

บทที่ 3

การคำนวณสนามไฟฟ้าของสายส่งด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์

3.1 บทนำ

จากความรู้พื้นฐานเรื่องระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ในบทที่ 3 เมื่อเข้าใจหลักการและขั้นตอนของระเบียบวิธีดังกล่าวแล้ว ภายในบทที่ 3 นี้จะเป็นการอธิบายถึงการประยุกต์ใช้สมการของระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ในการคำนวณหาค่าสนามไฟฟ้ารอบสายส่งไฟฟ้าแรงสูง เมื่อมีมนุษย์ใช้อุปกรณ์สื่อสารใกล้บริเวณสายส่ง ดังนั้นในบทนี้จึงได้เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสนามไฟฟ้าภายในตัวนำสายส่งไฟฟ้าแรงสูง และประยุกต์ปัญหาค่าขอบเขตตามระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ ในการคำนวณหาค่าสนามไฟฟ้า

3.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสนามไฟฟ้าของสายส่งไฟฟ้าแรงสูง

สำหรับปัญหาค่าศักย์ไฟฟ้าแบบ 2 มิติในระบบพิกัดฉาก สมการเชิงอนุพันธ์แบบปัวส์ซองสามารถเขียนได้ตามสมการที่ (3-1)

$$\nabla^2 \varphi = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = g(x, y) \quad (3-1)$$

จากสูตรอนุพันธ์แบบตรงกลางและอนุพันธ์อันดับที่ 2 จะได้

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = \frac{\varphi(i+1, j) - 2\varphi(i, j) + \varphi(i-1, j)}{(\Delta x)^2} \quad (3-2)$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = \frac{\varphi(i, j+1) - 2\varphi(i, j) + \varphi(i, j-1)}{(\Delta y)^2} \quad (3-3)$$

เนื่องจากระบบภายในงานวิจัยนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ($\Delta x = \Delta y = h$) แทนค่าสมการที่ (3-2) และ (3-3) ในสมการที่ (3-1) จะได้สมการใหม่ดังสมการที่ (3-4)

$$\therefore \varphi(i, j) = \frac{1}{4} [\varphi(i+1, j) + \varphi(i-1, j) + \varphi(i, j+1) + \varphi(i, j-1) - h^2 g(x, y)] \quad (3-4)$$

แบบจำลองสายส่งไฟฟ้าแรงสูง: ค่าสนามไฟฟ้าที่กระจายรอบบริเวณสายส่งไฟฟ้าแรงสูงสามารถอธิบายได้ด้วยสมการที่ (3-5) (Christopoulos, 1995)

$$\nabla^2 \mathbf{E} - \left(\frac{1}{v^2}\right) \left(\frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2}\right) - \mu \sigma \left(\frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}\right) = 0 \quad (3-5)$$

โดยที่ $\mathbf{E}$ คือ สนามไฟฟ้า (electric field)

t คือ เวลา (time)

μ คือ สภาพซาบซึมได้ทางแม่เหล็ก (permeability)

v คือ ความเร็วในการแพร่กระจาย (propagation velocity)

σ คือ สภาพนำทางไฟฟ้า (conductivity)

ความเร็วในการแพร่กระจายของสนามไฟฟ้าสามารถอธิบายได้ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างสภาพยอมทางไฟฟ้า (permittivity : ϵ) กับสภาพซาบซึมได้ทางแม่เหล็กดังสมการที่ (3-6)

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu \epsilon}} \quad (3-6)$$

โดยที่ $\mu = \mu_0 \mu_r$ และ $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$ เมื่อ μ_r คือ สภาพซาบซึมได้ทางแม่เหล็กสัมพัทธ์ และ ϵ_r คือ สภาพยอมทางไฟฟ้าสัมพัทธ์ เนื่องจากในระบบที่พิจารณาจะกำหนดให้มีสถานะอากาศทั่วไปซึ่ง $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m $\mu_r = 1.00000037$ $\epsilon_r = 1$ $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}$ F/m และ $\sigma = 0$ แทนค่าพารามิเตอร์ต่างๆกับสมการที่ (3-6) ลงในสมการที่ (3-5) จะได้

$$\nabla^2 \mathbf{E} - \mu \epsilon \left(\frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2}\right) = 0 \quad (3-7)$$

จากคุณสมบัติของระบบที่เป็น time-harmonic จะได้

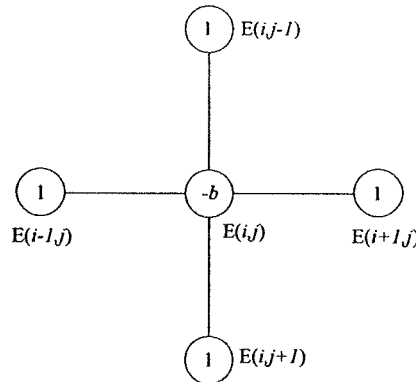
$$\frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \approx j\omega \mathbf{E} \quad (3-8)$$

$$\frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} \approx -\omega^2 \mathbf{E} \quad (3-9)$$

แทนค่าสมการที่ (3-9) ในสมการที่ (3-7) จะได้สมการอธิบายค่าสนามไฟฟ้าของโนดที่ต้องการพิจารณาดังสมการที่ (3-11)

$$\mathbf{E}(i, j) = \frac{1}{(4 - \mu\epsilon\omega^2 h^2)} [\mathbf{E}(i+1, j) + \mathbf{E}(i-1, j) + \mathbf{E}(i, j+1) + \mathbf{E}(i, j-1)] \quad (3-11)$$

จากสมการที่ (3-11) เพื่อให้เห็นภาพการประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ สมการดังกล่าวจะเป็นตัวแทนค่าสนามไฟฟ้าของโนดที่ต้องการพิจารณาเพียง 1 จุด และสามารถเขียนให้อยู่ในรูปโนดภายในโครงสร้างระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ ได้ดังรูปที่ 3.1



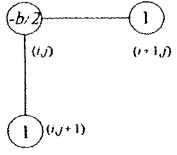
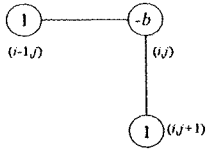
รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์

จากรูปที่ 3.1 จะได้ว่า $b = 4 - \mu\epsilon\omega^2 h^2$ และ 1 คือ ค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรของสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งพิกัด $E(i,j)$ $E(i+1,j)$ $E(i-1,j)$ $E(i,j+1)$ และ $E(i,j-1)$ ที่ปรากฏภายในสมการที่ (3-11) ตามลำดับ นอกจากนี้สำหรับบางบริเวณที่อยู่ตามขอบและมุมของระบบจะมีลักษณะโครงสร้างโนดที่แตกต่างไปจากรูปที่ 3.1 ซึ่งสามารถแสดงโครงสร้างและสมการที่ใช้อธิบายค่าสนามไฟฟ้า ณ บริเวณขอบแบบต่าง ๆ ดังมีรายละเอียดตามตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 การประมาณค่าระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ ณ ตำแหน่งโนดบริเวณกึ่งขอบ

บริเวณ	โครงสร้าง	สมการ
1) ขอบล่าง (Bottom edge)		$E(i, j) = \frac{1}{(4 + \mu\epsilon\omega^2 h^2)} [E(i+1, j) + E(i-1, j) + 2E(i, j-1)]$
2) ขอบบน (Top edge)		$E(i, j) = \frac{1}{(4 + \mu\epsilon\omega^2 h^2)} [E(i+1, j) + E(i-1, j) + 2E(i, j+1)]$
3) ขอบซ้าย (Left edge)		$E(i, j) = \frac{1}{(4 + \mu\epsilon\omega^2 h^2)} [2E(i+1, j) + E(i, j-1) + 2E(i, j+1)]$
4) ขอบขวา (Right edge)		$E(i, j) = \frac{1}{(4 + \mu\epsilon\omega^2 h^2)} [2E(i-1, j) + E(i, j-1) + 2E(i, j+1)]$
5) มุมล่างซ้าย (Bottom left -corner point)		$E(i, j) = \frac{2}{(4 + \mu\epsilon\omega^2 h^2)} [E(i+1, j) + E(i, j-1)]$
6) มุมล่างขวา (Bottom right -corner point)		$E(i, j) = \frac{2}{(4 + \mu\epsilon\omega^2 h^2)} [E(i-1, j) + E(i, j-1)]$

ตารางที่ 3.1 การประมาณค่าระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ ณ ตำแหน่งโนดบริเวณค่าขอบ (ต่อ)

บริเวณ	โครงสร้าง	สมการ
7) มุมบนซ้าย (Top left-corner point)		$E(i, j) = \frac{2}{(4 + \mu\epsilon\omega^2 h^2)} [E(i+1, j) + E(i, j+1)]$
8) มุมบนขวา (Top right-corner point)		$E(i, j) = \frac{2}{(4 + \mu\epsilon\omega^2 h^2)} [E(i-1, j) + E(i, j+1)]$

3.3 การคำนวณค่าสนามไฟฟ้าด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์

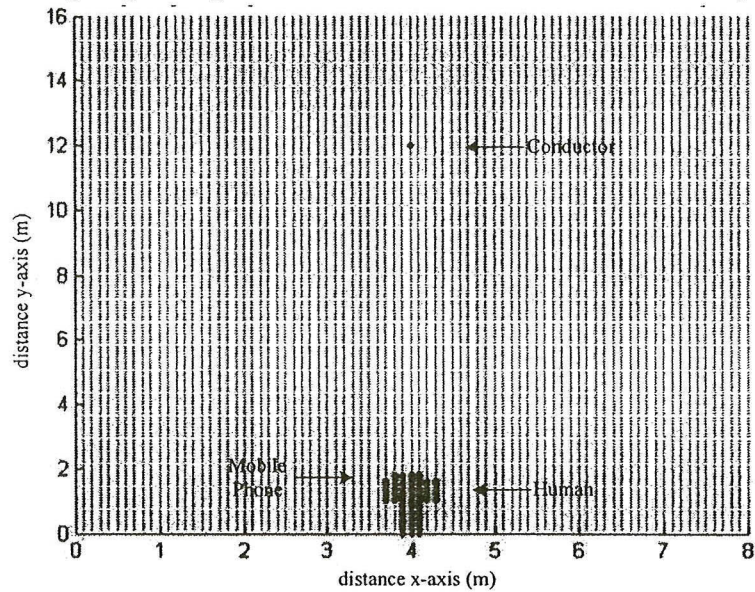
เนื่องจากสมการสนามไฟฟ้าของระบบสายส่งไฟฟ้าแรงสูงเป็นสมการที่อยู่ในรูปสมการเชิงอนุพันธ์ ซึ่งเป็นการยากที่จะหาผลเฉลยแบบแม่นยำ ดังนั้นเพื่อให้สามารถคำนวณหาค่าสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นภายในระบบได้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องอาศัยการหาค่าผลเฉลยแบบประมาณด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการดำเนินงานต่าง ๆ ดังนี้

3.3.1 การออกแบบกริดของพื้นที่ศึกษา

สำหรับงานวิจัยนี้ระบบที่ใช้ศึกษามีระบบหลายขนาด เริ่มจากระบบไฟฟ้า 1 เฟสจะประกอบไปด้วยระบบไฟฟ้าขนาด 69 kV ระบบไฟฟ้า 3 เฟสจะประกอบไปด้วยระบบไฟฟ้าขนาด 230 kV และ 500 kV ซึ่งในหัวข้อเรื่องการออกแบบกริดของพื้นที่ศึกษาจะขอยกตัวอย่างเฉพาะระบบไฟฟ้า 1 เฟสเท่านั้น เพื่อให้ได้เห็นภาพการออกแบบกริดให้กับระบบ

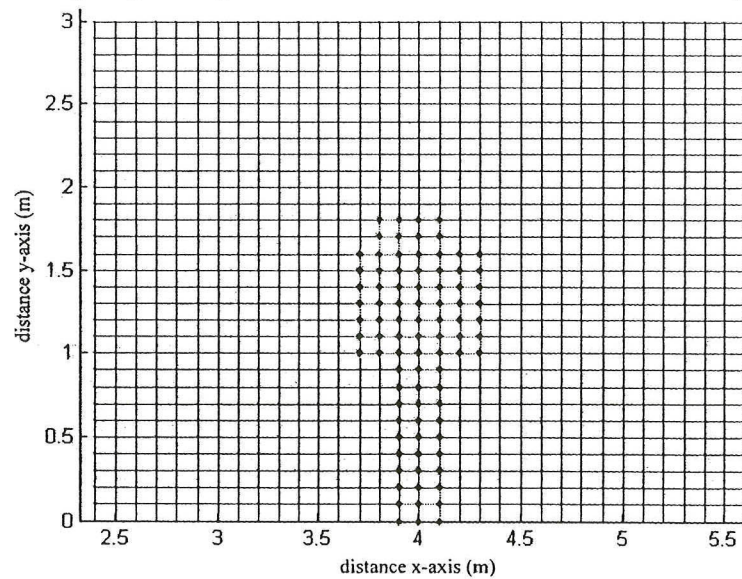
ขั้นตอนแรกเริ่มจากการแบ่งพื้นที่ของระบบสายส่งออกเป็นกริดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสผ่านการเชื่อมต่อกันระหว่างโนดต่าง ๆ ภายในระบบ การออกแบบกริดและจุดต่อเชื่อมโนดต่าง ๆ ได้ใช้โปรแกรม MATLABTM ที่พัฒนาขึ้น โดยจะมีจำนวนโนดที่ใช้ภายในระบบ 1 เฟส คือ ระบบขนาด 69 kV มีจำนวนโนดทั้งหมด 13,041 โหนด ตัวอย่างการออกแบบกริดของระบบไฟฟ้า 1 เฟส 69 kV สามารถแสดงได้ด้วยรูปที่ 3.2 นอกจากนี้ภายในแต่ละรูปยังได้แสดงภาพขยาย เพื่อให้เห็นถึงความละเอียดในการออกแบบกริดและการเชื่อมต่อระหว่างโนดได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

Rectangular grid design for calculation FDM in 69 kV Transmission line system



(ก) การแบ่งกริดรูปสี่เหลี่ยมและการเชื่อมต่อระหว่างโนคภายในโครงสร้าง

Rectangular grid design for calculation FDM in 69 kV Transmission line system



(ข) ภาพขยายการแบ่งกริดและการเชื่อมต่อ โนคบนบริเวณที่สำคัญ

รูปที่ 3.2 โครงสร้างของระบบไฟฟ้าขนาด 69 kV

3.3.2 การประกอบสมการโนดขึ้นเป็นระบบ

ขั้นตอนนี้เป็น การนำสมการของแต่ละ โหนดที่มีภายในระบบทั้งหมดมาประกอบรวมกัน จนได้สมการรวมของระบบ จากขั้นตอนในหัวข้อที่ 3.3.1 ถ้าทำการแบ่งลักษณะรูปร่างของปัญหาออกเป็น โหนดย่อยทั้งหมด n โหนด จะก่อให้เกิดระบบสมการรวมซึ่งประกอบไปด้วยสมการย่อยทั้งหมด n สมการ ดังนั้นจึงได้สมการรวมของงานวิจัยนี้ คือ

$$Ax = b \quad (3.12)$$

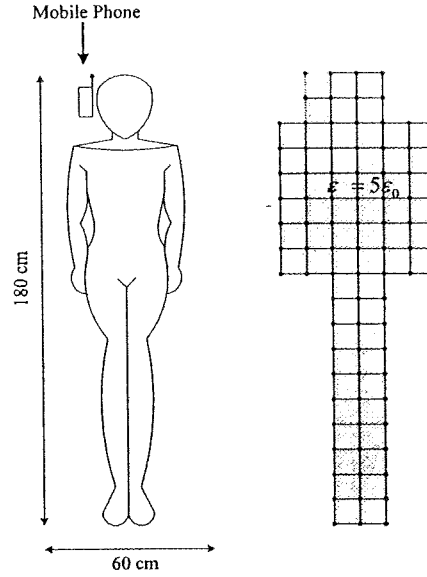
$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & \cdot & \cdot & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & \cdot & \cdot & A_{2n} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} & \cdot & \cdot & A_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ A_{n1} & A_{n2} & A_{n3} & \cdot & \cdot & A_{nn} \end{bmatrix}_{sys(n \times n)} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix}_{sys(n \times 1)} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ b_n \end{bmatrix}_{sys(n \times 1)} \quad (3-13)$$

เมื่อ A คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของระบบรวม

x คือ ค่าสนามไฟฟ้าที่ยังไม่ทราบค่า ณ ตำแหน่งโนดต่าง ๆ

b คือ ค่าแรงภายนอกที่มากระทำ ณ ตำแหน่งโนดต่าง ๆ

จากหัวข้อที่ 3.3.1 เมื่อพิจารณาภาพในการแบ่งกริดของระบบไฟฟ้า 1 เฟส จะเห็นว่าภายในภาพมีโนดที่มีสีแตกต่างกัน โดยสีที่แตกต่างกันนั้นบ่งบอกถึงความแตกต่างที่เกิดขึ้นของเนื้อวัตถุที่มีอยู่ภายในระบบ เมื่อมีความแตกต่างกันระหว่างวัตถุเกิดขึ้นนั้นหมายถึงสมการของระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์จะต้องเกิดการเปลี่ยนแปลงใหม่ตามค่าสภาพยอมทางไฟฟ้าของวัตถุแต่ละชนิดเพื่อให้ผลการคำนวณค่าสนามไฟฟ้ามีการจำลองผลใกล้เคียงเหตุการณ์จริงมากที่สุด สำหรับภายในงานวิจัยนี้จะเห็นว่าวัตถุที่แตกต่างกันเพียง 2 ชนิดเท่านั้น คือ อากาศ กับ ร่างกายของมนุษย์ ขณะยื่นใช้งานโทรศัพท์มือถือ ซึ่งทั้งสองมีค่าสภาพยอมทางไฟฟ้าสัมพัทธ์ (ϵ_r) เท่ากับ 1 และ 5 ตามลำดับ จากสมการที่ (3-11) เมื่อคำนึงถึงค่าสภาพยอมทางไฟฟ้าจะได้สมการในแต่ละโนดที่คำนึงคุณลักษณะทางเนื้อวัตถุระหว่างอากาศ กับ ร่างกายมนุษย์ บริเวณที่คำนึงเฉพาะอากาศจะได้ตามสมการที่ (3-14) และส่วนบริเวณที่คำนึงเฉพาะร่างกายมนุษย์ จะนำเสนอได้ดังสมการที่ (3-15) ซึ่งการระบุสมการตามรูปร่างมนุษย์จะทำการระบุตามรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แบบจำลองมนุษย์สำหรับระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์

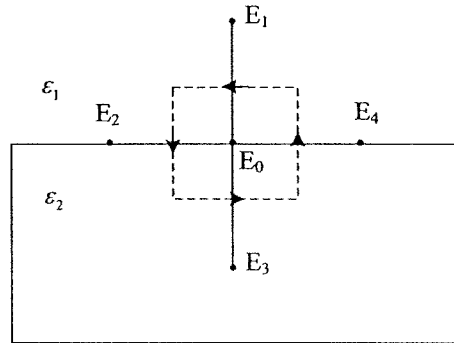
$$E(i, j) = \frac{1}{(4 - \epsilon_0 \mu \omega^2 h^2)} [E(i+1, j) + E(i-1, j) + E(i, j+1) + E(i, j-1)] \quad (3-14)$$

$$E(i, j) = \frac{1}{(4 - 5\epsilon_0 \mu \omega^2 h^2)} [E(i+1, j) + E(i-1, j) + E(i, j+1) + E(i, j-1)] \quad (3-15)$$

นอกจากนี้จะสังเกตได้ว่าภายในโครงสร้างของระบบจะมีบริเวณหนึ่งที่โนดมีการเชื่อมต่อระหว่างอากาศกับมนุษย์ ที่มีความแตกต่างกันของสภาพยอมทางไฟฟ้า ซึ่งบริเวณดังกล่าวสามารถประมาณสมการ โนดใหม่ ณ บริเวณรอยประสานระหว่างเนื้อวัตถุที่แตกต่างกันได้ดังนี้

จากกฎของเกาส์บริเวณรอยประสานระหว่างบริเวณที่มีค่าสภาพยอมทางไฟฟ้าแตกต่างกันจะก่อให้เกิดค่าไดอิเล็กทริกของสองบริเวณมีค่าเท่ากัน ($D_{1n} = D_{2n}$) จากรูปที่ 3.4 สามารถเขียนสมการที่ (3-16) ได้ดังสมการที่ (3-17)

$$\oint_1 D \times dl = \oint_1 \epsilon E \times dl = 0 \quad (3-16)$$



รูปที่ 3.4 บริเวณรอยประสานระหว่างบริเวณที่มีค่าสภาพยอมทางไฟฟ้าที่แตกต่างกัน

$$4 \frac{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{2} \mathbf{E}_0 = \varepsilon_1 \mathbf{E}_1 + \frac{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{2} \mathbf{E}_2 + \varepsilon_2 \mathbf{E}_3 + \frac{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{2} \mathbf{E}_4$$

$$2(\varepsilon_1 + \varepsilon_2) \mathbf{E}_0 = \varepsilon_1 \mathbf{E}_1 + \varepsilon_2 \mathbf{E}_3 + \frac{(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{2} (\mathbf{E}_2 + \mathbf{E}_4)$$

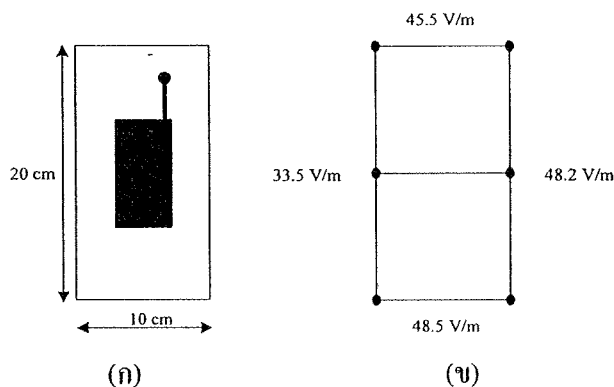
$$\mathbf{E}_0 = \frac{\varepsilon_1}{2(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)} \mathbf{E}_1 + \frac{1}{4} \mathbf{E}_2 + \frac{\varepsilon_2}{2(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)} \mathbf{E}_3 + \frac{1}{4} \mathbf{E}_4 \quad (3-17)$$

3.3.3 เงื่อนไขเริ่มต้นและเงื่อนไขค่าขอบเขต

สำหรับขั้นตอนการประยุกต์เงื่อนไขเริ่มต้นและเงื่อนไขค่าขอบเขตที่เกี่ยวข้อง จะมี 2 บริเวณที่กำหนดเงื่อนไขค่าขอบ คือ ตัวนำในสายส่งกับโทรศัพท์มือถือ โดยค่าที่กำหนดให้ตัวนำในสายส่งจะเป็นค่าสนามไฟฟ้า ซึ่งค่าสนามไฟฟ้าที่ป้อนใส่ให้กับระบบสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.31 ในบทที่ 3 โดยสิ่งที่ต้องทราบสำหรับใช้คำนวณหาสนามไฟฟ้า คือ ค่าศักย์ไฟฟ้าของตัวนำ รัศมีตัวนำ ค่าความสูงระหว่างตัวนำกับพื้นดิน และค่าพิกัดที่ต้องการคำนวณ เมื่อคำนวณค่าดังกล่าวได้แล้วก็นำค่าที่ได้ออกไปใส่ในเวกเตอร์ b ณ ตำแหน่งแอดไดรอสที่มีค่าตัวเลขลำดับแถวเป็นค่าเดียวกับค่า a ตำแหน่งโนดของตัวนำนั้น เพื่อเตรียมสำหรับหาค่าผลเฉลยต่อไป

ส่วนค่าสนามไฟฟ้าจากโทรศัพท์มือถือจะกำหนดให้โทรศัพท์มือถือเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาด $5 \times 10 \text{ cm}^2$ ที่มีสนามไฟฟ้าคงที่กระจายรอบบริเวณโทรศัพท์มือถือโดยรอบขนาด $10 \times 20 \text{ cm}^2$ (nokia3210) ดังรูปที่ 3.5 (ก) และสามารถออกแบบกริดสำหรับระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ได้ดังรูปที่ 3.5 (ข) และนำค่าคงที่ทั้ง 6 จุดของโทรศัพท์มือถือไปใส่ยังเวกเตอร์

b ณ ตำแหน่งแฉกโนด เพื่อเตรียมสำหรับหาค่าผลเฉลยต่อไปเหมือนในทำนองเดียวกับการกำหนดเงื่อนไขค่าขอบภายในตัวนำสายส่ง



รูปที่ 3.5 เงื่อนไขค่าขอบเขตของโทรศัพท์มือถือสำหรับ
ระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์

3.3.4 คำนวณหาค่าตัวแปรต่าง ๆ ภายในระบบ

หลังจากออกแบบกริดและทำการประกอบสมการ โหนดขึ้นเป็นระบบ (A) กับ ประยุกต์เงื่อนไขเริ่มต้นและเงื่อนไขค่าขอบเขตให้กับระบบ (b) แล้ว จะสามารถคำนวณหาค่า สนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งที่โนดต่างๆที่ต้องการทราบค่า (x) ได้ดังนี้

จากสมการที่ (3-12) จะสามารถหาค่าสนามไฟฟ้า ณ ตำแหน่งที่โนดต่าง ๆ ได้ดัง สมการที่ (3-18)

$$x = A^{-1}b$$

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}_{yx(n \times 1)} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & \cdots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & \cdots & A_{2n} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} & \cdots & A_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n1} & A_{n2} & A_{n3} & \cdots & A_{nn} \end{bmatrix}_{yx(n \times 1)}^{-1} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix}_{yx(n \times 1)} \quad (3-18)$$

- เมื่อ A คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของระบบรวม
 x คือ ค่าสนามไฟฟ้าที่ยังไม่ทราบค่า ณ ตำแหน่งโนดต่าง ๆ
 b คือ ค่าแรงภายนอกที่มากระทำ ณ ตำแหน่งโนดต่าง ๆ

3.4 สรุป

ในบทนี้ได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสนามไฟฟ้าภายในตัวนำสายส่งไฟฟ้าแรงสูง และการประยุกต์ปัญหาค่าขอบเขตตามระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะปรากฏอยู่ในรูปของสมการอนุพันธ์ย่อยอันดับสอง นอกจากนี้ยังคำนึงถึงค่าสภาพยอมทางไฟฟ้าที่แตกต่างกันของวัตถุต่าง ๆ การประยุกต์ระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์เพื่อคำนวณหาค่าสนามไฟฟ้าภายในบทนี้จะนำไปสู่การพัฒนาโปรแกรมด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ เพื่อใช้เป็นโปรแกรมจำลองผลระบบที่จะได้กล่าวถึงในบทที่ 6 ต่อไป