หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

การออกแบบวงจรไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Automated Network Design)

6.1 ทฤษฎีหลักในการออกแบบวงจรไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ

การออกแบบวงจรไฟฟ้าโดยอัตโนมัติโดยใช้วิธีการหาค่าต่ำสุดของ performance ฟังค์ชั่น โดยการทำอิเทเรทีฟกับพารามิเตอร์ของวงจร เพื่อหาค่าของพารามิเตอร์ที่เหมาะสม performance ฟังค์ชั่นดังกล่าวอาจกำหนดจากความแตกต่าง (error) ระหว่างค่าที่กำหนด ซึ่งอยู่ในรูปของเวคเตอร์ของความผิดพลาดกำลังสอง (error square function) ดังนี้ คือ (8,9,14)

$$g = (1/2)\sum_{i=1}^{n}\left[\left[U(t_i)-U_D(t_i)\right]^t K_i \left[U(t_i)-U_D(t_i)\right]\right] \qquad (6.1)$$

โดยที่ $$U^t(t_i) = \left[x^t(t_i), w^t(t_i), m^t(t_i)\right] \qquad (6.2)$$

และ $U_D(t_i)$ คือผลตอบที่ต้องการ (design response) ที่เวลา t_i ซึ่งจะกำหนดโดยผู้ใช้

และ $U(t_i)$ คือผลตอบที่คำนวณ (calculated response) ได้ที่เวลา t_i

โดยการดิฟเฟอเรนชิเอทสมการ (6.1) เทียบกับพารามิเตอร์ p ที่ต้องการ จะได้ gradient ฟังค์ชั่น ∇g

$$\nabla g = \partial g/\partial p = \sum_{i=1}^{n}\left[(U(t_i)-U_D(t_i))^t K_i (\partial U(t_i)/\partial p)\right] \qquad (6.3)$$

โดยที่ $$(\partial U(t_i)/\partial p)^t = \left[(\partial x(t_i)/\partial p)^t, (\partial w(t_i)/\partial p)^t, (\partial m(t_i)/\partial p)^t\right] \qquad (6.4)$$

$\partial U(t_i)/\partial p$ จะประกอบด้วยเมตริกซ์ของความไวของวงจรที่เวลา t_i ซึ่งได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 5

$$K_i = \begin{bmatrix} K_x(t_i) & & \\ & K_w(t_i) & \\ & & K_m(t_i) \end{bmatrix}$$

โดยที่ K_i คือเมตริกซ์ของ weight factor ซึ่งมีค่าเป็นเลขจริงบวกและใช้ในการควบคุมการหาค่าพารามิเตอร์ของวงจร

และ n คือจำนวนเวลาที่ต้องการสำหรับการออกแบบวงจรไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ สำหรับการออกแบบวงจรต่อสัญญาณไซน์ n จะมีค่าเท่ากับหนึ่ง

6.1.1 <u>การปรับค่าพารามิเตอร์โดยวิธี Steepest descent</u> (9,14)

เพื่อให้ได้ผลตอบของวงจรตามต้องการ เราจำเป็นต้องใช้วิธีการปรับค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ซึ่งอาจทำได้โดยใช้วิธี Steepest descent ในแต่ละรอบการทำอิเทเรทีฟ ตามสมการต่อไปนี้

$$p^{i+1} = p^i + r^i(\nabla g(p^i))^t \qquad (6.6)$$

โดยที่ การเปลี่ยนแปลงเวคเตอร์ของค่าของพารามิเตอร์ของวงจรอยู่ในทิศทางที่ performance ฟังค์ชั่นมีอัตราการลดลงสูงสุด

และ r^i คือแฟคเตอร์ซึ่งเป็นตัวเลขบวกใดๆ

โดยการคำนวณค่าและทิศทาง $(\nabla g(p^t))^t$ ในทุกรอบการคำนวณ จนกระทั่งค่าพารามิเตอร์ของจงจรไม่เปลี่ยนแปลง เราจะได้พารามิเตอร์ p^i ตามต้องการ

6.1.2 <u>วิธีและขั้นตอน Quadratic Interpolation</u> (15)

การหาค่า r^i ที่เหมาะสมอาจทำได้โดยวิธี Quadratic Interpolation ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

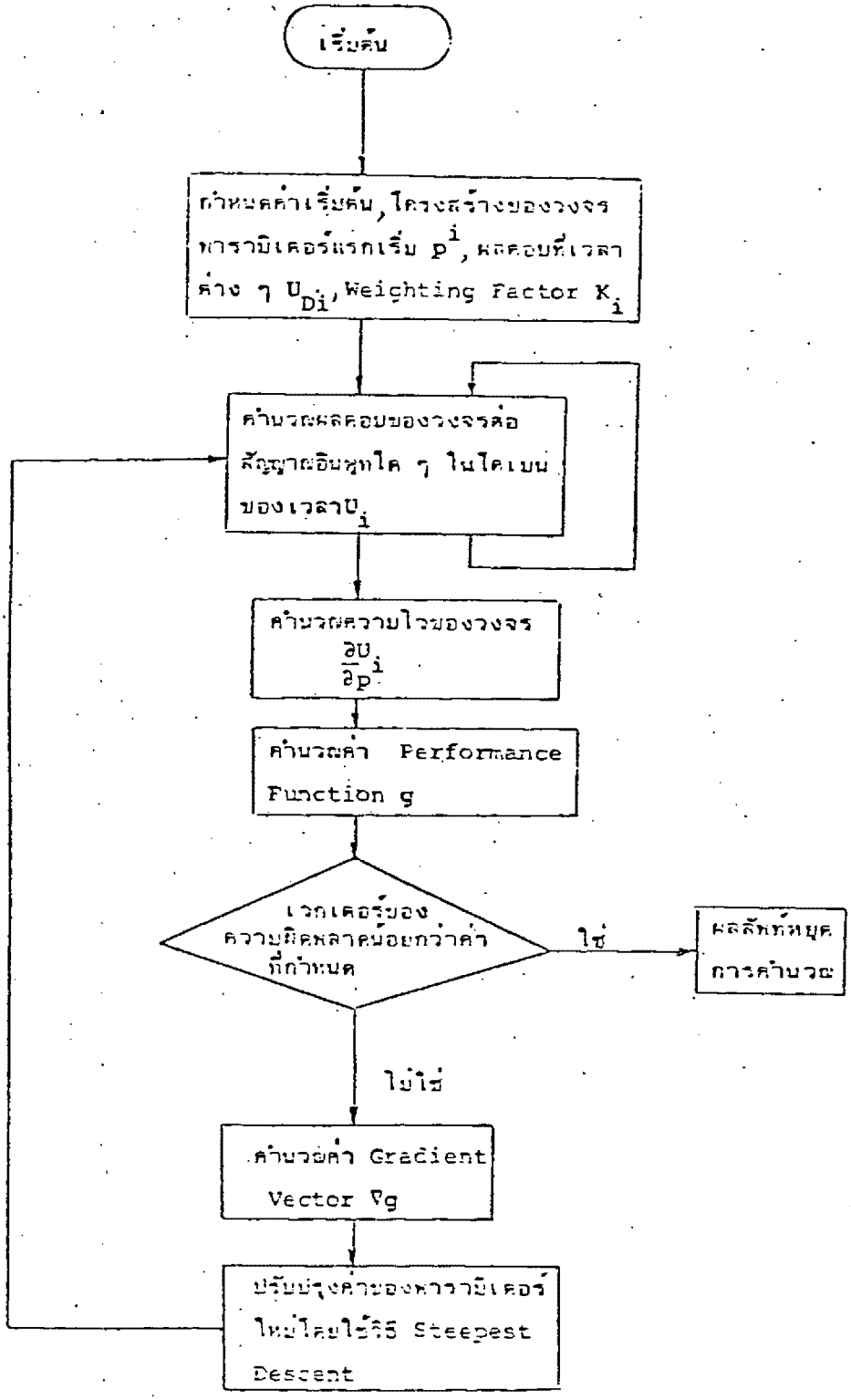
1) ให้ M คือค่าสูงสุดของ $|\nabla g|$ และหาร ∇g ด้วย M
2) ถ้า $g(1) > g(0)$ ให้คำนวณ $g(r)$ สำหรับ $r = \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \ldots\ldots$ จนกว่า $g(r) < g(0)$ ให้ $a = 0$, $b = r$, $c = 2$ แล้วไปขั้นตอนที่ 4 มิฉนั้นไปขั้นตอนที่ 3
3) คำนวณ $g(r)$ สำหรับ $r = 0, 1, 2, 4, 8, \ldots\ldots, a, b, c$ ถ้า $g(r)$ ค่าใหม่มากกว่า $g(r)$ ค่าเก่าที่ $r = c$ ให้ไปขั้นตอน 4
4) คำนวณ r หาจากสมการ

$$r_m = (1/2)\left[g(a)(c^2-b^2)+g(b)(a^2-c^2)+g(c)(b^2-a^2)\right] / \left[g(a)(c-b)+g(b)(a-c)+g(c)(b-a)\right] \qquad (6.7)$$

5) ถ้า $g(r_m)<g(b)$ แล้ว r_m จะเป็นค่าต่ำสุดที่ต้องการ

ถ้า $g(r_m)>g(b)$ แล้ว b จะเป็นค่าต่ำสุดที่ต้องการ

การออกแบบวงจรไฟฟ้าสำหรับสัญญาณไฟตรงเป็นเพียงกรณีย่อยของการออกแบบวงจรในโดเมนของเวลา ขั้นตอนการออกแบบเริ่มต้นโดย กำหนดชนิดของการออกแบบโครงสร้างของวงจรและค่าเริ่มต้นของพารามิเตอร์และผลตอบของวงจรที่ต้องการที่เวลาต่างๆ ขั้นตอนแรกเป็นการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าในโดเมนของเวลาหรือสัญญาณไฟตรง ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้จะนำไปคำนวณค่าความไวของวงจรโดยใช้วิธีซึ่งได้แสดงไว้ในบทที่ 5 และคำนวณ performance ฟังค์ชั่นตามสมการ (6.1) ถ้าเวคเตอร์ความผิดพลาดของผลตอบของวงจรมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดไว้จะได้พารามิเตอร์ของวงจรตามต้องการ ถ้าเวคเตอร์ความผิดพลาดดังกล่าวมีค่ามากกว่าที่กำหนดให้ไปคำนวณ gradient vector ∇g และ r^i เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ชุดใหม่โดยใช้วิธี Steepest descent และ Quadratic Interpolation เพื่อใช้ในการคำนวณในรอบถัดไป หลังจากนั้นให้กลับไปคำนวณในส่วนของการออกแบบวงจรในโดเมนของเวลา ซึ่งได้แสดงรายละเอียดไว้ในรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 ไฟลว์ชาร์ตของการออกแบบวงจรอย่างอัตโนมัติ