

การติดตั้งสายดินทำให้ปลอดภัยจากกระแสไฟฟ้ารั่วได้จริงหรือไม่ ?

ผู้เขียน ชาญวิทย์ ครัวแก้ว ผู้อำนวยการกองควบคุมและบริการเทคนิคการไฟฟ้านครหลวง

รัชชาย บุญจันทร์ นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทนำ

ท่านผู้อ่านเคยทราบหรือไม่ว่า สาเหตุหนึ่งของการเสียชีวิตที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าโดยส่วนใหญ่ นั้นเกิดมาจากไฟฟ้ารั่ว คำว่า “ไฟฟ้ารั่ว” นั้นคืออะไร ? เคยตั้งคำถามนี้บ้างหรือไม่ “ไฟฟ้ารั่ว” หมายถึงสายไฟฟ้าเส้นที่มีไฟจะไหลไปสู่ส่วนที่เป็นโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้าถ้า ไม่มีสายดินก็จะทำให้ได้รับอันตรายแต่ถ้ามีสายดินก็จะทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหล อยู่ นั้นไหลลงดินแทน ท่านเชื่อกับคำกล่าวนี้หรือไม่ ?

“อันตรายถึงชีวิตถ้าไม่ติดตั้งสายดิน” คำเตือนประโยคนี้ท่านอาจเคยเห็นตามอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เช่น ตู้เย็น เครื่องทำน้ำอุ่น ฯลฯ ท่านเคยคิดเกี่ยวกับประโยคนี้หรือไม่ ?

- สายดินคืออะไร ?
- การติดตั้งสายดินเป็นอย่างไร ?
- เมื่อติดตั้งสายดินแล้วสามารถป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่ว จริงหรือไม่ ?

ผู้เขียนขอแจ้งว่า “ถึงแม้จะมีการติดตั้งสายดินที่มีค่าความต้านทานของดิน (Grounds Resistance) ตามมาตรฐานของการไฟฟ้า ก็สามารถเกิดอันตรายต่อชีวิตเนื่องจากไฟฟ้ารั่วที่อุปกรณ์ไฟฟ้าได้เหมือนกัน”

ในบทความนี้จะอธิบายหลักการทางวิชาการและการทดลองดังนี้

1. แสดงการทดลองว่าเมื่อเกิดไฟฟ้ารั่วที่อุปกรณ์ไฟฟ้า (เครื่องซักผ้า) หากผู้ใช้งานไปสัมผัสตรงจุดที่ไฟฟ้ารั่วจะ ได้รับอันตราย ถึงแม้ว่าจะมีการติดตั้งสายดิน
2. เปรียบเทียบผลการทดลองไฟฟ้ารั่วและผลของความรุนแรงของการได้รับอันตรายต่อชีวิตจากกระแสไฟฟ้ารั่วในกรณีที่มีค่าความต้านทานดินมากกว่ามาตรฐานกับได้มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
3. อธิบายทฤษฎีสาเหตุการได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่วที่อุปกรณ์
4. การลดความรุนแรงและการป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่วที่อุปกรณ์

โดยในบทความนี้พยายามเขียนเพื่อสื่อให้เข้าใจได้โดยง่ายสำหรับผู้ที่มีความรู้และผู้ที่ไม่มี
ความรู้ทางวิศวกรรมไฟฟ้า โดยจะแบ่งเนื้อหาเป็นสองส่วน ส่วนแรกเหมาะสำหรับบุคคล
ทั่วไปส่วนที่สองเหมาะสำหรับผู้ที่มีพื้นฐานทางวิศวกรรมไฟฟ้า

1. แสดงการทดลองว่าเมื่อเกิดไฟฟ้ารั่วที่อุปกรณ์ไฟฟ้า (เครื่องซักผ้า) หากผู้ใช้งานไปสัมผัสตรงจุดที่ไฟฟ้ารั่วจะได้รับ
อันตราย ถึงแม้ว่าจะมีการติดตั้งสายดิน โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1.1. กำหนดให้ค่าความต้านทานดินน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 โอห์ม ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศ
ไทย พ.ศ. 2545 ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ หน้า 4-16

1.1.1 โดยหลักดินมีระยะห่างจากอุปกรณ์ 10 เมตร

1.1.2 โดยหลักดินมีระยะห่างจากอุปกรณ์ 1 เมตร

1.2. กำหนดให้ค่า ความต้านทานดินมากกว่า 5 โอห์ม

ในการทดลองที่ 1.1.1 ปีกหลักดินมีความต้านทานดิน 4.74 โอห์ม ห่างจากตัวถังซักผ้าเป็นระยะ 10 เมตร ดังรูป

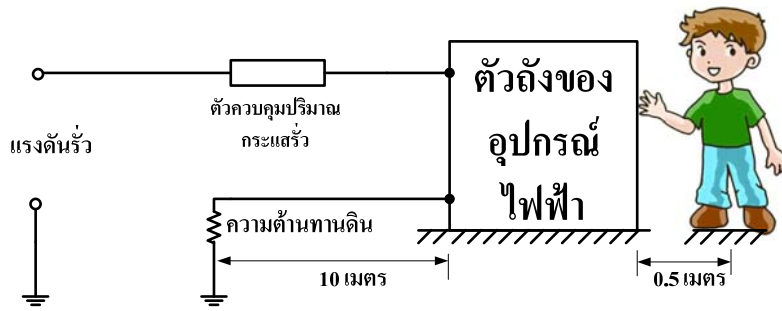


หลังจากที่ทำให้ความต้านทานดินได้ตามมาตรฐานแล้วได้จำลองการเกิดไฟรั่ว โดยที่เครื่องซักผ้า มีไฟฟ้ารั่วที่
ตัวถังและเครื่องซักผ้ามีสายดินต่ออยู่ เมื่อคนไปสัมผัสที่ตัวถังของเครื่องซักผ้าจะถูกไฟดูดหรือไม่ ?

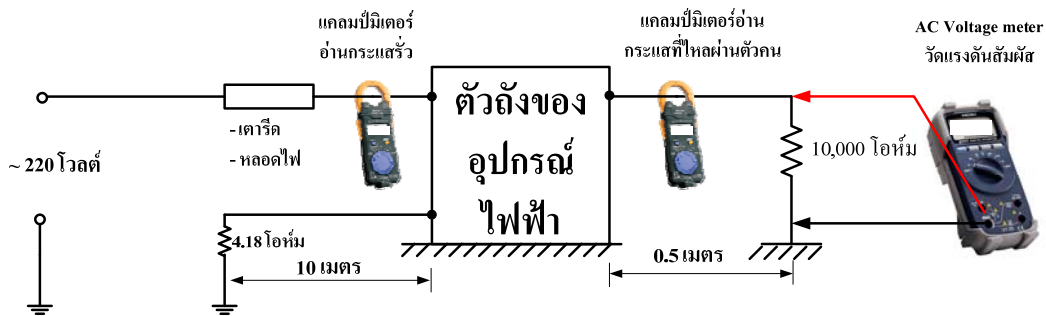
จากการตั้งสมมติฐานนี้เกณฑ์ที่ใช้ตัดสินว่าคนจะถูกไฟดูดหรือไม่ขึ้นอยู่กับกระแสที่ไหลผ่านตัวคนนั่นเอง ซึ่งการวิจัยจาก
ประเทศสหรัฐอเมริกาตารางที่ 1 ตามเอกสารแนบในส่วนท้ายได้กล่าวผลของกระแสไฟฟ้าต่อร่างกายมนุษย์

จากตารางที่ 1 ค่ากระแสที่ร่างกายเริ่มรู้สึกถูกไฟฟ้าดูดมีค่าตั้งแต่ 1.1 มิลลิแอมป์

การจำลองวงจรไฟรั่วดังรูป(สำหรับรูปถ่ายในสถานที่จริงสามารถดูได้ตามเอกสารแนบ)



รูปที่ 1 เป็นรูปจำลองการทดลองไฟฟ้ารั่วลงดิน



รูปที่ 2 แสดงวงจรที่ใช้ในการทดลองไฟฟ้ารั่วลงดิน

จากวงจรได้ทำการตั้งเงื่อนไขในการทดลองดังนี้

1. กำหนดให้พื้นเป็นพื้นเปียก
2. ระยะที่เครื่องชั๊กไฟฟ้าห่างจากตัวคนเท่ากับ 0.5 เมตรเพื่อให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง
3. ในความเป็นจริงแล้วค่าความต้านทานของคนมีความไม่แน่นอน ขึ้นกับองค์ประกอบมากมาย เช่น น้ำหนักตัว อุณหภูมิ ลักษณะท่าทาง สรีระร่างกาย เป็นต้น ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 1000 โอห์ม – 1 เมกะโอห์ม ตามข้อมูลที่ 2 ในเอกสารแนบแสดงค่าความต้านทานของมนุษย์ในสถานะต่างๆ

ในที่นี้เลือกใช้ค่าความต้าน 10,000 โอห์ม ด้วยเหตุผลที่ว่า เป็นค่าที่กลางๆ ที่ไม่น้อยหรือมากเกินไป

4. ในการทดลองได้ทำให้มีกระแสรั่ว 3 แบบ ได้แก่

กรณีที่ 1 ใช้เตารีด 2 ตัว เพื่อทำให้เกิด กระแสรั่ว 8.0 แอมป์ จะเกิดแรงดันสัมผัสตัวคน (Touch Voltage) 26.5 โวลต์และเกิดกระแสไหลผ่านตัวคน 2.5 มิลลิแอมป์

กรณีที่ 2 ใช้เตารีด 1 ตัว เพื่อทำให้เกิดกระแสรั่ว 4.3 แอมป์ เกิดแรงดันสัมผัสตัวคน (Touch Voltage) 14.3 โวลต์ และเกิดกระแสไหลผ่านตัวคน 1.2 มิลลิแอมป์

กรณีที่ 3 ใช้หลอดไส้ 1 หลอด เพื่อทำให้เกิด กระแสรั่ว 0.4 แอมป์ เกิดแรงดันสัมผัสตัวคน (Touch Voltage) 1.4 โวลต์ และเกิดกระแสไหลผ่านตัวคน 0.1 มิลลิแอมป์

สรุปได้ว่า กรณีที่ 1 กับกรณีที่ 2 มีไฟฟ้ารั่วที่อุปกรณ์ในระดับสูงและปานกลาง คนจะถูกไฟดูด เพราะมีกระแสไหลผ่านตัวคน มากกว่า 1.1 มิลลิแอมป์ ส่วนในกรณีที่ 3 มีไฟฟ้ารั่วที่อุปกรณ์ในระดับต่ำ คนจะรู้สึกวูบไฟฟ้าดูด และจากการสัมผัสบริเวณไฟฟ้ารั่วจริงด้วยผู้เขียน ผลที่ได้สอดคล้องกับผลการทดลอง

ในการทดลองที่ 1.1.2 (เป็นการจำลองว่าท่านกำลังเข้าไปอาบน้ำ) กล่าวคือ ในห้องน้ำจริงเครื่องทำน้ำอุ่นดังกล่าวมีหลักดินที่ห่างจากตัวถังเครื่องทำน้ำอุ่นเป็นระยะ 1 เมตร วัดความต้านทานดินได้ 3.90 โอห์ม ดังรูป



ผู้เขียนได้ทดลองตามกรณีเช่นเดิมโดยใช้ความต้านทานคน 10,000 โอห์ม ได้ผลการทดลองดังนี้

กรณีที่ 1 ใช้เตารีด 2 ตัว เพื่อทำให้เกิด กระแสรั่ว 8.2 แอมป์ เกิดแรงดันสัมผัส (Touch Voltage) 22.2 โวลต์ และเกิดกระแสไหลผ่านตัวคน 2.0 มิลลิแอมป์

กรณีที่ 2 ใช้เตารีด 1 ตัว เพื่อทำให้เกิด กระแสรั่ว 4.4 แอมป์ เกิดแรงดันสัมผัส (Touch Voltage) 11.8 โวลต์ และเกิดกระแสไหลผ่านตัวคน 1.0 มิลลิแอมป์

กรณีที่ 3 ใช้หลอดไส้ 1 หลอด เพื่อทำให้เกิด กระแสรั่ว 0.4 แอมป์ และเกิดแรงดันสัมผัส (Touch Voltage) 1.2 โวลต์ และเกิดกระแสไหลผ่านตัวคน 0.1 มิลลิแอมป์

สรุปได้ว่า กรณีที่ 1 มีไฟฟ้ารั่วที่อุปกรณ์ในระดับสูง คนจะถูกไฟดูด เพราะมีกระแสไหลผ่านตัวคน มากกว่า 1.1 มิลลิแอมป์ แต่ในกรณีที่ 2 และ 3 มีไฟฟ้ารั่วที่อุปกรณ์ในระดับปานกลางและต่ำ คนจะไม่ถูกไฟดูด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับการทดลองที่ 1.1.1 พบว่า เมื่อหลักดินถูกปักใกล้กับตัวถังของอุปกรณ์ไฟฟ้าจะทำให้ลด

อันตรายที่เกิดจากไฟดูดได้

ในการทดลองที่ 1.2 ได้ติดตั้งสายดินจากตัวถังของเครื่องซักผ้าเข้ากับหลักดินจริงของบ้านอีกจุดหนึ่ง วัดค่าความต้านดินได้ 33.9 โอห์ม (ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่ามาตรฐานมาก) ดังรูป



ผู้เขียนได้ทดลองตามกรณีเช่นเดิมโดยใช้ความต้านทานคน 10,000 โอห์ม ได้ผลการทดลองดังนี้

กรณีที่ 1 ใช้เตารีด 2 ตัว เพื่อทำให้เกิด กระแสรั่ว 4.2 แอมป์ เกิดแรงดันสัมผัส (Touch Voltage) 114.1 โวลต์ และเกิดกระแสไหลผ่านตัวคน 11.9 มิลลิแอมป์

กรณีที่ 2 ใช้เตารีด 1 ตัว เพื่อทำให้เกิด กระแสรั่ว 2.8 แอมป์ เกิดแรงดันสัมผัส (Touch Voltage) 80.1 โวลต์ และเกิดกระแสไหลผ่านตัวคน 8.1 มิลลิแอมป์

กรณีที่ 3 ใช้หลอดไส้ 1 หลอด เพื่อทำให้เกิด กระแสรั่ว 0.4 แอมป์ และเกิดแรงดันสัมผัส (Touch Voltage) 12.9 โวลต์ และเกิดกระแสไหลผ่านตัวคน 1.1 มิลลิแอมป์

สรุปได้ว่า กรณีที่ 1 กรณีที่ 2 และในกรณีที่ 3 มีไฟฟ้ารั่วที่อุปกรณ์ในระดับสูง ปานกลางและต่ำ คนจะถูกไฟดูด เพราะมีกระแสไหลผ่านตัวคน มากกว่า 1.1 มิลลิแอมป์ และยังเห็นได้ชัดว่า เมื่อความต้านทานดินมีค่าสูง ทำให้เกิดกระแสไหลผ่านตัวคนมากขึ้นด้วยซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายที่มากขึ้นเช่นกัน

จากการทดลองทั้ง 3 สามารถบอกถึงโอกาสที่คนจะถูกไฟฟ้าดูดขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ดังนี้

1. ความต้านทานดินที่มีค่าน้อยจะมีโอกาสถูกไฟฟ้าดูดได้น้อยกว่าความต้านทานดินที่มีค่ามาก
2. ระยะจากจุดที่ปักหลักดินกับตัวถังอุปกรณ์ไฟฟ้า ยังมีระยะห่างน้อยจะมีโอกาสถูกไฟฟ้าดูดน้อยกว่าระยะจากจุดที่ปักหลักดินกับตัวถังอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีระยะห่างมากกว่า
3. สภาพะของคนก่อนที่จะถูกไฟฟ้าดูด เช่น คนที่เนื้อตัวเปียกมีโอกาสถูกไฟฟ้าดูดมากกว่าคนที่เนื้อตัวแห้ง

ดังนั้น สามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ต่างๆ ที่อาจจะทำให้คนได้รับอันตรายเนื่องจากไฟฟ้ารั่วได้ ตัวอย่างเช่น ในห้องน้ำที่มีการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นทั้งที่บ้านของท่านเอง ในโรงแรมหรือรีสอร์ทต่างๆ ตามสถานที่ท่องเที่ยวที่ท่านแวะเข้าไปพัก ท่านมั่นใจได้อย่างไรว่า สถานที่เหล่านั้นมีการป้องกันไฟรั่วหรือไฟดูดแก่ผู้พักอาศัยได้อย่างถูกต้องแล้ว

ในการทดลองนั้น ผู้เขียนได้ทำการทดลองด้วยตัวเอง เพื่อทดสอบดูว่า หากมีการเกิดไฟรั่ว ในกรณีที่มีคนไปจับหรือแตะจริง ไฟจะดูดหรือไม่ แล้วได้ทำการจ่ายกระแสไฟฟ้ารั่วตามวงจรที่กล่าวข้างต้น โดยการใช้หลังมือพยายามแตะที่ตัวถังของเครื่องซักผ้า ทำได้เหยียบบนแผ่นเหล็กที่วางอยู่บนพื้นกระเบื้องที่เปียก สุดท้ายแล้วผู้เขียนก็ถูกไฟดูดแต่ในการทดลองได้เตรียมตัวป้องกันที่จะถูกไฟดูดอยู่แล้ว จึงทำให้เมื่อโดนไฟดูดสามารถถอนมือออกได้ทันก่อนที่จะเกิดอันตรายไปมากกว่านี้ จากการทดลองจริงนี้ยังทำให้ผู้เขียนมีความมั่นใจมากขึ้นเกี่ยวกับผลการทดลองที่เกิดขึ้น และยังทำให้ตระหนักถึงกรณีที่ว่า ถ้าท่านกำลังอาบน้ำอยู่นั้น หากเกิดไฟรั่วในห้องน้ำโดยที่ไม่มีการป้องกันที่ถูกต้อง เมื่อนั้นท่านผู้อ่านลองคิดว่า ท่านซึ่งกำลังอาบน้ำอยู่นั้น เนื้อตัวเปียก และเมื่อท่านถูกไฟดูด จะเกิดอันตรายถึงชีวิตอย่างแน่นอน

ท่านควรระวังอันตรายที่อาจเกิดจากสถานการณ์ต่างๆ ดังนี้

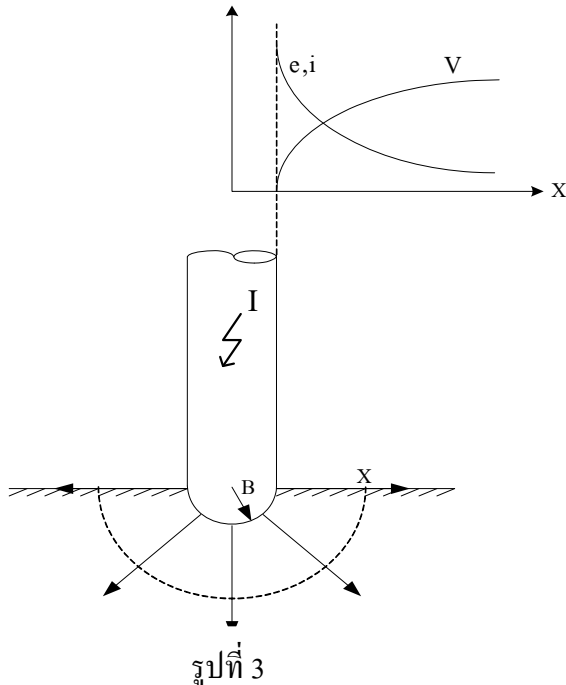
1. การอาบน้ำในโรงแรม หรือรีสอร์ทซึ่งท่านไม่มั่นใจว่ามีการป้องกันเกี่ยวกับไฟรั่วหรือดูด
2. การปีนสาวยะระดเสาไฟฟ้าหรือป้ายโฆษณาซึ่งอาจเกิดอันตรายจากไฟดูดได้ ซึ่งมีการลงข่าวอยู่บ่อยๆ
3. ยืนใกล้กับสายไฟฟ้าขาดในระยะห่างน้อยกว่า 1 เมตร
4. การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้ารั่ว
5. เรามั่นใจได้อย่างไรว่าหลักดินที่บ้านมีค่าความต้านทานดินน้อยกว่า 5 โอห์ม
6. สถานการณ์อื่นๆ ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ เช่น มีการสลับสายระหว่างสายมีไฟ(L) กับนิวตรอน(N) แล้วจ่ายไฟฟ้าเข้าบ้านพัก

วิธีลดความรุนแรงและการป้องกันจากกระแสไฟฟ้ารั่วที่อุปกรณ์

1. ติดตั้งและตรวจสอบสายดินให้มีค่าความต้านทานดินน้อยกว่า 5 โอห์ม เพื่อลดความรุนแรงของกระแสเมื่อมีกระแสไฟฟ้ารั่ว
2. ก่อนการอาบน้ำทุกครั้งควรเปิดน้ำแล้วเอามือแตะ ดูก่อนว่ามีไฟรั่วหรือไม่ เมื่อมีการตรวจสอบไฟรั่วขึ้นต้นก็จะสามารถทำให้ท่านปลอดภัยจากไฟรั่วได้

3. ติดตั้งเครื่องป้องกันไฟฟ้ารั่ว (Earth Leakage Circuit Breaker) หรือคนทั่วไปนิยมเรียก SAFE-T-CUT และต้อง
มีทดสอบเครื่องดังกล่าวทุกๆ 3 เดือน

ในส่วนสุดท้ายของบทความนี้ผู้เขียนได้เขียนทฤษฎี Grounding System ไว้เพื่อว่า หากท่านผู้อ่านท่านใดที่มีความรู้ทาง
วิศวกรรมไฟฟ้าสามารถที่จะศึกษาว่า ทำไม? มีการติดตั้งสายดินแล้วจึงถูกไฟดูดได้



จากรูปที่ 3 จากรูปเมื่อมีการปักหลักดินโดยการกำหนดให้
ปลายของหลักที่ฝังดินมีลักษณะเป็นอิเล็กโทรดครึ่งทรงกลม
มีรัศมีเท่ากับ B เมื่อเกิดกระแสไหลลงดินจะพบว่ากระแสที่
ไหลลงดินมีการไหลออกในทุกทิศทาง ซึ่งจะได้สมการ
ความหนาแน่นของกระแสต่อพื้นที่หน้าตัดที่กระแสไหลผ่าน
ที่ระยะใดๆ (x) ดังนี้

โดยกำหนดให้

I = กระแสที่ไหลผ่านอิเล็กโทรด

[A]

A = พื้นที่หน้าตัดของอิเล็กโทรดครึ่งทรงกลม $= \frac{4\pi B^2}{2} = 2\pi B^2$

[m²]

i = ความหนาแน่นของกระแสต่อพื้นที่หน้าตัด $= \frac{I}{A}$

[$\frac{A}{m^2}$]

ρ = ความต้านทานจำเพาะของดิน (Soil Resistivity)

[$\Omega \cdot m$]

e = ความเข้มสนามไฟฟ้า (Electric Field Strength)

[$\frac{V}{m}$]

$$\text{Current density}(i) = \frac{I}{A} = \frac{I}{2\pi x^2} \quad \text{-----(1)}$$

ซึ่งความเข้มสนามไฟฟ้า (e) จะเกิดจากความต้านทานจำเพาะของดิน (ρ) คูณกับความหนาแน่นของกระแสต่อพื้นที่ (i)

$$\begin{aligned} \text{Electric Field Strength}(e) &= pi \\ &= \frac{pI}{2\pi x^2} \quad \text{-----(2)} \end{aligned}$$

สมการที่ 2 คือความเข้มสนามไฟฟ้าที่ระยะ x ใดๆ จะเห็นว่า จุดที่ใกล้กับหลักดิน จะมีความเข้มของ
สนามไฟฟ้ามาก

ดังนั้น ความต่างศักย์เฉลี่ย (Voltage Different) ระหว่างจุด x กับ จุด B (V_{BX})

$$\text{จาก } V_{BX} = \int_B^x edx$$

$$V_{BX} = \int_B^x \frac{\rho I}{2\pi x^2} dx$$

$$= \frac{\rho I}{2\pi} \int_B^x \frac{1}{x^2} dx$$

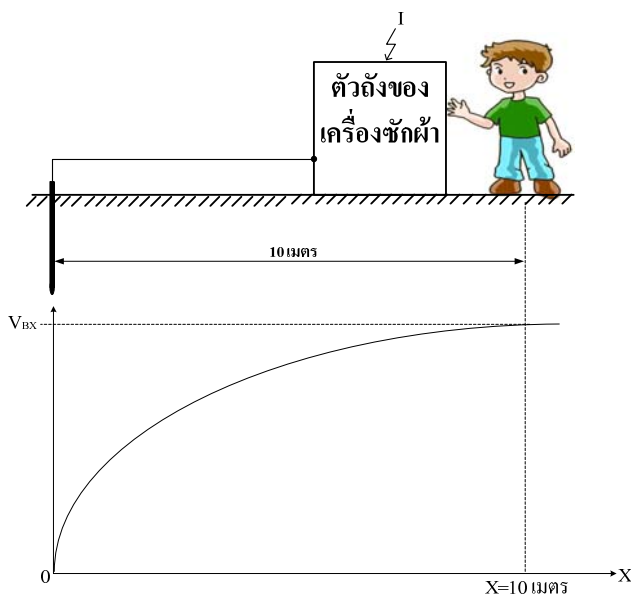
$$= \frac{\rho I}{2\pi} \left(\frac{x^{-2+1}}{-2+1} \right) \Big|_B^x$$

$$= \frac{\rho I}{2\pi} \left(-\frac{1}{x} \right) \Big|_B^x$$

$$V_{BX} = \frac{\rho I}{2\pi} \left[\frac{1}{B} - \frac{1}{x} \right] \quad \text{----- (3)}$$

ซึ่งจากสมการที่ (1) , (2) และ (3) จะพบว่า ความหนาแน่นของกระแส , ความเข้มสนามไฟฟ้า และ แรงดัน จะขึ้นอยู่กับระยะทาง x ใดๆ ทั้งสิ้น ซึ่งสามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 3

จากสมการที่ (3) สามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์ของแรงดันที่ระยะ x ใดๆ เมื่อมีกระแสไฟฟ้ารั่วที่อุปกรณ์ จะเห็นว่า สามารถนำมาอธิบายการทดลองได้อย่างดี นั่นคือ กำหนดให้หลักดินปักห่างจากตัวถังมาก จะเห็นได้ชัดเจนว่าจุดที่คนยืนแตะเครื่องซักผ้า (ระยะ x) เมื่อ $x \gg B$ เมื่อนับระยะเริ่มต้นที่กึ่งกลางของหลักดิน V_{BX} จะมีค่าแรงดันสูงมาก เพราะจะทำให้ V_{BX} มีค่าสูงที่สุด เมื่อพิจารณาให้ $\frac{1}{x} \rightarrow 0$ (หาก x มีค่าเท่ากับ 30 เซนติเมตร นั้นหมายถึงระยะห่างระหว่างคนกับหลักดินห่างกัน 30 เซนติเมตร คนจะได้รับแรงดัน V_{BX} สูงสุด) ซึ่งจะเห็นได้จากผลการทดลองแล้ว ค่าแรงดันสัมผัสจะมีค่าสูงพอที่จะทำให้ คนถูกไฟดูดได้



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดันที่ระยะ x ใดๆ เมื่อมีการปักหลักดินห่างจากตัวถังของอุปกรณ์ไฟฟ้า

จากรูปที่ 4 เป็นการอธิบายว่าเมื่อคนไปสัมผัสวัตถุถึงเครื่องซักผ้าที่มีไฟรั่วจะเกิดแรงดันตกคร่อมตัวคน เนื่องจากเมื่อมีกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินที่หลักดิน จะเกิด Gradient Voltage รอบๆแท่ง Ground Rod แรงดันที่ขาคนคือ แรงดันของ Gradient Voltage ที่ X ใดๆ ส่วนแรงดันที่มีมือคือแรงที่ Ground Rod ปักอยู่จะทำให้เกิดความต่างศักย์ทางไฟฟ้า ได้ V_{BX} ร่างกายของคนเปรียบเหมือนตัวต้านทานตัวหนึ่ง เมื่อมีความต่างศักย์ตกคร่อมตัวต้านทาน จะเกิดกระแสไหลผ่านตัวต้านทานนั้น นั่นคือ ไฟดูด นั่นเอง

เอกสารแนบ

The Effects of Electric Currents on The Body

By Charles Dalziel performed experiments with both human and animal subjects

bodily effect	Gender	DC	60 Hz AC	10 MHz AC
Slight sensation of point(s) of contact	Men	1 mA	0.4 mA	7 mA
	Women	0.6 mA	0.3 mA	5 mA
Threshold of bodily perception	Men	5.2 mA	1.1 mA	12 mA
	Women	3.5 mA	0.7 mA	8 mA
Pain. with voluntary muscle control maintained	Men	82 mA	9 mA	35 mA
	Women	41 mA	6 mA	37 mA
Pain. with loss of voluntary muscle control	Men	76 mA	13 mA	75 mA
	Women	51 mA	10.5 mA	50 mA
Severe pain. difficulty breathing	Men	90 mA	23 mA	94 mA
	Women	80 mA	15 mA	63 mA
Possible heart fibrillation after three seconds	Men	900 mA	100 mA	X
	Women	900 mA	100 mA	

ตารางที่ 1

ที่มา <http://www.allaboutcircuits.com/worksheets/shock.html>

- Wire touched by finger: 40,000 Ω to 1,000,000 Ω dry, 4,000 Ω to 15,000 Ω wet.
- Wire held by hand: 15,000 Ω to 50,000 Ω dry, 3,000 Ω to 5,000 Ω wet.
- Metal pliers held by hand: 5,000 Ω to 10,000 Ω dry, 1,000 Ω to 3,000 Ω wet.
- Contact with palm of hand: 3,000 Ω to 8,000 Ω dry, 1,000 Ω to 2,000 Ω wet.
- 1.5 inch metal pipe grasped by one hand: 1,000 Ω to 3,000 Ω dry, 500 Ω to 1,500 Ω wet.
- 1.5 inch metal pipe grasped by two hands: 500 Ω to 1,500 k Ω dry, 250 Ω to 750 Ω wet.
- Hand immersed in conductive liquid: 200 Ω to 500 Ω .
- Foot immersed in conductive liquid: 100 Ω to 300 Ω .

ข้อมูลที่ 2

ที่มา http://www.allaboutcircuits.com/vol_1/chpt_3/4.html



รูปที่ 5



รูปที่ 6

รูปที่ 5 และรูปที่ 6 แสดงการทดลองที่ 1.1.1 และการทดลองที่ 1.2 ไฟฟ้ารั่วที่เครื่องซักผ้า



รูปที่ 7 แสดงการทดลองที่ 1.1.2 ไฟฟ้ารั่วในห้องน้ำ



รูปที่ 8 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจ่ายกระแสไฟฟ้ารั่ว



รูปที่ 9 แสดงเครื่องมือวัดกระแสรั่วไหล แรงดันรั่วไหล แรงดันตกคร่อมตัวคน กระแสไหลผ่านตัวคน ตามลำดับ

สุดท้ายนี้หากท่านผู้อ่านท่านใดมีข้อสงสัย ต้องการสอบถามหรือให้คำแนะนำ

สามารถติดต่อทางผู้เขียนได้ที่ Email address : chanvit_cru@yahoo.com

ratchai_boonchan@hotmail.com

เอกสารอ้างอิง

IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding. ANSI/IEEE Std 80-1986 (Revision of IEEE Std 80-1976)

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545. พิมพ์ปรับปรุงครั้งที่ 1 : สิงหาคม พ.ศ. 2551

The Effects of Electric Currents on The Body. สืบค้นจาก: <http://www.allaboutcircuits.com/worksheets/shock.html>

[30 มีนาคม 2553]

an approximate set of figures for electrical resistance of human contact points under different conditions. สืบค้นจาก:

http://www.allaboutcircuits.com/vol_1/chpt_3/4.html [30 มีนาคม 2553]