแสดงในรูปที่ 2

5. การวิเคราะห์ปัญหา

พิจารณาจากวงจรของชุด DC Drive และ DC Motor ดังแสดงในรูปที่ 3 เมื่อเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะขึ้นจะทำให้แรงดัน DC Output Voltage ที่จ่ายให้กับ DC Motor มีค่าลดต่ำลง ต่อมาเมื่อเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะผ่านไปและแรงดัน Input Voltage ที่จ่ายให้กับชุด Rectifier กลับเข้าสู่ภาวะปกติ จะทำให้เกิดความแตกต่างของแรงดันตกคร่อมตัว Thyristor ซึ่งจะมีค่าน้อยเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความรุนแรงของเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ หากเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะรุนแรงมาก (แรงดันลดลงไปมาก) แรงดันที่ตกคร่อมตัว Thyristor ก็จะมีค่าสูง แรงดันที่ตกคร่อม Thyristor นี้จะทำให้เกิดกระแส Inrush ปริมาณมากไหลผ่าน Thyristor



รูปที่ 3 Circuit Diagram ของ DC Drive และ DC Motor

เนื่องจากการตั้งค่าการทำงานเดิมของระบบควบคุมแทนพิมพ์ ระบบควบคุมต้องรอหน่วงเวลาเป็นเวลา 100 มิลลิวินาทีหลังเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ ก่อนที่จะปลดวงจรของแทนพิมพ์ออกได้ จึงทำให้มีกระแส Inrush ไหลผ่าน Thyristor เป็นเวลาถึง 100 มิลลิวินาที ซึ่งหากกระแส Inrush นี้มีปริมาณสูงพอ ก็เป็นเหตุทำให้ Thyristor เกิดการชำรุดเสียหายเนื่องจากกระแสเกินได้

6. แนวทางการแก้ปัญหา

ในกรณีแทนพิมพ์นี้ หากต้องการแก้ปัญหาให้ได้โดยสมบูรณ์ นั่นคือเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ ต้องไม่ส่งผลกระทบต่อทำให้แทนพิมพ์ชำรุดเสียหายหรือแม้แต่หยุดการทำงาน จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ชดเชยแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ (Sag Compensator) หรือ UPS (Uninterruptible Power Supply) ให้กับชุดแทนพิมพ์ทั้งหมด เพื่อให้แทนพิมพ์ได้รับแรงดันไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องตลอดเวลา แต่วิธีการนี้ต้องใช้งบลงทุนสูงมากเนื่องจากอุปกรณ์แก้ปัญหาเหล่านี้มีราคาแพง

อย่างไรก็ตามสำหรับกระบวนการทำงานของโรงพิมพ์ ผลกระทบที่เกิดจากการที่แทนพิมพ์ต้องหยุดการทำงาน โดยยังไม่ชำรุดเสียหาย มีน้อยกว่าผลกระทบจากที่แทนพิมพ์ต้องชำรุดเสียหายเนื่องจากปลดตัวเองออกเข้าเกินไปเมื่อเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ ทั้งนี้เนื่องจากกรณีที่แทนพิมพ์หยุดการทำงาน โดยไม่ชำรุดเสียหาย เจ้าหน้าที่ของโรงพิมพ์สามารถ Restore ระบบกลับ มาได้ภายในเวลา 10 นาทีซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการพิมพ์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ดังนั้นในกรณีนี้จึงสามารถแก้ปัญหาโดยปรับตั้งค่าการทำงานของโปรแกรมควบคุมแทนพิมพ์ให้สั่งหยุดการทำงานของแทนพิมพ์โดยทันทีหากแรงดันเปลี่ยนแปลงมีค่าเกินกว่า $\pm 10\%$ โดยไม่มีการหน่วงเวลาเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับ Thyristor ภายในชุดแทนพิมพ์ อันเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายแต่อย่างใดแต่สามารถลดความเสี่ยงที่แทนพิมพ์จะชำรุดเสียหายลงได้มาก

7. ค่าใช้จ่ายในการแก้ปัญหา

หากต้องการแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์โดยติดตั้ง Sag Compensator หรือ UPS (Uninterruptible Power Supply) สำรองพลังงานให้กับแทนพิมพ์ทั้งหมดในโรงพิมพ์ จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในหลักหลายสิบล้านบาท โดยขึ้นอยู่กับขนาดและจำนวนแทนพิมพ์ แต่หากเลือกใช้แนวทางแก้ปัญหาโดยการปรับตั้งค่าหน่วงเวลาของแทนพิมพ์ กรณีนี้ไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆแต่อาจไม่สามารถป้องกันผลกระทบที่เกิดจากแทนพิมพ์หยุดทำงานได้

8. สรุป

ปัญหาแทนพิมพ์ชำรุดมีสาเหตุมาจากสภาวะกระแสเกิน เนื่องจากมีกระแส Inrush ปริมาณสูงไหลผ่านแทนพิมพ์ ภายหลังจากเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ ซึ่งเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะนี้มีสาเหตุมาจากการเกิดลัดวงจรในระบบไฟฟ้าภายนอก การแก้ปัญหาสามารถทำได้โดยการปรับตั้งค่าการทำงานจากระบบควบคุมแทนพิมพ์ให้ปลดวงจรออกทันทีเมื่อเกิดเหตุการณ์แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะโดยไม่รอหน่วง

เวลา เพื่อลดระยะเวลาที่กระแส Inrush ไหลผ่านแท่นพิมพ์ให้เหลือสั้นที่สุด การแก้ปัญหาวิธีนี้แม้จะไม่ได้ช่วยป้องกันไม่ให้แท่นพิมพ์หยุดการทำงานเมื่อเกิดแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ แต่สามารถป้องกันมิให้แท่นพิมพ์ชำรุดเสียหายได้ เมื่อพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายที่ไม่ต้องเสียอะไรเลยและผลกระทบเพียงเล็กน้อยกรณีแท่นพิมพ์หยุดทำงานโดยไม่ชำรุดเสียหายแล้ว การแก้ปัญหาวิธีนี้จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สุด