บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

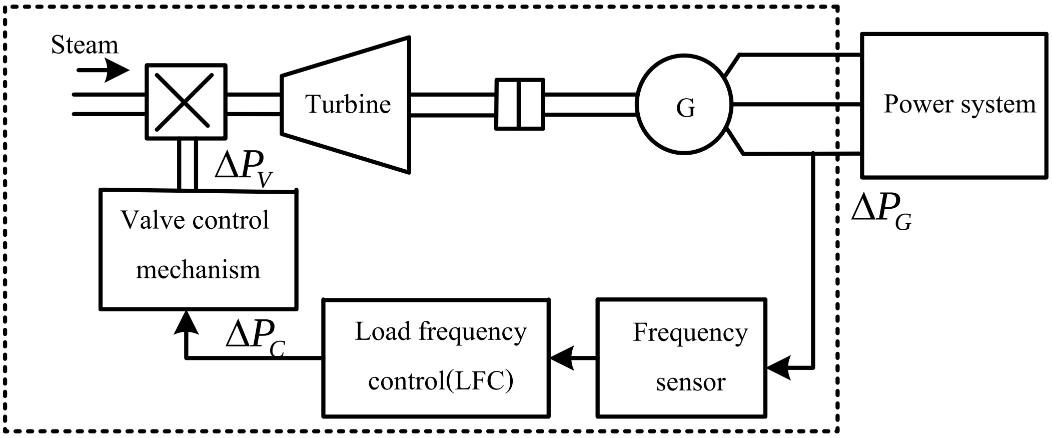
ในบทนี้จะอธิบายถึงทฤษฎีและหลักการทำงานการควบคุมความถี่ของระบบไฟฟ้ากำลัง สมการความสัมพันธ์ของอินพุตและเอาต์พุตของอุปกรณ์ต่างๆในระบบ บล็อกไดอะแกรมของแต่ละอุปกรณ์ ระบบควบคุมความถี่อัตโนมัติ ระบบผลิตของประเทศไทย โรงไฟฟ้าในประเทศไทย และความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโปรแกรม Simulink ใน MATLAB ดังรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไปนี้

2.1 การควบคุมความถี่ของระบบไฟฟ้ากำลัง

ระบบไฟฟ้ากำลัง คือ ระบบที่ทำหน้าที่จ่ายกำลังไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งระบบ โดยมีเงื่อนไขว่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นในขณะใดๆ จะต้องเท่ากับกำลังไฟฟ้าที่ผู้ใช้นั้นใช้อยู่ในขณะนั้น ความถี่ของระบบเป็นตัวแปรบ่งชี้ถึงความสมดุลของกำลังไฟฟ้าของระบบ เมื่อความถี่ของระบบมีค่าเท่ากับค่าพิกัด คือ 50 Hz หมายความว่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตเท่ากับกำลังไฟฟ้าที่ใช้ หากความถี่ของระบบสูงกว่า 50 Hz หมายความว่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตมากกว่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ ในทางตรงกันข้ามหากกำลังไฟฟ้าที่ผลิตน้อยกว่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ ความถี่ของระบบก็จะน้อยกว่า 50 Hz

ระบบควบคุมความถี่ คือระบบที่ทำหน้าที่ควบคุมความถี่ของระบบให้ใกล้เคียง หรือเท่ากับค่าพิกัด เนื่องจากความถี่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามกำลังไฟฟ้าที่โหลดใช้ในขณะนั้น ทั้งนี้ผู้ผลิตพลังงานไฟฟ้าจะต้องเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าให้สอดคล้องกับกำลังไฟฟ้าที่โหลดใช้อยู่ตลอดเวลา

หลักการของการควบคุมความถี่ทำได้โดยการควบคุมความถี่ของระบบให้ใกล้เคียงหรือเท่ากับกับค่าพิกัด คือ 50 Hz ให้มากที่สุด โดยการเปลี่ยนแปลงพลังกลที่ป้อนให้กับเทอร์ไบน์ (Turbine) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งความถี่จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเร็วรอบของโรเตอร์ (Rotor) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังนั้นการควบคุมความถี่ก็คือการควบคุมความเร็วรอบของโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั่นเอง แผนผังการควบคุมความถี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบไฟฟ้ากำลังแสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แผนผังการควบคุมความถี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบไฟฟ้ากำลัง

จากแผนผังในภาพที่ 2.1 จะทำการวิเคราะห์และจำลองแบบของระบบไฟฟ้ากำลังด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวิธีการจำลองมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีคือ แทนด้วยฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer function) และแทนด้วยตัวแปรสถานะ (State variable) ในที่นี้จะใช้วิธีแทนด้วยฟังก์ชันถ่ายโอนและประมาณว่าระบบที่วิเคราะห์เป็นระบบเชิงเส้นโดยจะทำการจำลองแต่ละส่วนของแผนผังได้ดังต่อไปนี้

2.1.1 การจำลองแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator model)

กำหนดให้เครื่องจักรกลแบบซิงโครนัสเขียนสมการความสัมพันธ์ได้ดังสมการ (2.1)

$$\frac{2H}{\omega_s}\frac{d^2\Delta\delta}{dt^2} = \Delta P_m - \Delta P_e \tag{2.1}$$

เมื่อ $\Delta\delta$ คือค่าความเบี่ยงเบนของมุมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ω_s คือความเร็วเชิงมุมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ΔP_m คือกำลังงานทางกล

ΔP_e คือกำลังไฟฟ้า

H คือค่าคงตัวความเฉื่อยของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เขียนสมการความสัมพันธ์กรณีที่ความเร็วรอบเกิดการเบี่ยงเบนได้ดังสมการ (2.2)

$$\frac{d\Delta \frac{\omega}{\omega_s}}{dt} = \frac{1}{2H}\left(\Delta P_m - \Delta P_e\right) \tag{2.2}$$

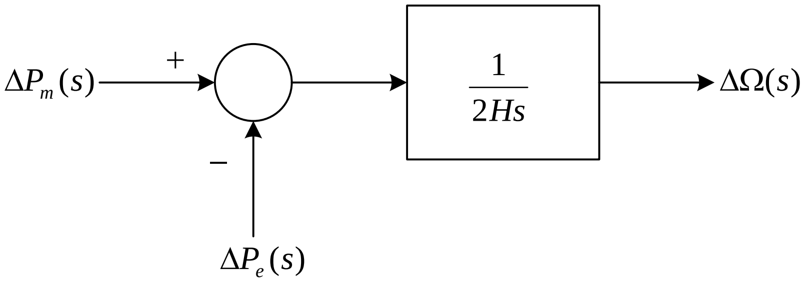
เขียนสมการ (2.2) ในหน่วยเปอร์ยูนิต(per unit)

$$\frac{d\Delta\omega}{dt} = \frac{1}{2H}\left(\Delta P_m - \Delta P_e\right) \tag{2.3}$$

แปลงลาปลาซสมการ (2.3)

$$\Delta\Omega(s) = \frac{1}{2Hs}\left[\Delta P_m(s) - \Delta P(s)\right] \tag{2.4}$$

จากสมการ (2.4) เขียนแทนด้วยบล็อกไดอะแกรมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ดังภาพที่ 2.2



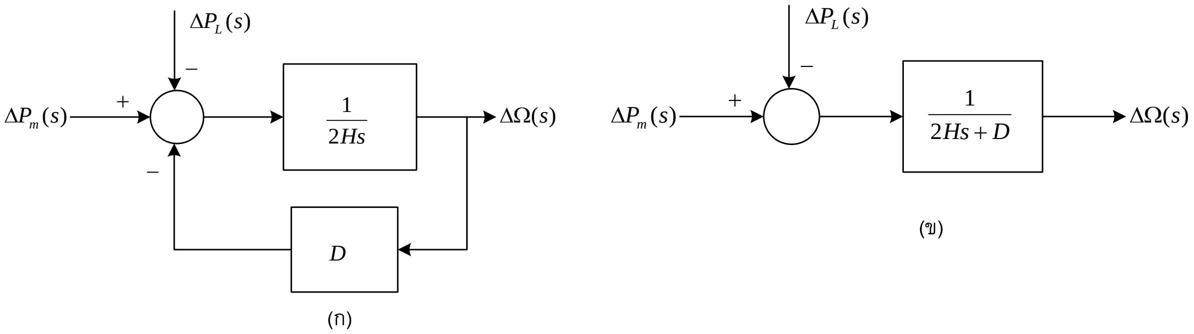
ภาพที่ 2.2 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.1.2 แบบจำลองของโหลด (Load model)

โหลดของระบบไฟฟ้ากำลังประกอบด้วยอุปกรณ์ทางไฟฟ้าต่างๆ สำหรับโหลดที่เป็นค่าความต้านทานได้แก่ หลอดไฟฟ้าและโหลดความร้อนซึ่งกำลังไฟฟ้าไม่ขึ้นกับความถี่นั่นเอง ส่วนโหลดมอเตอร์จะไวต่อการเปลี่ยนแปลงความถี่ ความไวขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของคุณลักษณะของความเร็วของโหลดประมาณค่าได้ดังสมการ (2.5)

$$\Delta P_e = \Delta P_L - D\Delta\omega \tag{2.5}$$

เมื่อ ΔP_L คือการเปลี่ยนแปลงโหลด และ $D\Delta\omega$ คือการเปลี่ยนแปลงโหลดที่ไวต่อความถี่ ส่วน D คือการเปลี่ยนแปลงโหลดต่อการเปลี่ยนแปลงความถี่เป็นเปอร์เซ็นต์ รวมแบบจำลองของโหลดในบล็อกไดอะแกรมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังภาพที่ 2.3(ก) และลดภาพบล็อกไดอะแกรมของภาพที่ 2.3(ก) ให้ง่ายขึ้นดังภาพที่ 2.3(ข)

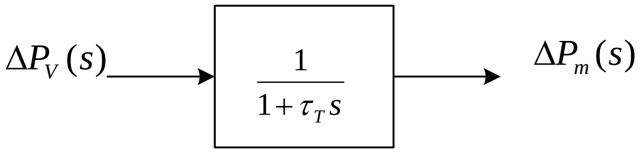


ภาพที่ 2.3 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลด

2.1.3 แบบจำลองเครื่องต้นกำลัง (Prime mover model)

แหล่งกำลังทางกลที่รู้จักกันโดยทั่วไปคือเครื่องต้นกำลัง อาจจะเป็นเทอร์ไบน์ไฮดรอลิกที่โรงไฟฟ้าพลังน้ำ เทอร์ไบน์ไอน้ำซึ่งได้รับพลังงานมาจากถ่านหิน แก๊ส พลังงานนิวเคลียร์และแก๊สเทอร์ไบน์ แบบจำลองของเทอร์ไบน์เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงเอาต์พุตกำลังทางกล ΔP_m ที่เปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวาล์วไอน้ำ ΔP_V คุณลักษณะของเทอร์ไบน์จะแตกต่างกันในแต่ละชนิด แบบจำลองอย่างง่ายของเครื่องต้นกำลัง ดังสมการ (2.6) เขียนแทนด้วยบล็อกไดอะแกรมดังภาพที่ 2.4

$$G_T(s) = \frac{\Delta P_m(s)}{\Delta P_V(s)} = \frac{1}{1+\tau_T s} \tag{2.6}$$



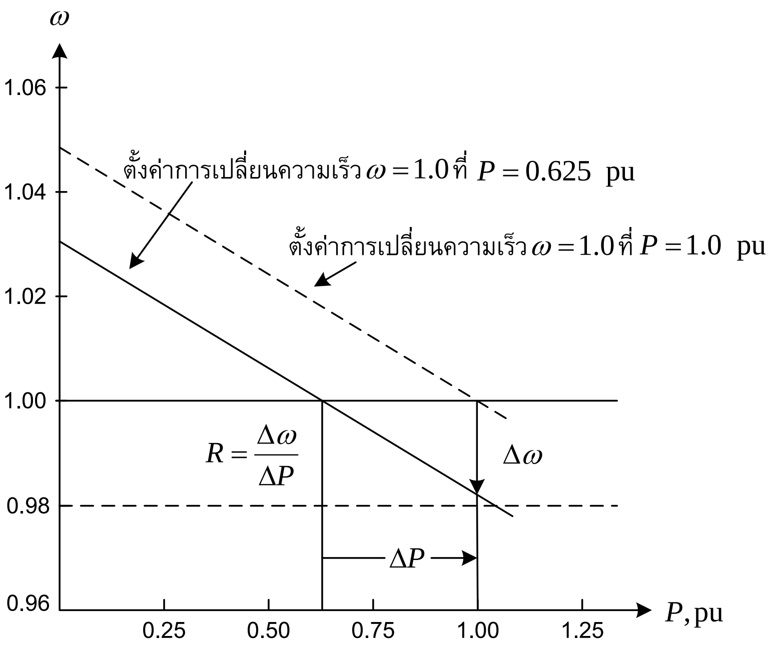
ภาพที่ 2.4 บล็อกไดอะแกรมอย่างง่ายของเทอร์ไบน์ไอน้ำ

เมื่อ τ_T ค่าคงตัวเวลาของเทอร์ไบน์ใช้ในช่วงเวลา 0.2 ถึง 2.0 วินาที

2.1.4 แบบจำลองกัลเวอร์เนอร์ (Governor model)

เมื่อโหลดทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทำให้กำลังไฟฟ้าเกินอินพุตกำลังทางกล ความไม่สมดุลทางกำลังนี้ถูกจ่ายโดยพลังงานจลน์ที่สะสมในระบบการหมุน การลดพลังงานจลน์ทำให้ความเร็วของเทอร์ไบน์และความถี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าลดลง การเปลี่ยนความเร็วถูกมองเป็นกัลเวอร์เนอร์เทอร์ไบน์ทำหน้าที่ปรับวาล์วอินพุตของเทอร์ไบน์ในการเปลี่ยนเอาต์พุตกำลังทางกล

เพื่อเข้าสู่ความเร็วที่สภาวะคงตัวรอบใหม่ สำหรับการทำงานที่เสถียรภาพกัลเวอร์เนอร์ถูกออกแบบให้ความเร็วตกลงขณะที่โหลดเพิ่มขึ้น คุณลักษณะของกัลเวอร์เนอร์ที่สภาวะคงตัวดังแสดงในภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 คุณลักษณะของกัลเวอร์เนอร์ที่สภาวะคงตัว

จากภาพที่ 2.5 ความชันของกราฟแทนด้วยค่าคงที่การปรับความเร็วกัลเวอร์เนอร์ (Speed regulation) R การปรับความเร็วกัลเวอร์เนอร์ที่ใช้ทั่วไปคือ 5 % ถึง 6 % จากศูนย์จนถึงโหลดสูงสุด กลไกของกัลเวอร์เนอร์ทำหน้าที่เป็นตัวเปรียบเทียบเอาต์พุต ΔP_g นั่นคือค่าความแตกต่างระหว่างกำลังอ้างอิง ΔP_{ref} และกำลัง $\frac{1}{R}\Delta\omega$ ได้จากคุณลักษณะความเร็วของความเร็วกัลเวอร์เนอร์ ดังสมการ(2.7)

$$\Delta P_g = \Delta P_{ref} - \frac{1}{R}\Delta\omega \qquad (2.7)$$

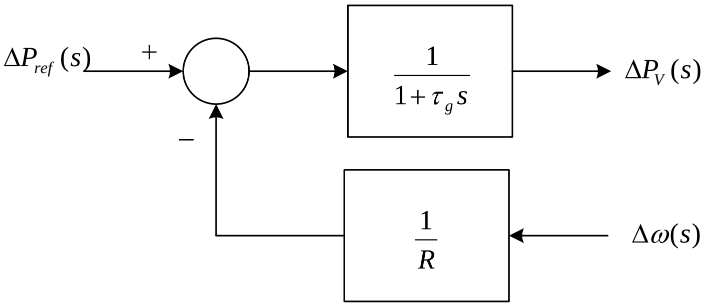
จากสมการ (2.7) แปลงลาปลาซ

$$\Delta P_g(s) = \Delta P_{ref}(s) - \frac{1}{R}\Delta\Omega(s) \qquad (2.8)$$

ค่าของ ΔP_g จะถูกแปลงผ่านตัวขยายทางไฮดรอลิกตำแหน่งวาล์วไอน้ำ ΔP_V กำหนดให้ระบบเป็นเชิงเส้นค่าคงตัวเวลาคือ τ_g ได้สมการความสัมพันธ์ในโดเมน s

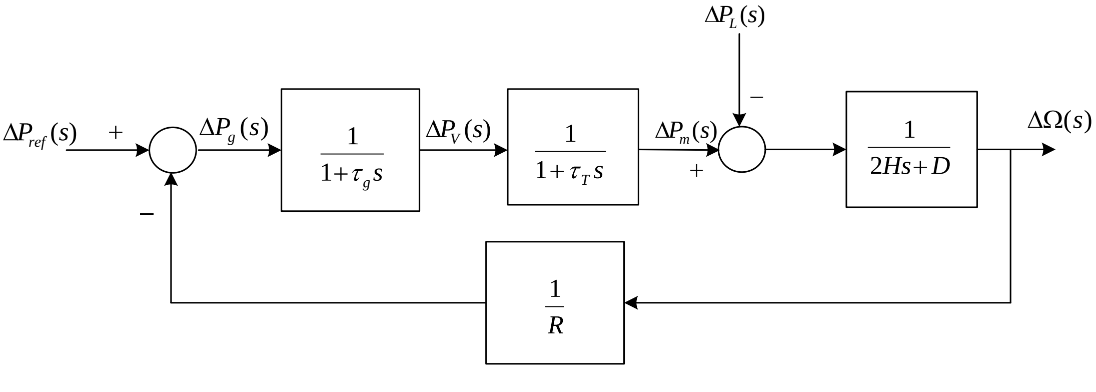
$$\Delta P_V(s) = \frac{1}{1+\tau_g}\Delta P_g(s) \tag{2.9}$$

จากสมการ (2.8) และ (2.9) เขียนแทนด้วยบล็อกไดอะแกรมดังภาพที่ 2.6

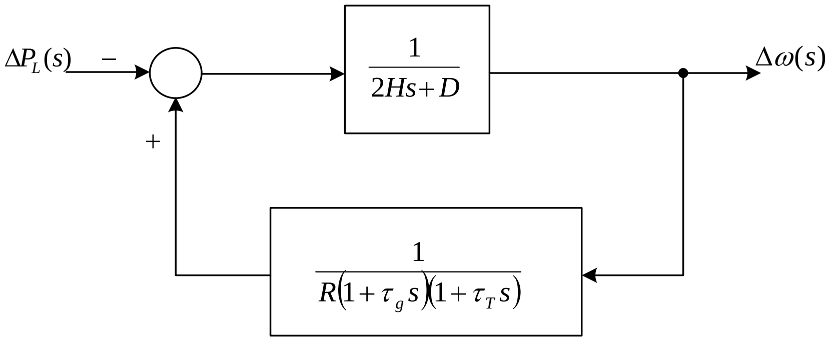


ภาพที่ 2.6 บล็อกไดอะแกรมระบบความเร็วของกัลเวอร์เนอร์สำหรับเทอร์ไบน์ไอน้ำ

บล็อกไดอะแกรมย่อยๆที่กล่าวมาในข้างต้นนำมารวมกันได้บล็อกไดอะแกรมรวมเป็นการควบคุมความถี่ของโหลดของระบบไฟฟ้ากำลังแบบเขตเดียวดังภาพที่ 2.7 และจากภาพที่ 2.7 เขียนบล็อกไดอะแกรมใหม่โดยกำหนดให้ค่าอินพุตโหลดที่มีการเปลี่ยนแปลงมีค่าเป็น $-\Delta P_L(s)$ และเอาต์พุตคือค่าเบี่ยงเบนของความถี่ $\Delta\Omega(s)$ ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.7 บล็อกไดอะแกรมของการควบคุมความถี่ของโหลดระบบไฟฟ้ากำลังแบบเขตเดียว



ภาพที่ 2.8 บล็อกไดอะแกรมของ LFC ที่มีอินพุต $\Delta P_L(s)$ และเอาต์พุต $\Delta\Omega(s)$

หาฟังก์ชันลูปเปิดของภาพที่ 2.8 ได้ดังสมการ (2.10)

$$KG(s)H(s) = \frac{1}{R}\frac{1}{(2Hs+D)(1+\tau_g s)(1+\tau_T s)} \tag{2.10}$$

หาฟังก์ชันถ่ายโอนลูปปิดที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงโหลด ΔP_L และการเปลี่ยนแปลงความถี่ $\Delta\Omega$

$$\frac{\Delta\Omega(s)}{-\Delta P_L(s)} = \frac{(1+\tau_g s)(1+\tau_T s)}{(2Hs+D)(1+\tau_g s)(1+\tau_T s)+\frac{1}{R}} \tag{2.11}$$

ดังนั้นเอาต์พุตมีค่าเป็นดังสมการ (2.12)

$$\Delta\Omega(s) = -\Delta P_L(s)T(s) \tag{2.12}$$

ถ้ากำหนดให้โหลดอินพุตเป็นฟังก์ชันขั้นหนึ่งหน่วย นั่นคือ $\Delta P_L(s) = \frac{\Delta P_L}{s}$ ใช้ทฤษฎีค่าสุดท้ายเพื่อหาค่าเบี่ยงเบนความถี่ที่สภาวะคงตัว $\Delta\omega$ ดังสมการ (2.13)

$$\Delta\omega_{ss} = \lim_{s\to 0} s\Delta\Omega(s) = (-\Delta P_L)\frac{1}{D+\frac{1}{R}} \tag{2.13}$$

จะเห็นได้ว่ากรณีโหลดไม่ขึ้นกับความถี่นั่นคือ $D=0$ ค่าเบี่ยงเบนความถี่ที่สภาวะคงตัวหาได้จากค่าการปรับความเร็วกัลเวอร์เนอร์ ตามสมการ (2.14)

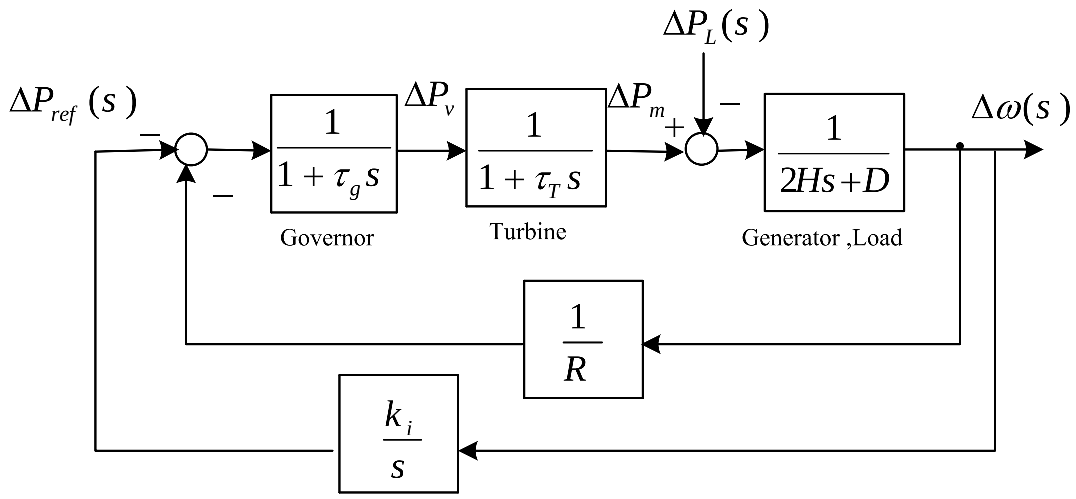
$$\Delta\omega_{ss} = (-\Delta P_L)R \tag{2.14}$$

และในกรณีที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลายเครื่องที่มีค่าการปรับความเร็วกัลเวอร์เนอร์เป็น $R_1, R_2, ..., R_n$ ต่ออยู่ในระบบ หาค่าเบี่ยงเบนความถี่ที่สภาวะคงตัวมีค่าตามสมการ(2.15)

$$\Delta\omega_{ss} = \left(-\Delta P_L\right)\frac{1}{D + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ... + \frac{1}{R_n}} \tag{2.15}$$

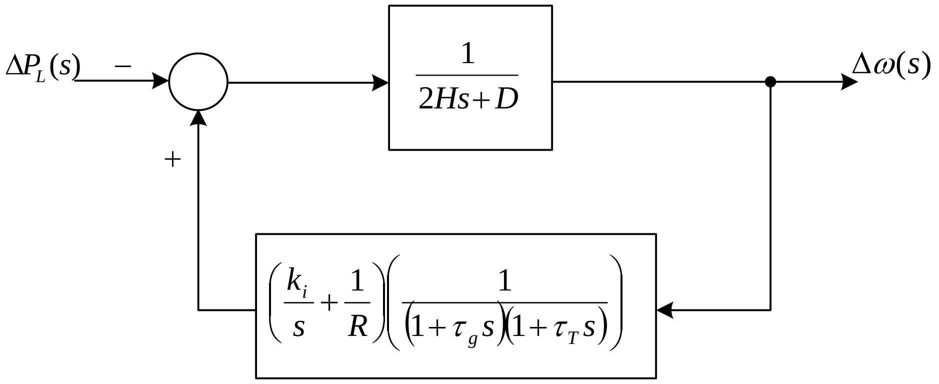
2.2 ระบบควบคุมความถี่อัตโนมัติ

ถ้าโหลดของระบบมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ความเร็วรอบของเทอร์ไบน์ตกลงที่ความเร็วรอบที่คงที่ แต่ความเร็วที่คงที่นี้จะไม่อยู่ที่ค่าที่ตั้งไว้ (Set point) ซึ่งมีผลทำให้เกิดออฟเซตและทำให้ระบบมีความถี่ต่ำกว่าพิกัดด้วย วิธีการหนึ่งที่จะรักษาความเร็วรอบหรือความถี่ให้คงที่ที่ค่าพิกัด ทำได้โดยการเพิ่มตัวอินทิเกรตหรือวงจรอินทิเกรเตอร์เข้าไปในระบบซึ่งจะแก้ออฟเซตของระบบได้ ถึงแม้ว่าโหลดของระบบมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ระบบจะทำการปรับอัตโนมัติให้ได้ความถี่ตามพิกัดซึ่งวิธีการนี้เรียกว่า **Automatic Generation Control: AGC** นั่นเอง ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 บล็อกไดอะแกรม AGC สำหรับระบบไฟฟ้ากำลังแบบเขตเดียว

โดยที่อัตราการขยายของตัวควบคุมแบบอินทิเกรท k_i ทำหน้าที่ในการปรับผลตอบสนองชั่วขณะ และทำการรวมบล็อกที่ขนานกันเขียนบล็อกไดอะแกรมสมมูลได้ดังภาพที่ 2.10



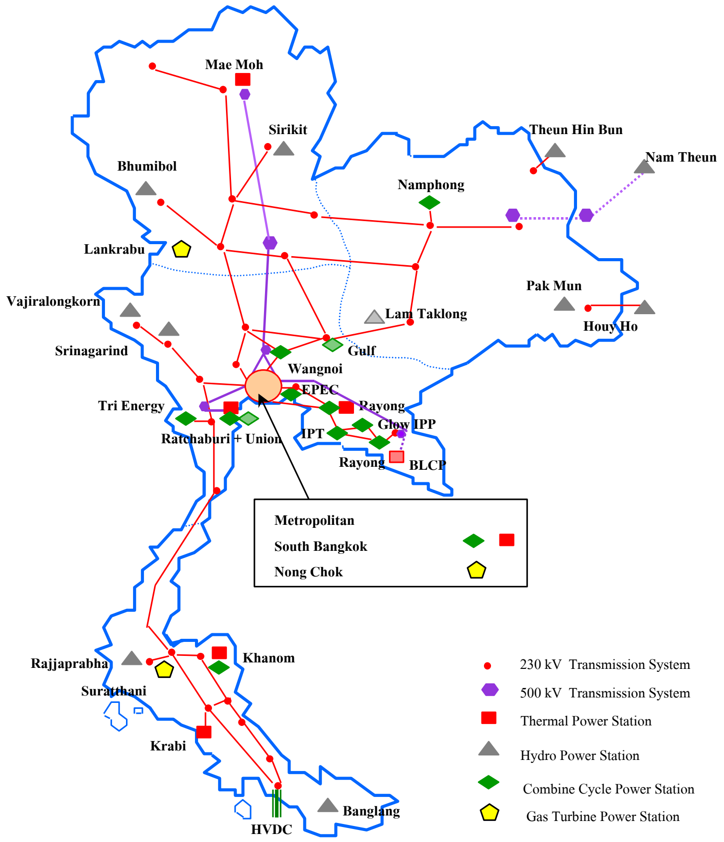
ภาพที่ 2.10 บล็อกไดอะแกรมสมมูล AGC สำหรับระบบไฟฟ้ากำลังแบบเขตเดียว

หาฟังก์ชันถ่ายโอนลูปปิดได้เป็นดังสมการ (2.16)

$$\frac{\Delta\Omega(s)}{-\Delta P_L(s)} = \frac{s(1+\tau_g s)(1+\tau_T s)}{s(2Hs+D)(1+\tau_g s)(1+\tau_T s)+k_i+\dfrac{s}{R}} \qquad (2.16)$$

2.3. ระบบผลิตของประเทศไทย

องค์กรที่ดำเนินธุรกิจด้านไฟฟ้าในประเทศไทยประกอบด้วย 3 องค์กรหลัก นั่นคือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) สำหรับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยนั้นมีหน้าที่รับผิดชอบในการผลิตและส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าโดยอาศัยสายส่งไฟฟ้าแรงสูง ส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าพาดผ่านไปในท้องที่ต่างๆทั่วประเทศ ส่วนการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีหน้าที่รับผิดชอบในการกระจายกำลังไฟฟ้าที่ระดับแรงดันต่ำไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าในท้องที่ที่รับผิดชอบ ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่มีขนาดแรงดัน 230/500 kV และโรงไฟฟ้าหลักทั้งหมดในประเทศไทยแสดงดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 โรงไฟฟ้าหลักและสายส่งกำลังขนาดแรงดัน 230/500 kV ของประเทศไทย

ในปี พ.ศ.2549 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยมีสถานีไฟฟ้าย่อย 205 สถานีและมีระบบสายส่งไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 30,091.87 วงจร-กิโลเมตร การเชื่อมโยงระบบสายส่งระดับแรงดันไฟฟ้าสูงสุด 500 kV และลดต่ำลงถึงระดับแรงดัน 22 kV กำลังผลิตติดตั้งรวมมีค่าเป็น 27,107.21 MW กำลังการผลิตจากโรงไฟฟ้าชนิดต่างๆได้มาจาก การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ (Independent Power Producers : IPPs), ผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (Small Power Producers : SPPs) และการแลกเปลี่ยนกำลังไฟฟ้าจากประเทศใกล้เคียง ความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดในประเทศมีค่าเป็น 21,064 MW ในวันที่ 4 พฤษภาคม 2549 เมื่อเวลา 13.30 น.

2.4 โรงไฟฟ้าในประเทศไทย

2.4.1 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ มีจำนวนทั้งหมด 20 โรง ได้แก่เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนวชิราลงกรณ์ เขื่อนรัชชประภา เขื่อนบางลาง เขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนสิรินธร เขื่อนจุฬาภรณ์ เขื่อนปากมูล เขื่อนลำตะคอง เขื่อนน้ำพุง เขื่อนห้วยกุ่ม เขื่อนแก่งกระจาน เขื่อนท่าทุ่งนา เขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล โรงไฟฟ้าบ้านสันติ โรงไฟฟ้าบ้านขุนกลาง โรงไฟฟ้าคลองช่องกล่ำ และโรงไฟฟ้าบ้านยาง ซึ่งโรงไฟฟ้าพลังน้ำจะใช้น้ำในลำน้ำธรรมชาติเป็นพลังงานในการเดินเครื่อง โดยวิธีสร้างเขื่อนปิดกั้นแม่น้ำไว้ เป็นอ่างเก็บน้ำ ให้มีระดับอยู่ในที่สูงจนมีปริมาณน้ำ และแรงดันเพียงพอที่จะนำมาหมุนเครื่องกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งอยู่ในโรงไฟฟ้าท้ายน้ำที่มีระดับต่ำกว่าได้ โดยแบ่งประเภทของโรงไฟฟ้าพลังน้ำตามลักษณะการบังคับน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าได้ 4 แบบ คือ

1. **โรงไฟฟ้าแบบมีน้ำไหลผ่านตลอดปี (Run-of-river Hydro Plant)**

โรงไฟฟ้าแบบนี้ไม่มีอ่างเก็บน้ำ จะผลิตไฟฟ้าโดยการใช้น้ำที่ไหลตามธรรมชาติของลำน้ำ ส่วนใหญ่โรงไฟฟ้าแบบนี้จะอาศัยติดตั้งอยู่กับเขื่อนผันน้ำชลประทานซึ่งมีน้ำไหลผ่านตลอดปี จากการกำหนดกำลังผลิตติดตั้งมักจะคิดจากอัตราการไหลของน้ำประจำปี ช่วงต่ำสุดเพื่อที่จะสามารถเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าได้อย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี

2. โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก (Regulating Pond Hydro Plant)

โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กที่สามารถบังคับการไหลของน้ำได้ในช่วงสั้นๆ เช่น ประจำวัน หรือประจำสัปดาห์ การผลิตไฟฟ้าจะสามารถควบคุมให้สอดคล้องกับความต้องการได้ดีกว่าโรงไฟฟ้าแบบ (Run-of-river) แต่อยู่ในช่วงเวลาที่จำกัดตามขนาดของอ่างเก็บน้ำ

3. โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ (Reservoir Hydro Plant)

โรงไฟฟ้าแบบนี้มีเขื่อนกั้นน้ำขนาดใหญ่และสูงกั้นขวางลำน้ำไว้ ทำให้เกิดเป็นทะเลสาบใหญ่ ซึ่งสามารถเก็บกักน้ำในฤดูฝนและนำไปใช้ในฤดูแล้งได้ และยังสามารถควบคุมการใช้น้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้าเสริมในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงตลอดปี

4. โรงไฟฟ้าแบบสูบน้ำกลับ (Pumped Storage Hydro Plant)

โรงไฟฟ้าแบบนี้มีเครื่องสูบน้ำที่สามารถสูบน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำลงมาแล้วนำกลับขึ้นไป เก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีก เป็นการแปลงพลังงานที่เหลือใช้ในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำไปสะสมไว้ในภาพของการเก็บน้ำในอ่างน้ำ เพื่อที่จะสามารถใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกครั้งหนึ่งในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง เช่น เวลาหัวค่ำ

2.4.2 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน มีจำนวนทั้งหมด 3 โรง ได้แก่ โรงไฟฟ้าบางประกง โรงไฟฟ้าพระนครใต้ และโรงไฟฟ้าแม่เมาะ เป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้เครื่องกังหันไอน้ำเป็นเครื่องต้นกำลังหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไอน้ำที่มีความดันและอุณหภูมิสูงนี้ได้จากการเปลี่ยนสถานะของน้ำในหม้อน้ำ เมื่อได้รับพลังความร้อนจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในเตาเผา (Furnace) ไอน้ำจะถูกส่งไปขับดันกังหันไอน้ำ ซึ่งมีเพลาต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หลังจากนั้นก็จะผ่านไปกลั่นตัวเป็นน้ำที่เครื่องควบแน่น (Condenser) และถูกส่งกลับมารับความร้อนใหม่ในหม้อน้ำ เนื่องจากไม่สามารถเปลี่ยนสถานะของน้ำให้เป็นไอได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเริ่มเดินเครื่องแต่ละครั้ง จนใช้งานได้ จะใช้เวลาอย่างน้อยประมาณ 5–10 ชั่วโมง ดังนั้นจึงเหมาะที่จะใช้เป็นโรงไฟฟ้าฐาน (Base Load Plant) ซึ่งทำหน้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าตลอดเวลาเป็นระยะเวลานานก่อนการหยุดเครื่องแต่ละครั้ง โดยทั่วไปโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำมีขนาดประมาณ 100–1,300 เมกะวัตต์ สามารถใช้เชื้อเพลิงได้หลายชนิด เช่น ถ่านหิน น้ำมันเตา ก๊าซธรรมชาติ ขยะ ฯลฯ และมีประสิทธิภาพประมาณ 30–35 % และมีอายุการใช้งานประมาณ 25 ปี

2.4.3 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม มีจำนวนทั้งหมด 5 โรง ได้แก่โรงไฟฟ้าบางประกง โรงไฟฟ้าพระนครใต้ โรงไฟฟ้าน้ำพอง โรงไฟฟ้าวังน้อย และโรงไฟฟ้าสุราษฎร์ธานี ซึ่งโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม เป็นการนำเอาเทคโนโลยีของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ และโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำมาใช้งานเป็นระบบร่วมกัน โดยการนำไอเสียจากโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ ซึ่งมีความร้อนสูง (ประมาณ 500 องศาเซลเซียส) ไปผ่านหม้อน้ำ (Heat Recovery Steam Generator) และถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ ทำให้น้ำเดือดกลายเป็นไอ เพื่อขับกังหันไอน้ำ สำหรับผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อไป โดยทั่วไปโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมจะประกอบด้วยเครื่องกังหันก๊าซ 1–4 เครื่องร่วมกับกังหันไอน้ำ 1 เครื่อง โดยมีประสิทธิภาพรวม 40-45% มีอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี และใช้เป็นโรงไฟฟ้าผลิตพลังงานปานกลางถึงระดับพื้นฐาน (Medium to Base Load Plant)

2.4.4 โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน มีจำนวนทั้งหมด 4 โรง ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนที่ฝาง โรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์–กังหันลมที่แหลมพรหมเทพ โรงไฟฟ้าเซลล์

แสงอาทิตย์–กังหันน้ำที่คลองช่องกล่ำ และโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผาบ่อง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งพลังงานใดๆที่จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทดแทนแหล่งพลังงาน ซึ่งมีการสะสมตามธรรมชาติ และใช้หมดไป พลังงานทดแทนภายในประเทศซึ่งมีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ผลิตไฟฟ้า เช่น พลังงานจากแสงอาทิตย์ ลม ความร้อนใต้พิภพ น้ำ พืช วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ขยะ ฯ เนื่องจาก พลังงานทดแทนดังกล่าวมีลักษณะ กระจายอยู่ตามธรรมชาติและไม่มีความสม่ำเสมอ การลงทุนเพื่อ นำมาใช้ประโยชน์ผลิตไฟฟ้าจึงสูงกว่าการนำมาใช้ประโยชน์จากแหล่งประเภทน้ำมัน ถ่านหิน ฯลฯ

2.5 โปรแกรม Simulink

โปรแกรม MATLAB เป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการอำนวยความสะดวกในการคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคำนวณเกี่ยวกับเวคเตอร์และเมตริกซ์ทั้งในระบบจำนวนจริงและในระบบจำนวนเชิงซ้อน ดังนั้นโปรแกรม MATLAB จึงได้นำไปใช้งานกันอย่างแพร่หลายในการคำนวณและการวิเคราะห์ โปรแกรม MATLAB จะมีการกำหนดฟังก์ชันคณิตศาสตร์ ค่าตัวแปรและคำสั่งที่ใช้ในการจัดการแฟ้มข้อมูล เพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งาน โปรแกรม MATLAB สามารถจำลอง ทดสอบ และวิเคราะห์การทำงานของระบบพลศาสตร์ในเชิงเวลาได้โดยการใช้ simulink ซึ่งเป็นเครื่องมือ (toolbox) ที่อยู่ในโปรแกรม MATLAB โดยจะทำงานภายใต้หน้าต่างที่เป็นการเชื่อมต่อทางภาพภาพ (GUI) ของ simulink เท่านั้น คำว่า simulink มาจากสองคำคือ simulation และ Link การใช้งาน simulink จะกระทำโดยการนำ block diagram แต่ละ block ในหน้าต่างๆ ของ Library simulink มาต่อกันตามที่เราต้องการ และสามารถจำลองระบบได้ทั้งระบบที่เป็นเชิงเส้น ไม่เป็นเชิงเส้น ระบบเวลาต่อเนื่อง และระบบเวลาไม่ต่อเนื่อง การจำลองระบบสามารถกระทำได้โดยการป้อนอินพุทให้กับระบบที่สร้างไว้แล้วดูผลเอาท์พุทของระบบ