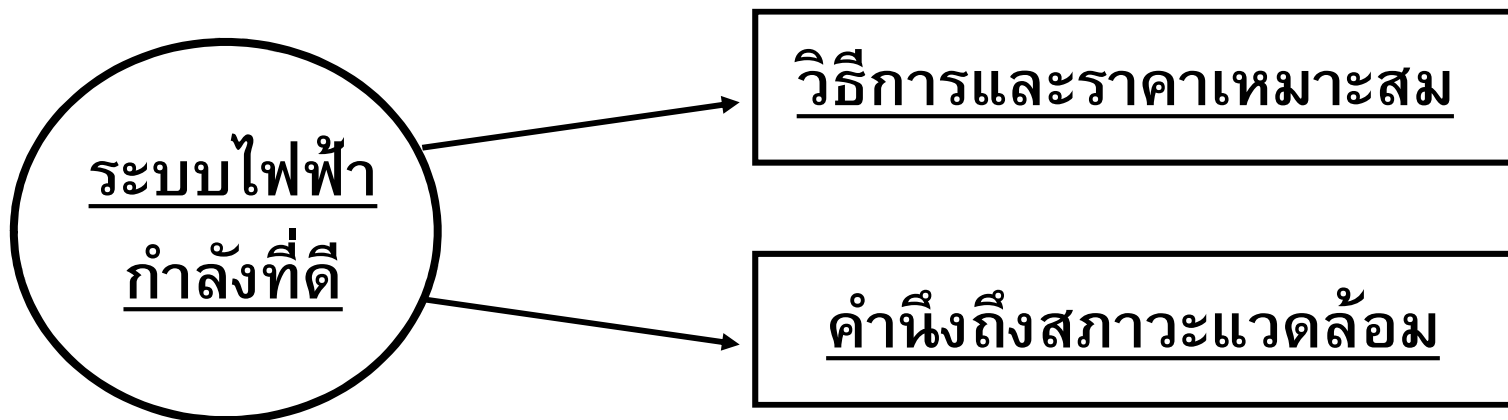


บทที่ 1
ระบบไฟฟ้าเบื้องต้น
Basic of Electrical System

ระบบไฟฟ้ากำลังที่ดี

ระบบไฟฟ้าที่มีกระบวนการผลิต การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ด้วย **วิธีการและราคาที่เหมาะสม** และ **คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสถานะแวดล้อม**



ระบบไฟฟ้ากำลังที่มีประสิทธิภาพ

ระบบไฟฟ้าที่สามารถดำเนินการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าไปตามโครงข่ายสายส่งโดย**เกิดความสูญเสียน้อยที่สุด**และ**มีความมั่นคงเป็นที่น่าเชื่อถือ**ได้ต่อผู้ใช้งานสามารถ**รักษาระดับแรงดัน และความถี่**ให้คงที่ได้

เกิด losses น้อยที่สุด

มั่นคงน่าเชื่อถือ

รักษาแรงดันและ
ความถี่ให้คงที่

การออกแบบและการวางแผนระบบไฟฟ้า

การออกแบบและวางแผนการผลิตและส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า
ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

ความปลอดภัย (Safety)

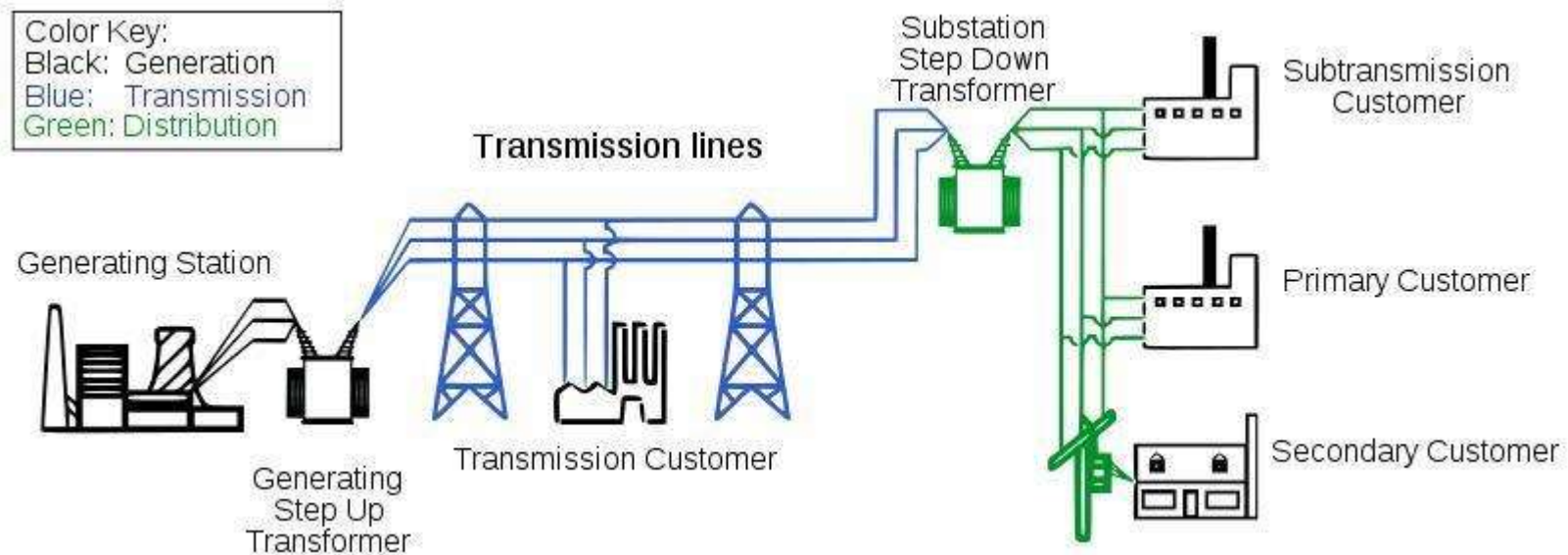
ความน่าเชื่อถือ (Reliability)

ความสามารถในการใช้งาน (Availability)

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact)

ความเหมาะสมและความประหยัด (Economic)

ระบบผลิต ส่งจ่ายและจำหน่ายระบบไฟฟ้าในปัจจุบัน



ระบบผลิต

ทำหน้าที่ผลิตกำลังไฟฟ้าโดยเปลี่ยนแปลงจากพลังงานรูปต่าง ๆ มาเป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ไฟโดยมีองค์กรหลักในการบริหารจัดการคือ EGAT เพื่อผลิตและส่งจ่ายไปยัง PEA และ MEA หน่วยงานที่ทำหน้าที่ผลิตหลักคือ โรงไฟฟ้าต่าง ๆ

โรงไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydro Power Plant)

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนหรือโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ (Thermal/Steam Power Plant)

โรงไฟฟ้าพลังกังหันก๊าซ (Gas Turbine Power Plant)

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (Combine Power Plant)

ระบบผลิต (ต่อ)

โรงไฟฟ้าพลังเครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Power Plant)

โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear Power Plant)

พลังงานทดแทน

พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ (Solar Thermal Power)

พลังงานลม (Wind Power)

พลังงานชีวมวล (Biomass Power)

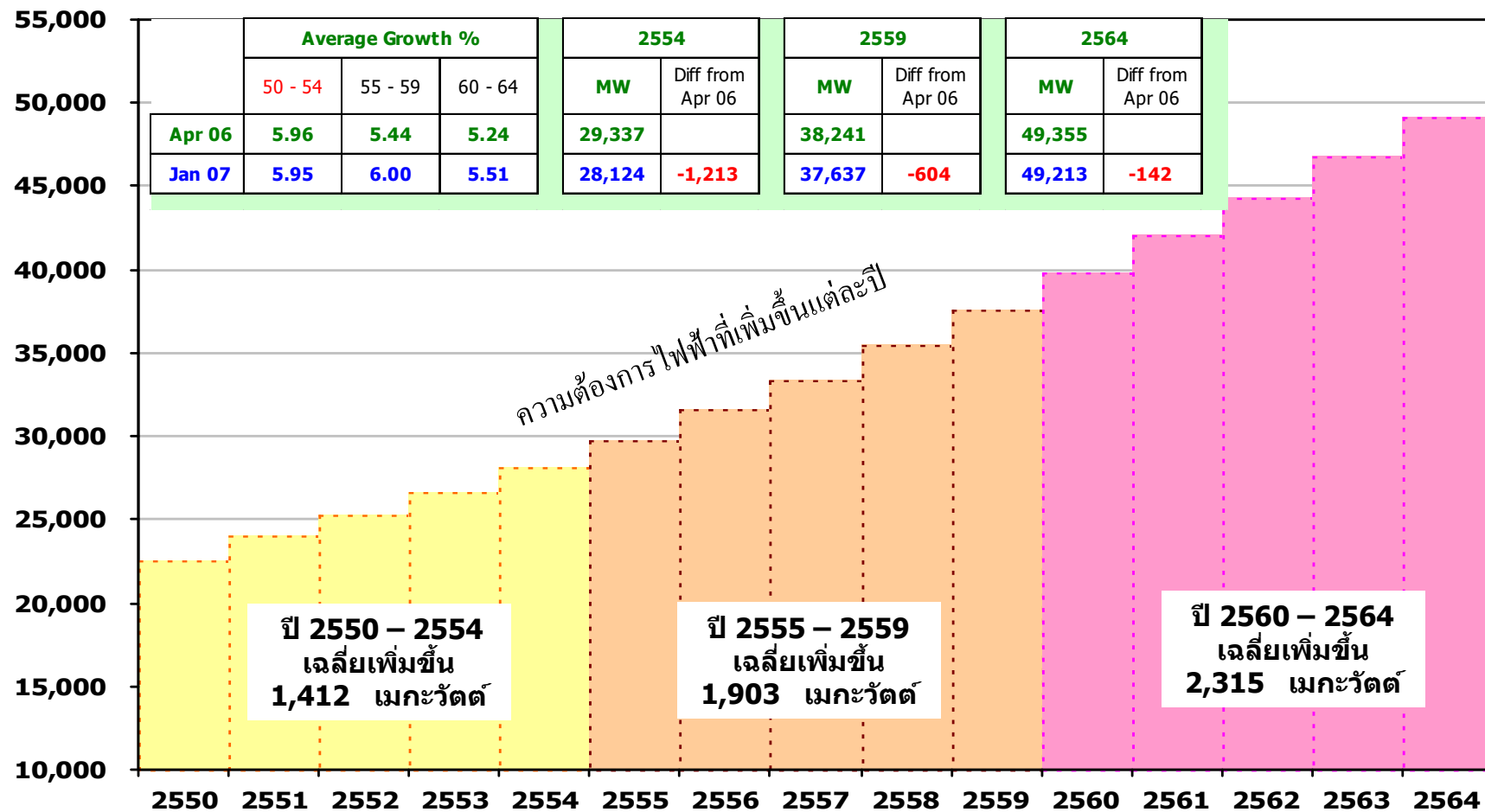
พลังงานความร้อนใต้พิภพ (Geothermal Power)

พลังงานแสงอาทิตย์ (Photovoltaic Power)

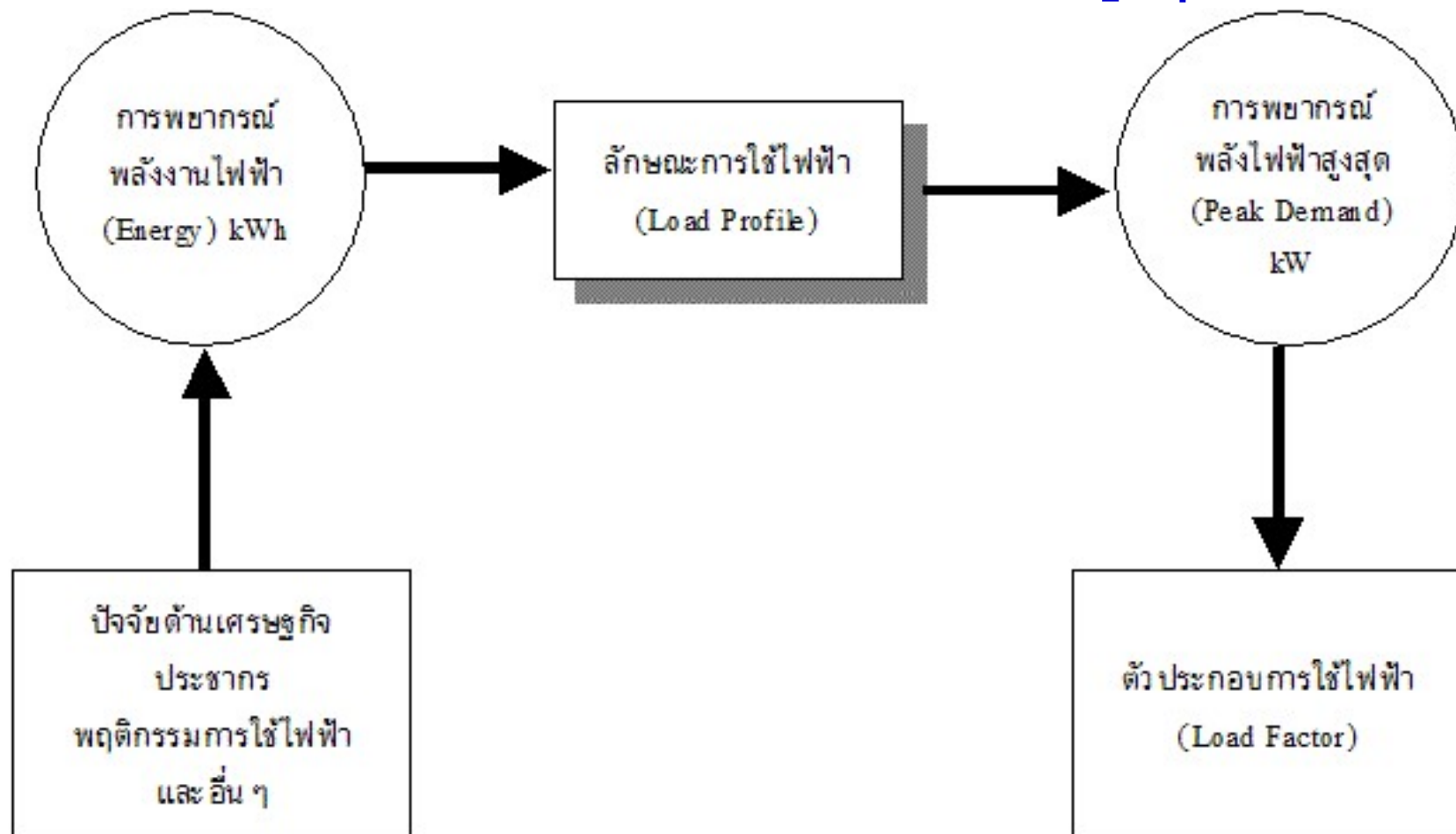
การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า

เมกะวัตต์

ชุดมกราคม 2550



ขั้นตอนการพยากรณ์กำลังไฟฟ้าสูงสุด



สมมติฐานในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า

- อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ
- การเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้า
- มาตรการของรัฐบาลเกี่ยวกับไฟฟ้า
 - การอนุรักษ์พลังงาน
 - การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน/หมุนเวียน

โรงไฟฟ้าที่พิจารณาเป็นทางเลือก

-  โรงไฟฟ้าถ่านหิน 700 MW
-  โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ 1,000 MW
-  โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม 700 MW
-  โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส 230 MW
-  โรงไฟฟ้าพลังน้ำ
-  พลังงานทดแทน???

โรงไฟฟ้าที่พิจารณาเป็นทางเลือก(ต่อ)

✚ โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

พลังลม :

แหลมพรหมเทพ

กำลังผลิต 0.2 MW



โรงไฟฟ้าที่พิจารณาเป็นทางเลือก(ต่อ)

✚ โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

พลังแสงอาทิตย์ :
ผาบ่อง
กำลังผลิต 0.5 MW



โรงไฟฟ้าที่พิจารณาเป็นทางเลือก(ต่อ)

✚ โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

พลังความร้อนใต้พิภพ :
อ.ฝาง จ.เชียงใหม่
กำลังผลิต 0.3 MW



เชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า

 น้ำมันเตา (กำลังเลิกใช้)

 น้ำมันดีเซล

 ก๊าซธรรมชาติ

 ถ่านหินลิกไนต์

 ถ่านหินนำเข้า

 พลังทดแทนอื่น ๆ

หน่วยงานที่รับผิดชอบในการผลิต ส่งจ่ายและ จำหน่ายกำลังไฟฟ้า

กฟผ. (EGAT-Electricity Generating Authority) – 500, 230, 132,
115, 69 kV

กฟน. (MEA – Metropolitan Electricity Authority) – 24, 12 kV

กฟภ. (PEA – Provincial Electricity Authority) – 33, 22, 11 kV

ระดับแรงดันไฟฟ้าในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

Low Voltage : 220,380 V

Medium Voltage : 11-69 kV

High Voltage : 115-230 kV

Extra High Voltage : 500 kV Up

ศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้า (กฟผ.เป็นผู้ดูแล)

หน้าที่ของศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้า: เป็นศูนย์กลางคอยควบคุมและประสานงานเพื่อให้การผลิตและจ่ายกระแสไฟฟ้าของโรงจักรไฟฟ้าจากแหล่งต่างๆ จนถึงผู้ใช้งานสอดคล้องประสานกันโดยเป็นไปอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ รวมทั้งด้านความปลอดภัยด้วย

หน่วยงานของศูนย์ควบคุม

แบ่งออกเป็น 5 แห่งได้แก่

- ส่วนกลาง : อยู่จังหวัด นนทบุรี
- เขต 1 : ภาคกลาง ตะวันออก และ ตะวันตก รวม 24 จังหวัด
- เขต 2 : ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวม 19 จังหวัด
- เขต 3 : ภาคใต้ตั้งแต่ชุมพรลงไป
- เขต 4 : ภาคเหนือ และภาคกลางตอนเหนือ รวม 18 จังหวัด

หน่วยงานของศูนย์ควบคุม (ต่อ)



- ภาคเหนือ – เชียงใหม่ พิษณุโลก ลพบุรี
- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ – อุดรธานี
อุดรราชธานี นครราชสีมา
- ภาคกลาง – อโยธยา ชลบุรี นครปฐม
- ภาคใต้ – เพชรบุรี นครศรีธรรมราช ยะลา

การวางแผนระบบไฟฟ้า (Power System Planning)

เป้าหมาย : การวางแผนและดำเนินการจัดหาพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอที่จะส่งจ่ายให้แก่ผู้ใช้ ในราคาต่ำสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ รวมทั้งต้องมีการวางแผนระบบ เพื่อรองรับการขยายตัวของการใช้พลังงานในอนาคต (15-20 ปี) อีกด้วย

การวางแผนระบบไฟฟ้า (ต่อ)

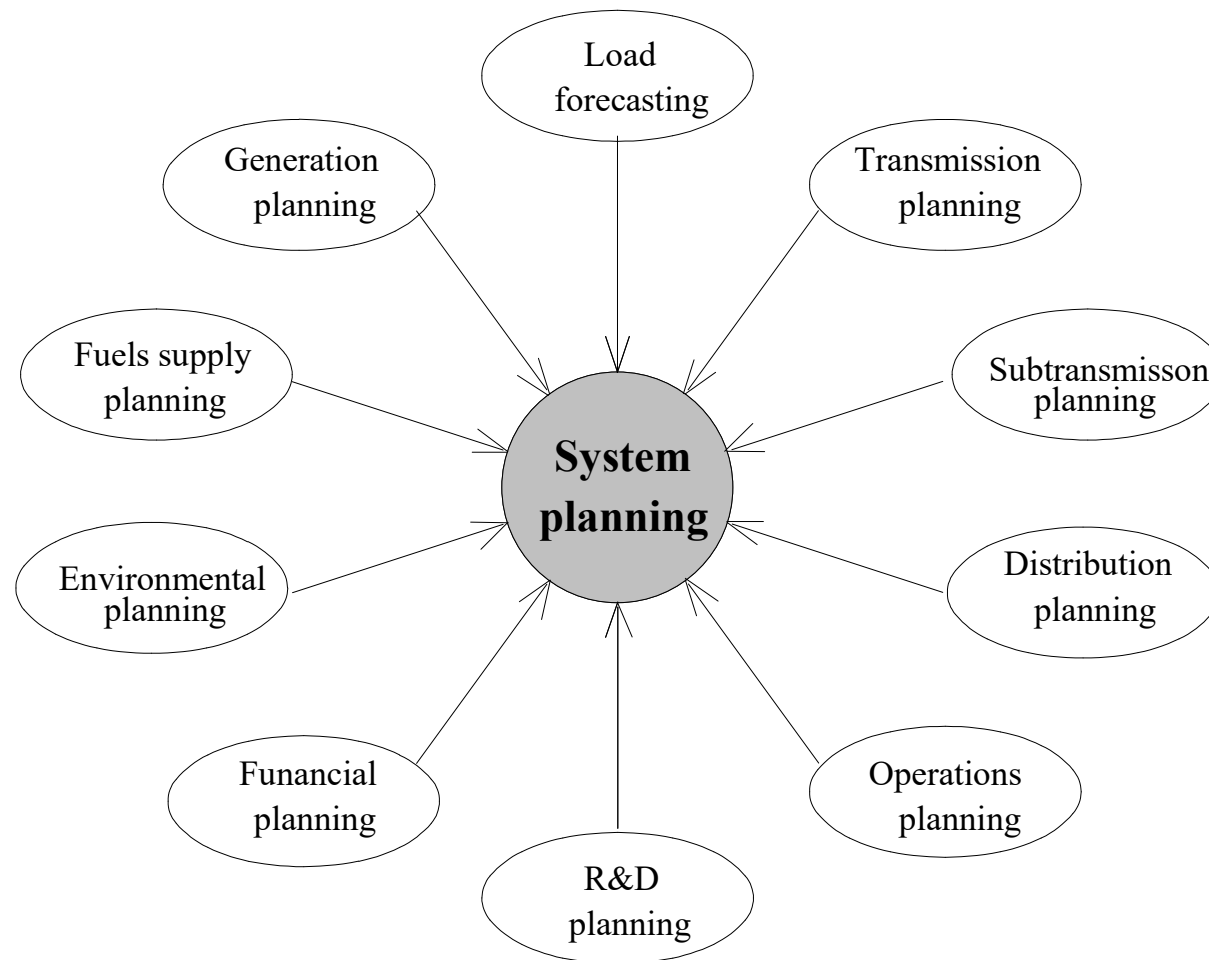
หน้าที่ของหน่วยวางแผนประกอบด้วย

สังเคราะห์ (Synthesis) ปรับปรุงแผนงานเดิม และจัดสร้างระบบที่ทำการศึกษาไว้แล้ว

วิเคราะห์ (Analysis) วิเคราะห์ทางเทคนิค เสถียรภาพ การส่งจ่ายพลังงาน

การวางระบบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) วิเคราะห์ปัจจัยด้านราคาเพื่อให้ได้ การผลิต และส่งจ่ายที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

การวางแผนระบบไฟฟ้า (ต่อ)



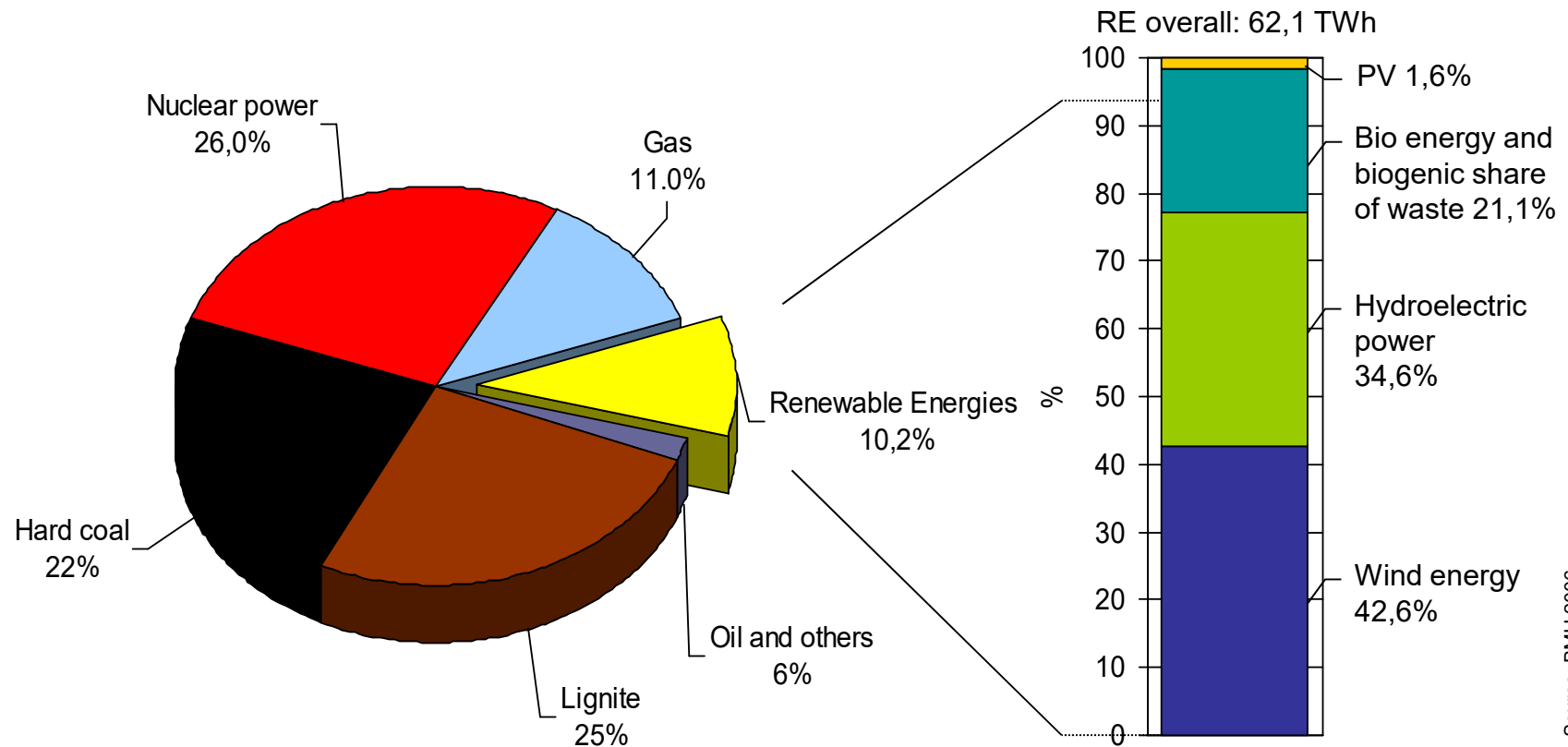
การวางแผนระบบไฟฟ้า (ต่อ)

ระยะเวลาในการวางแผนแบ่งออกเป็น 3 ระยะได้แก่

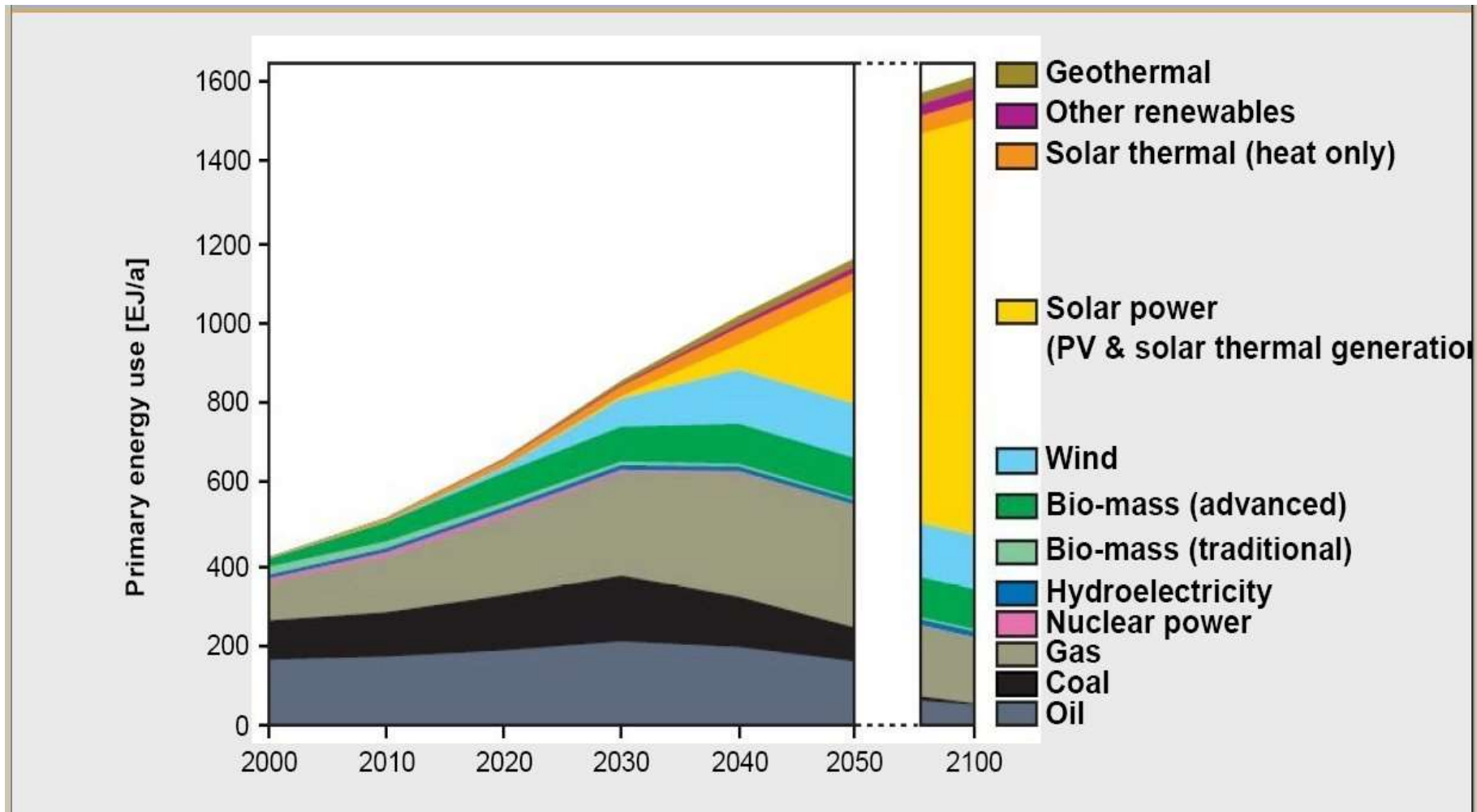
- แผนระยะสั้น : 1-5 ปี
- แผนระยะปานกลาง : 6-14 ปี
- แผนระยะยาว : 15-20 ปี

ตัวอย่างโครงสร้างทางพลังงานของต่างประเทศ

ประเทศเยอรมันข้อมูลปี 2005



ประเทศไทย : Energy Road Map



Energy Options: Costs of each option, Ministry of Energy Feb.-Apr. 2007

Fuel Options	Cost (Baht/kWh)
Nuclear	2.08
Coal	2.11
Natural gas	2.25
Oil	~3.5
Wind	~5
Solar	11

Electrical Power Plant

- Hydro Power Plant โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ
- Thermal Power Plant โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน
- Gas Turbine Power Plant โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส
- Combine Cycle Turbine Power Plant โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม
- Diesel Power Plant โรงไฟฟ้าพลังงานจากเครื่องจักรดีเซล
- Solar Thermal Power Plant พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์

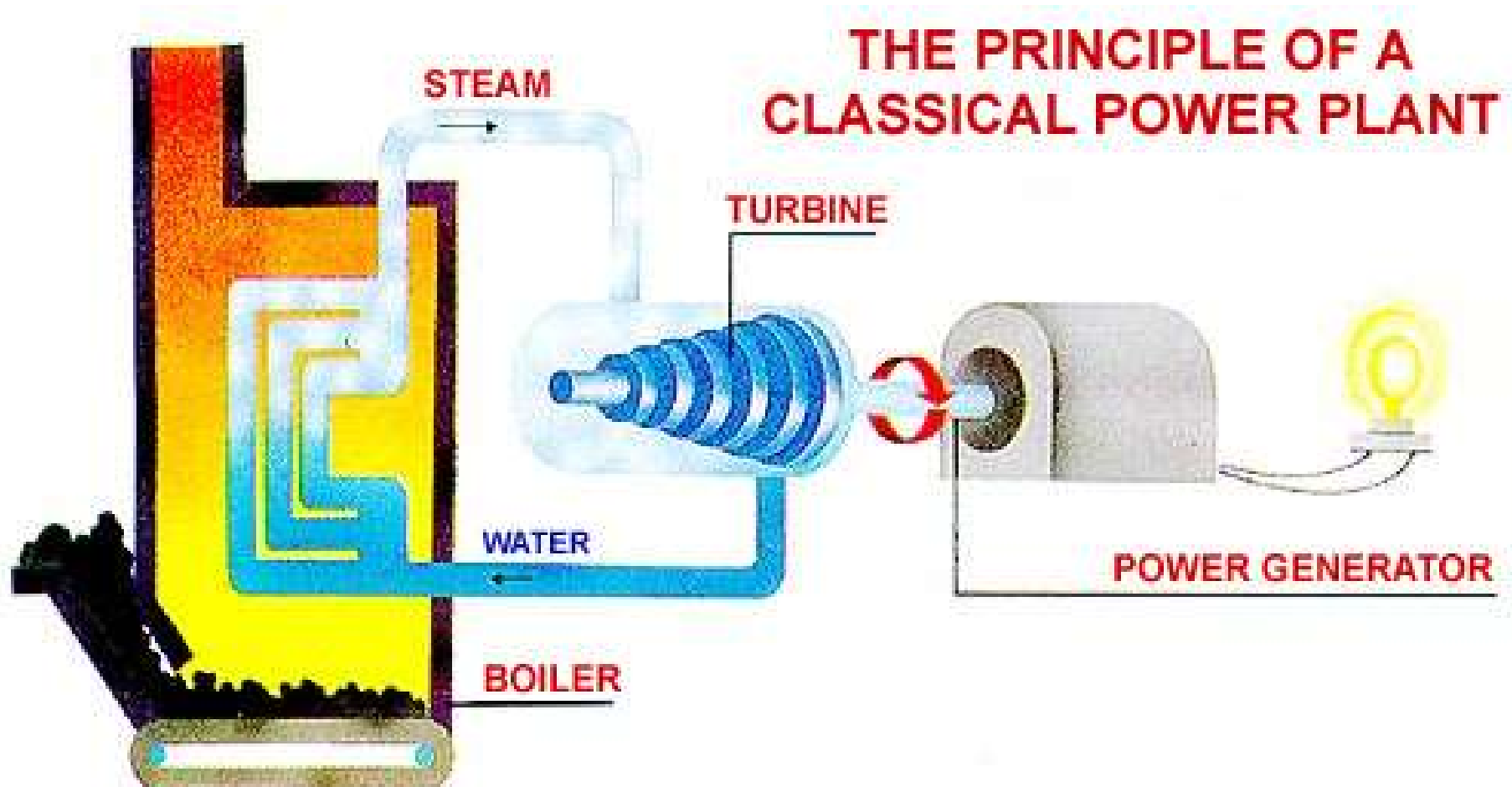
Electrical Power Plant (ต่อ)

- Photovoltaic Power Plant พลังงานจากแสงอาทิตย์โดยตรง
- Wind Generator Power Plant พลังงานจากลม
- Tidal Wave พลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลง

Thermal Power Plant



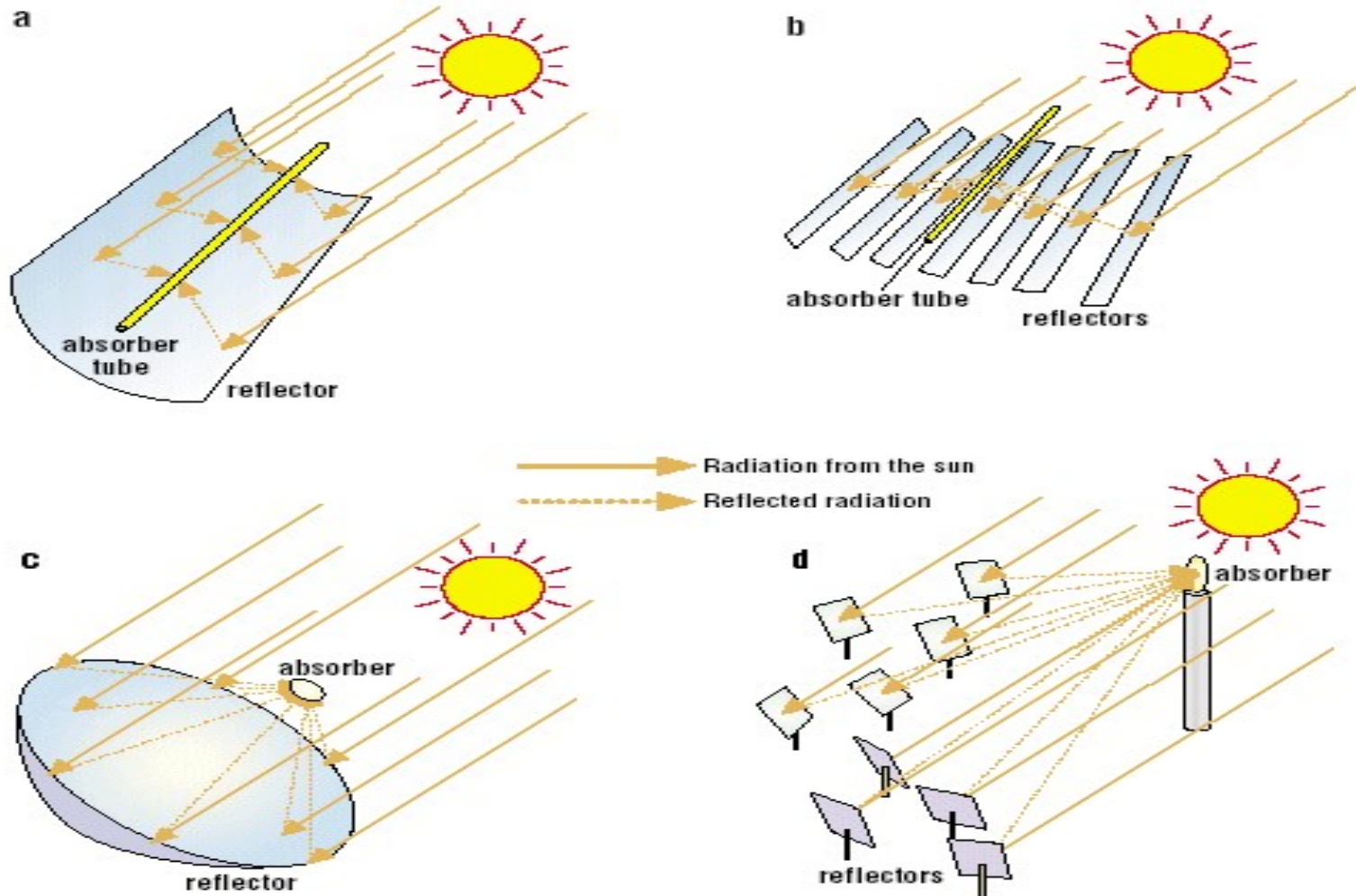
หลักการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน



Solar Thermal Power Plant



หลักการทำงานของพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์



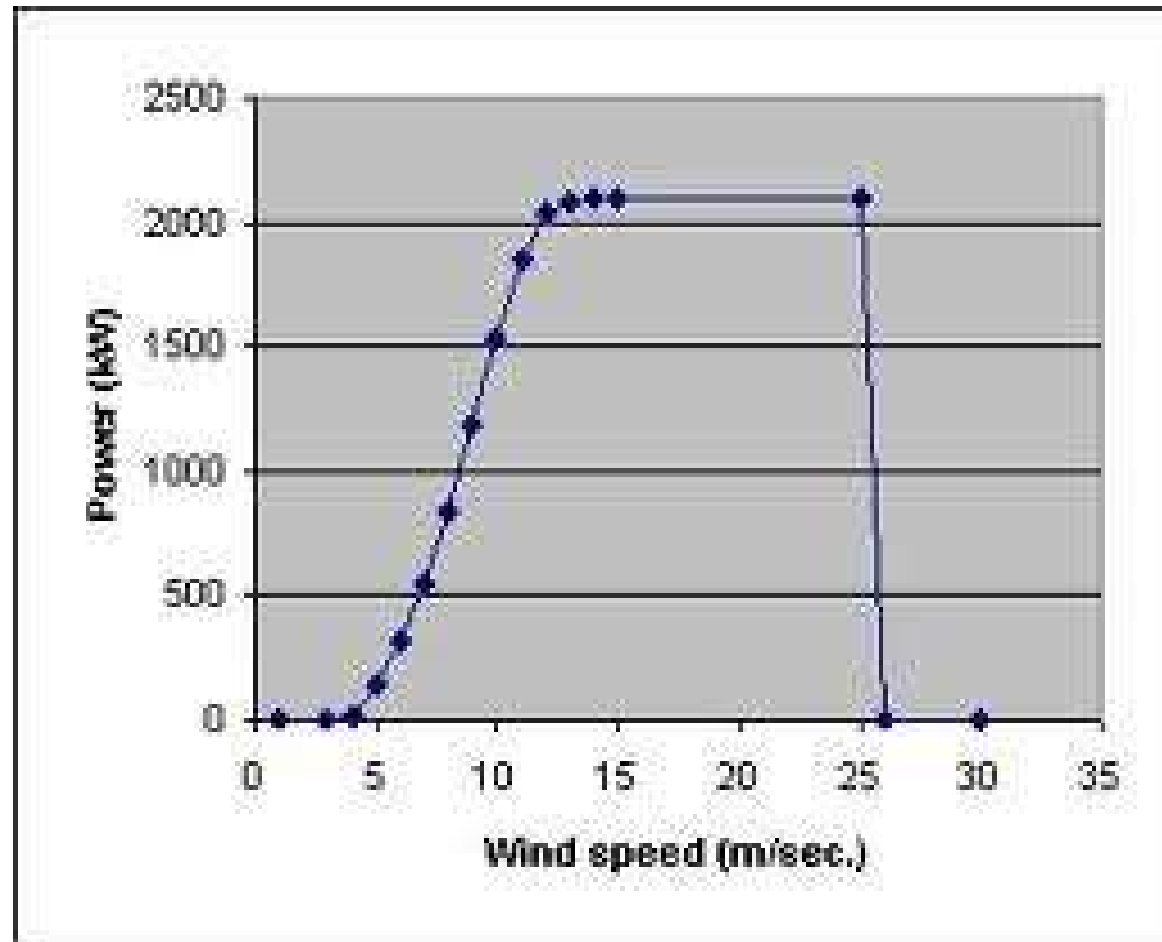
Kind of Reflectors



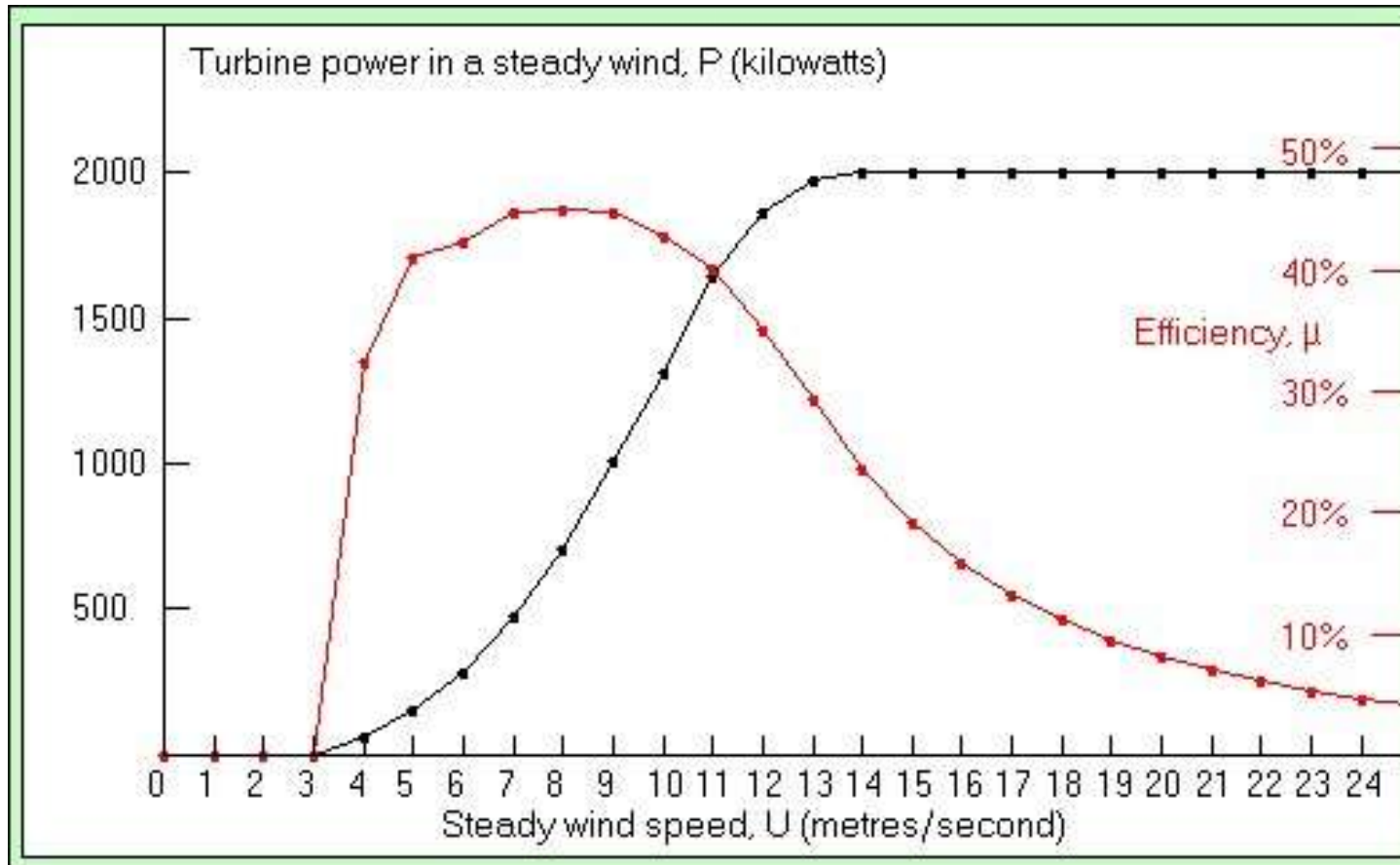
Wind Farm



Specification of Wind Generator



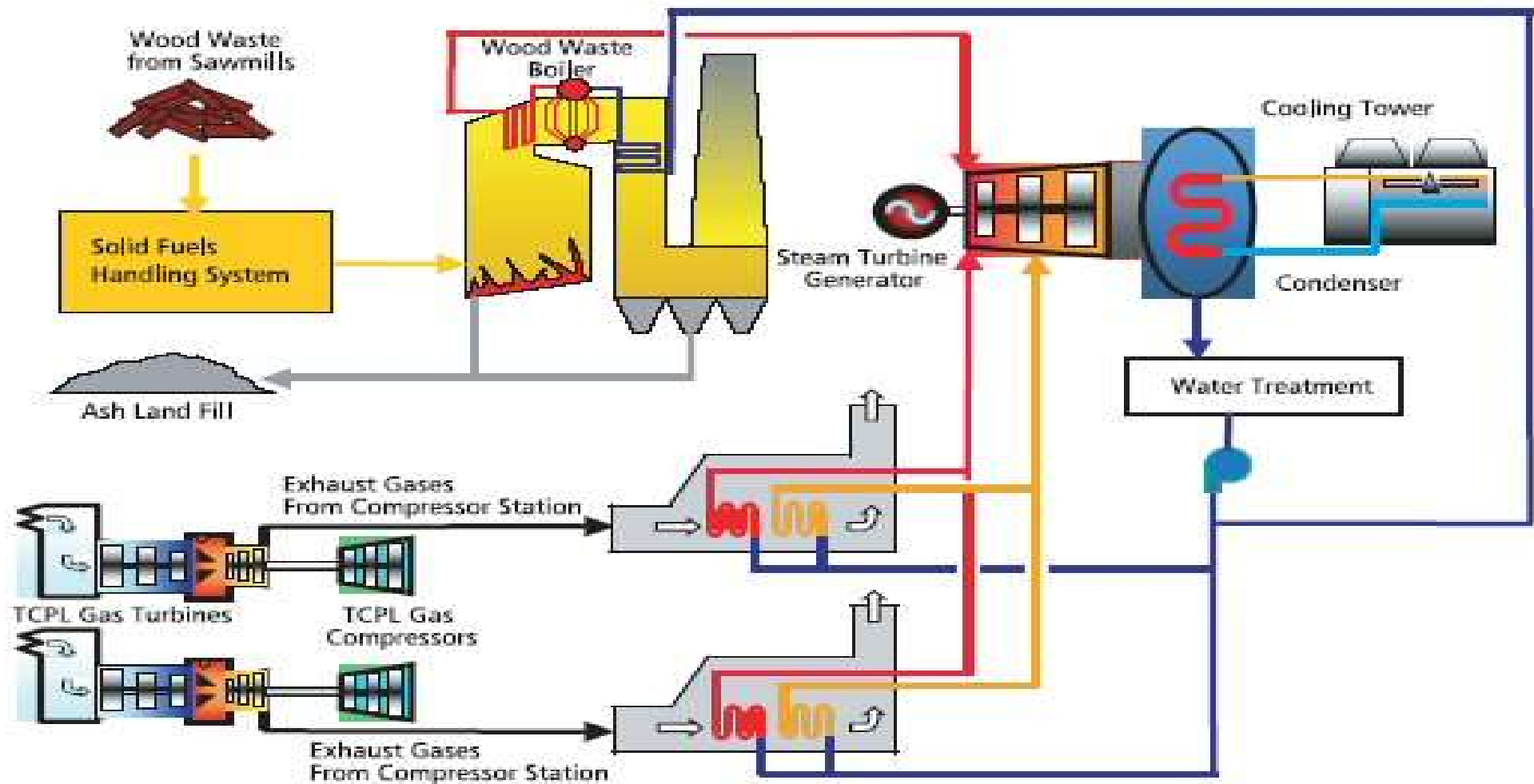
Specification of Wind Generator



Biomass Power Plant



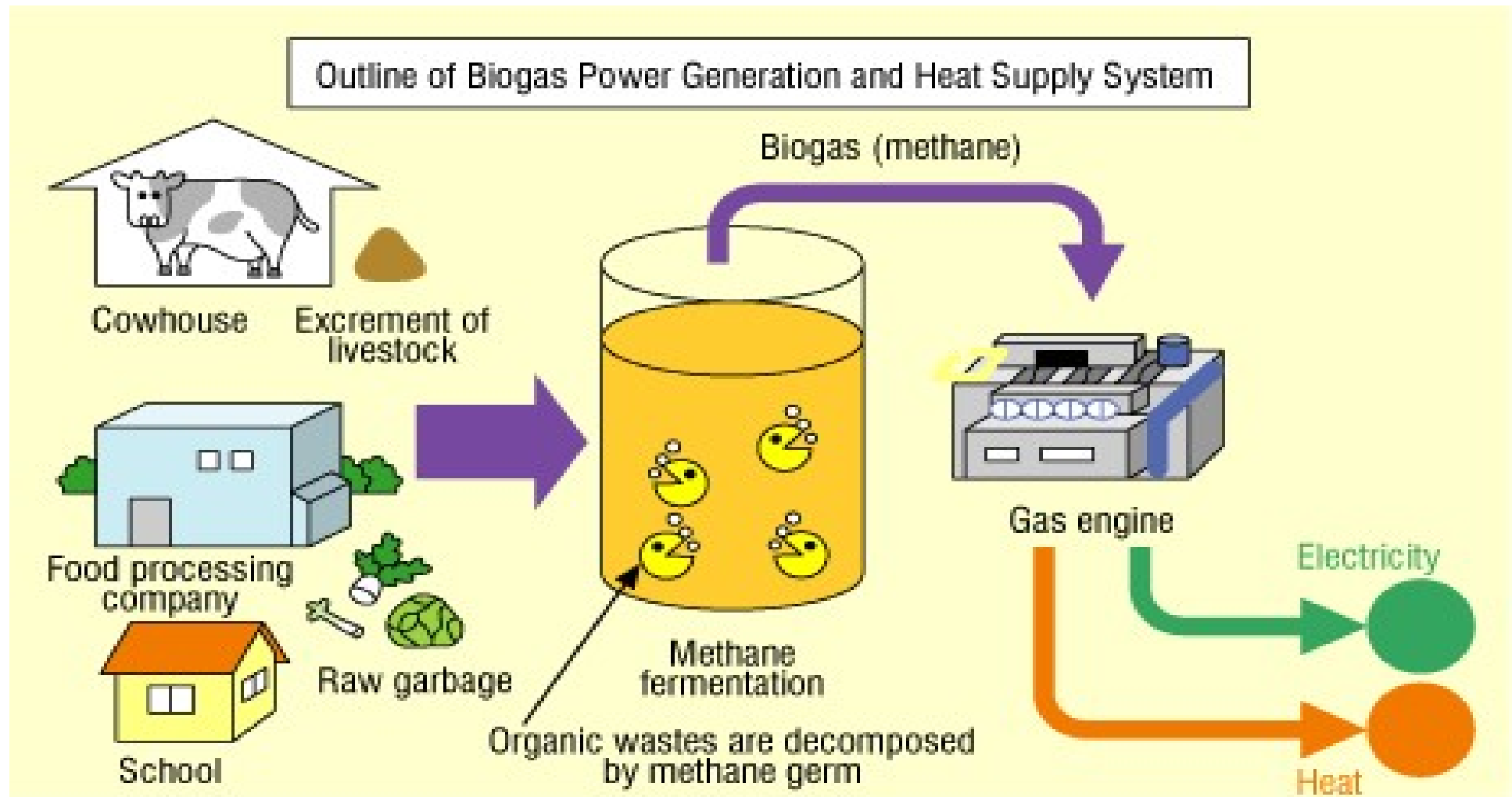
หลักการทำงานของโรงไฟฟ้าชีวมวล



Biogas Power Plant



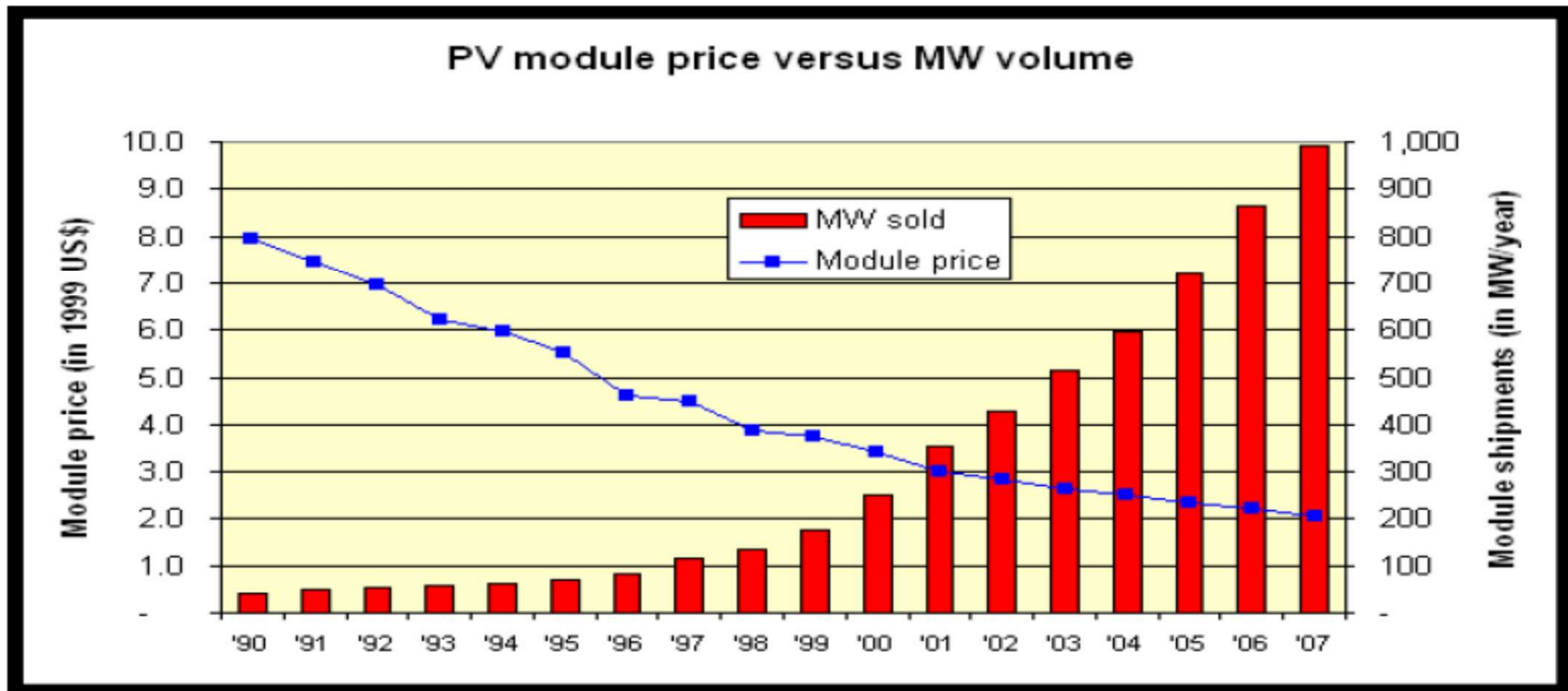
หลักการทำงานของโรงไฟฟ้าแก๊สชีวภาพ



Photovoltaic Array

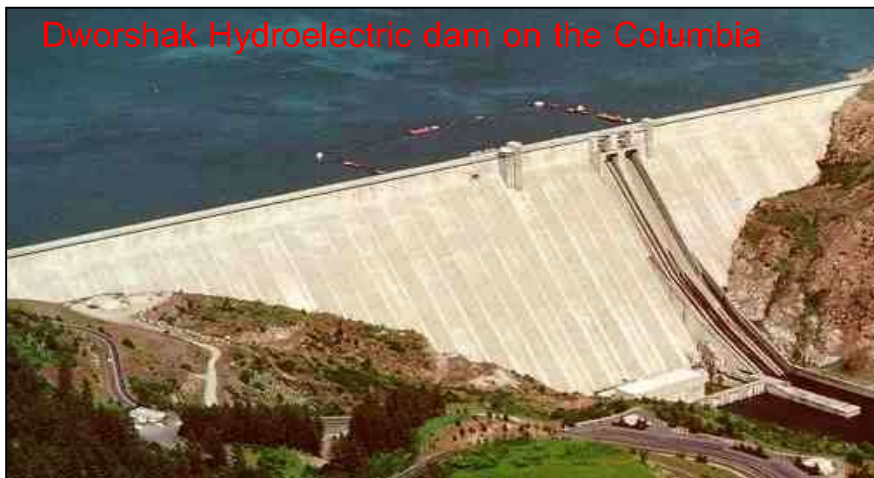


ราคาของ PV Module ล่าสุดอยู่ที่ 34 บาท/วัตต์



ที่มา: การประชุมเชิงปฏิบัติการยุทธศาสตร์พลังงานครั้งที่ ๑, พลังงานเพื่อการแข่งขัน
ของประเทศไทย, ๒๘ สิงหาคม ๒๕๔๖

Hydro Power Plant



ข้อดีและข้อเสียของโรงไฟฟ้าต่าง ๆ

โรงไฟฟ้า	ข้อดี	ข้อเสีย
พลังน้ำ	- อายุการใช้งานยาว - Response เร็ว (5-10 นาที)	- ต้นทุนสูง - กระทบสิ่งแวดล้อม
พลังความร้อน	- อายุการใช้งานปานกลาง - กำลังการผลิตสูง	- Response ช้า (6-8 ชม.) - ต้นทุนการผลิตขึ้นกับราคาเชื้อเพลิง
กังหันแก๊ส และ ดีเซล	- Response เร็ว (~15 นาที)	- ต้นทุนการผลิตสูงที่สุด - พิกัดกำลังไม่สูง
Wind Power	- เชื้อเพลิงฟรี คือ ลม - เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม - ค่า Maintenance ต่ำมาก	- ลงทุนเริ่มแรกสูง - ขึ้นกับภูมิอากาศ

ข้อดีและข้อเสียของโรงไฟฟ้าต่าง ๆ (ต่อ)

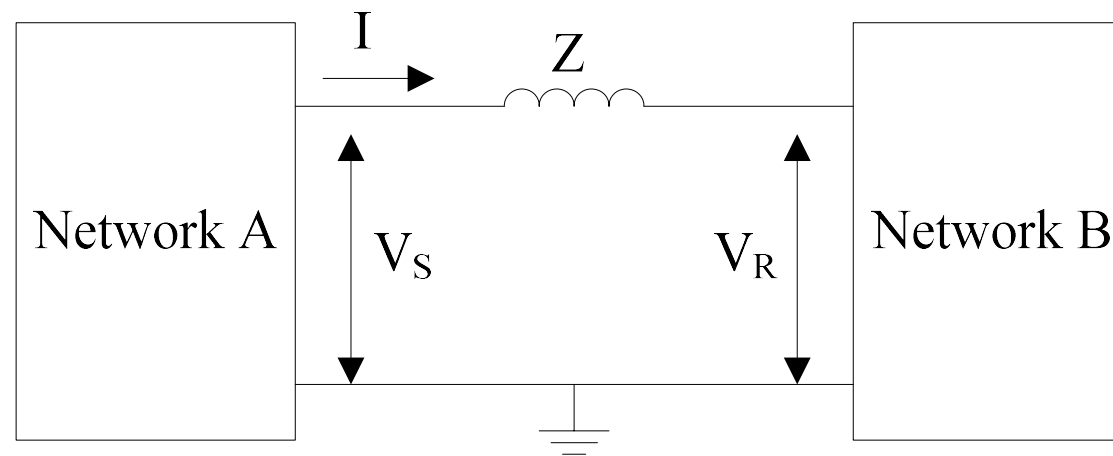
Solar Power	- เชื้อเพลิงฟรี คือแสงแดด - เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม - ค่า Maintenance ต่ำมาก	- ลงทุนเริ่มแรกสูง - ขึ้นกับภูมิอากาศ
พลังงานความร้อนร่วม	- ต้นทุนการผลิตต่ำกว่า - Reliability สูงกว่า - กำลังการผลิตสูง	- Response ช้า (6-8 ชม.) - ต้นทุนการผลิตขึ้นกับราคาเชื้อเพลิง

การส่งผ่านพลังงานไฟฟ้า

จุดมุ่งหมาย ของการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้า คือการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าคุณภาพสูง ปริมาณมากที่สุด หรือ ตามความต้องการของผู้ใช้ไฟ โดยมีความมั่นคงแน่นอน มีความน่าเชื่อถือ และที่สำคัญต้องประหยัด และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม



วงจรสมมูลย์ของระบบสายส่ง



จากรูปวงจรสมมูลย์ ของระบบสายส่งเราจะพบว่าแรงดันที่จุดส่งและจุดรับในระบบไฟฟ้ากำลังจะมีผลต่างของแรงดันเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากผลของแรงดันไฟฟ้าตกในสายส่ง ขณะที่มิโหลด ซึ่งสามารถเขียนได้คือ

$$V_s - V_R = IZ$$

การพิจารณาการส่งผ่านกำลังไฟฟ้า

- พลังงานที่ต้องการส่ง : $P=VI$
- พิกัดสูงสุดของกระแส จะขึ้นกับความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า พื้นที่หน้าตัดของตัวนำ และชนิดของตัวนำไฟฟ้าเช่น อลูมิเนียม ทองแดง ทองคำ : $I=JA$
- แรงดันไฟฟ้าตก : $V=IZ$
- กำลังไฟฟ้าสูญเสียในสายส่ง : $P=I^2R$
- พิกัดสูงสุดของแรงดัน โดยทั่วไปจะถูกจำกัดด้วยเทคนิคการฉนวนไฟฟ้าแรงสูง
- ค่า Line Impedance ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของตัวนำ
- ราคาของระบบส่งจ่าย

การพิจารณาการส่งผ่านกำลังไฟฟ้า (ต่อ)

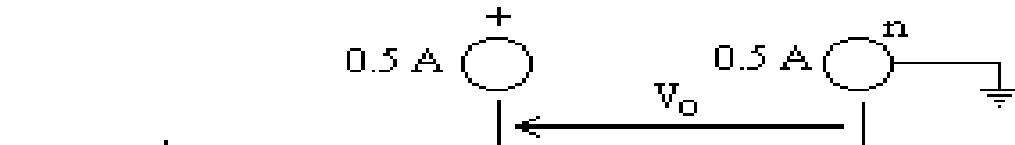
ดังนั้น วิศวกรไฟฟ้าจะต้องทำการออกแบบให้ระบบส่งจ่ายมีทั้งค่า Z และ ค่า I ที่ต่ำมาก ๆ ทำได้โดยการเพิ่มระดับแรงดันให้สูงเข้าไป และใช้สายส่งที่มีค่า Diameter ใหญ่ ๆ แต่ในทางกลับกัน ก็มีผลกระทบกับราคาและความปลอดภัย

รูปแบบการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้า

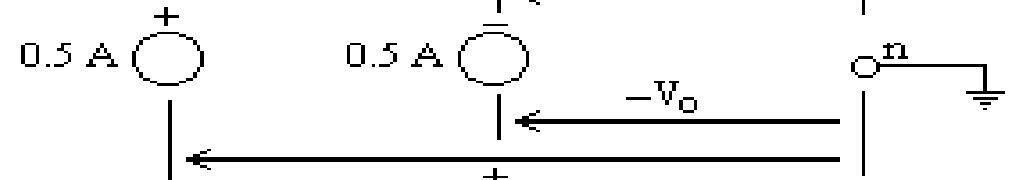
- ในการวิเคราะห์รูปแบบการส่งผ่านพลังงานเราจะพิจารณาที่ Maximum Transmitted Power ซึ่งก็คือพลังงานสูงสุดที่จะสามารถส่งผ่านระบบนั้นๆ ไปได้โดยไม่เกิดความเสียหายต่อระบบ
- ระบบที่ใช้งานอยู่ทั่วไปในปัจจุบันคือ 3 Phases 4 Wires ซึ่งประกอบด้วย สายส่ง 3 เฟส และ สาย Neutral 1เส้น ซึ่งถือว่ามีความสามารถในการส่งผ่านพลังงานประมาณ $0.707P_0$ โดย P_0 คือค่าพลังงานสูงสุดที่สามารถจะส่งผ่านไปได้ที่พิกัดแรงดันหนึ่งๆ

รูปแบบการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้า (ต่อ)

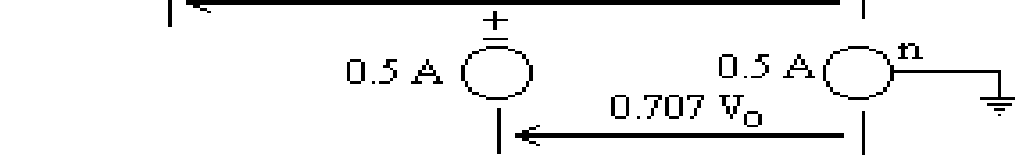
(a) dc two wire



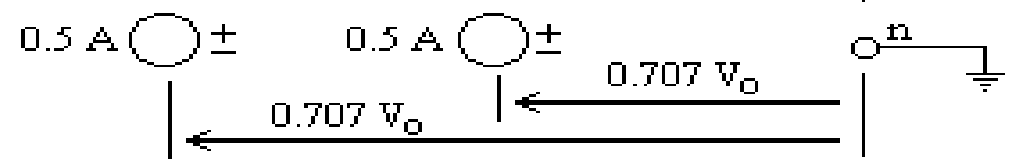
(b) dc three wire



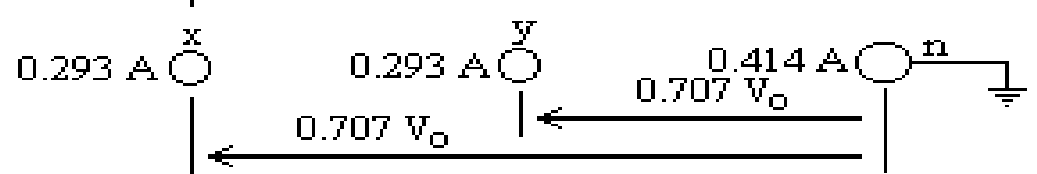
(c) 1 ϕ ac two wire



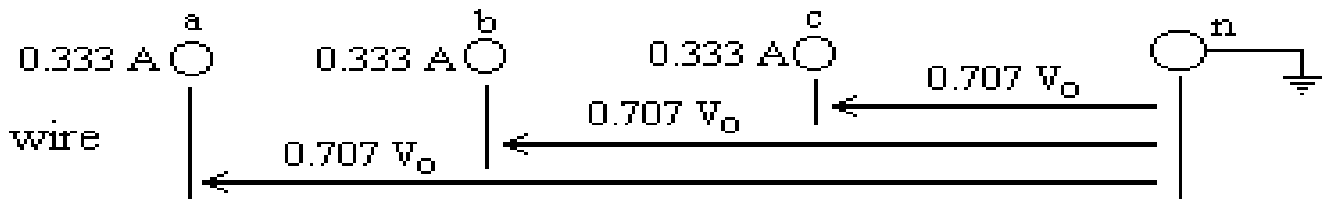
(d) 1 ϕ ac three wire



(e) 2 ϕ ac three wire



(f) 3 ϕ ac four wire



รูปแบบการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้า (ต่อ)

Scheme	Mode	Maximum Power Transmitted
a	dc	$0.500P_o$
b	dc	$1.000P_o$
c	ac	$0.354P_o$
d	ac	$0.707P_o$
e	ac	$0.414P_o$
f	ac	$0.707P_o$

****ระบบที่สามารถผ่านกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดคือ ระบบไฟฟ้ากระแสตรง 2 เฟส 3 สาย**

ระบบไฟฟ้ากำลัง

ระบบไฟฟ้ากำลัง คือ โครงข่ายที่รวบรวมอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อทำการเปลี่ยนรูปพลังงานที่ไม่ใช่ไฟฟ้าไปเป็นพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่ต้องการ และส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปยังผู้ใช้งานในรูปแบบโครงข่ายปิดขนาดใหญ่

โครงสร้างของระบบไฟฟ้ากำลัง

ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนได้แก่

- **Generation** – ระบบผลิต
- **Transmission** – ระบบส่งกำลัง
- **Sub-Transmission** – ระบบส่งกำลังรอง
- **Distribution** – ระบบจำหน่ายกำลัง
 - Primary – ระบบจำหน่ายหลัก
 - Secondary – ระบบจำหน่ายรอง
- **User** - ผู้ใช้ไฟ

Generation

ขบวนการผลิตไฟฟ้าจะต้องมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่เราใช้งานกันอยู่คือ Synchronous Generator ซึ่งจะผลิตสัญญาณไฟฟ้าที่ความถี่คงที่เมื่อความเร็วรอบของโรเตอร์คงที่

พิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยส่วนใหญ่

- Power Rating: 100kW-700MW
- Voltage Rating: 480 V – 30 kV

Generation (ต่อ)



Generation (ต่อ)

พลังงานที่ทำหน้าที่หมุนแกนโรเตอร์ได้แก่

- กังหันน้ำ (Hydro Turbine)
- กังหันไอน้ำ (Steam Turbine)
- กังหันแก๊ส (Gas Turbine)
- เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine)

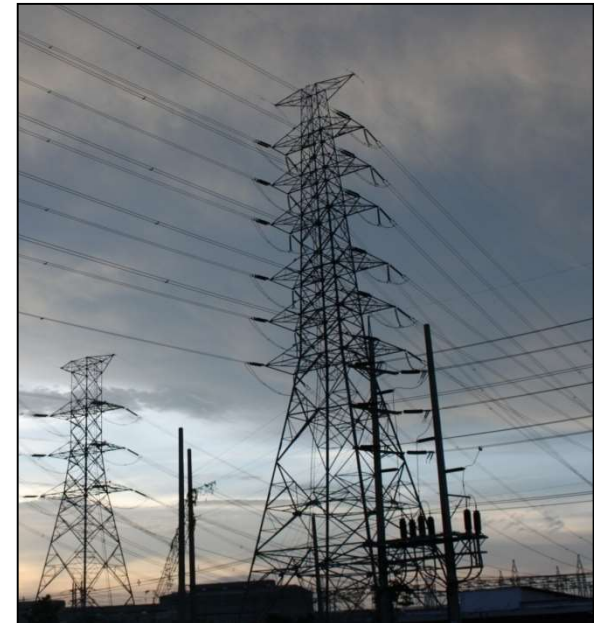
กำลังงานสำรอง

- มีค่าเท่ากับกำลังการผลิตของแหล่งผลิตไฟฟ้าใหญ่ที่สุดของระบบ
- สภาวะปกติระบบต้องผลิตไฟฟ้าให้มากกว่าปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุด
- ปัจจุบันตั้งไว้ที่ 15-25%

Transmission

- พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ผลิตได้จะต้องส่งผ่านสายส่งไฟฟ้า ซึ่งมีแรงดันระหว่าง 115 -500 kV และมีพิกัดกำลังตั้งแต่ 100 – 4000 MVA
- ระบบสายส่งทั่วไปจะมีอยู่สองแบบได้แก่ ระบบเหนือนดิน และระบบใต้ดิน
- โดยส่วนมากในการส่งผ่านพลังงานระยะทางไกลๆ เราจะใช้ระบบเหนือนดิน
- โดยสายตัวนำของระบบดังกล่าวจะไม่มีฉนวนหุ้ม และจะยึดอยู่กับเสาส่ง (Tower) โดยใช้ลูกถ้วยฉนวนเป็นตัวยึด

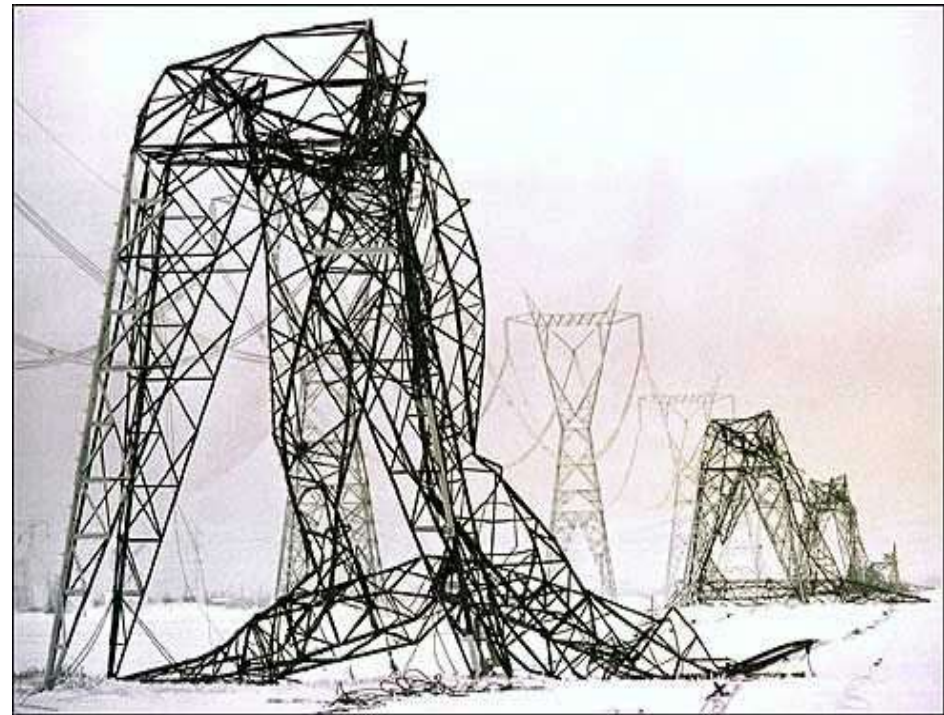
Transmission (ต่อ)



Transmission (ต่อ)



**Mon 3 Feb 2003:- no electricity for 70%
of Indian state of Bihar**



**1998 พายุหิมะถล่มในแคนาดา ทำให้คนกว่า 4
ล้านคนไม่มีไฟฟ้าใช้ และ คนในชนบทกว่า 7
แสนคน ไม่มีไฟฟ้าใช้ กว่าสามสัปดาห์**

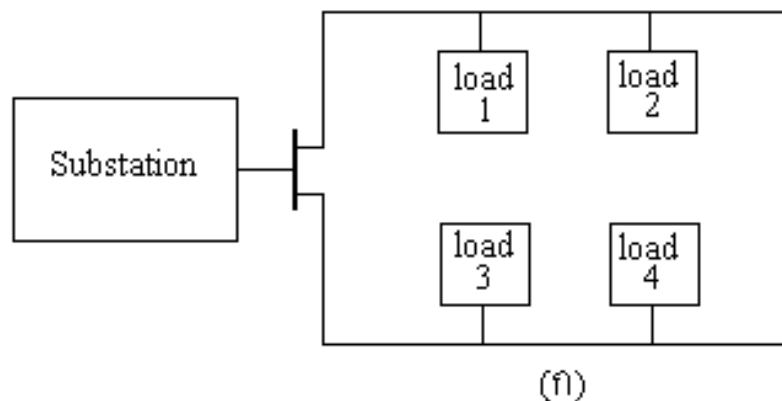
Sub-Transmission

คือสายส่งไฟฟ้ารองจะต่ออยู่กับสถานีไฟฟ้าหลัก หรือ ย่อย เพื่อกระจายไปยังสถานีไฟฟ้าต่างๆ หลายๆ ทิศทาง โดยจะมีการลดระดับแรงดันลงจาก Transmission โดยใช้ Step-down Power Transformer ลดแรงดันลงมาเป็น 69 – 115 kV ส่วนมากมีพิกัดกำลังไม่เกิน 100 MVA

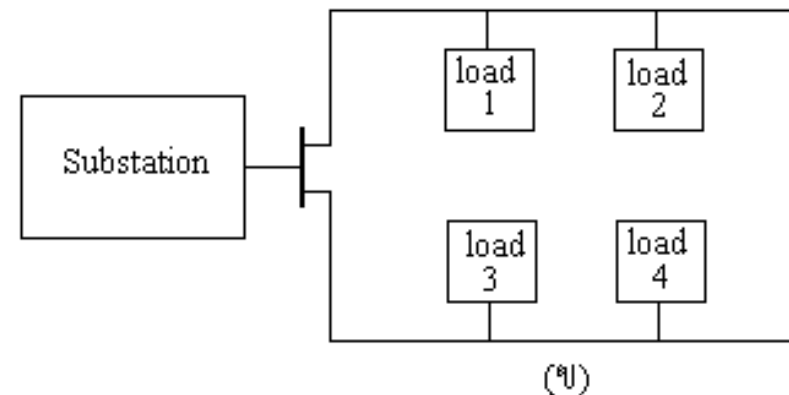
Distribution

Primary Distribution System ระบบจำหน่ายหลัก

จะเป็นโครงข่ายของเมืองใหญ่และ ย่านอุตสาหกรรม หรือผู้ใช้พลังงานไฟฟ้ามากๆ โดยทั่วไปมีระดับแรงดันที่ 12-24 kV และ 11-33 kV โดยจะมีลักษณะการต่อโครงข่ายพื้นฐานอยู่สองแบบได้แก่ แบบเส้น (Radial) และแบบลูป (Loop).



แบบเส้น (Radial)



แบบลูป (Loop)

Distribution (ต่อ)

Secondary Distribution System ระบบจำหน่ายรอง

เป็นส่วนที่ถูกลดระดับแรงดัน
ลงมาเป็นแรงต่ำ (416/240 V,
410/230 V, 220 V) แล้วโดย
ระยะของสายจำหน่ายรองจาก
หม้อแปลงถึงผู้ใช้ไฟฟ้าจะมี
ระยะทางสั้นมาก



Distribution (ต่อ)



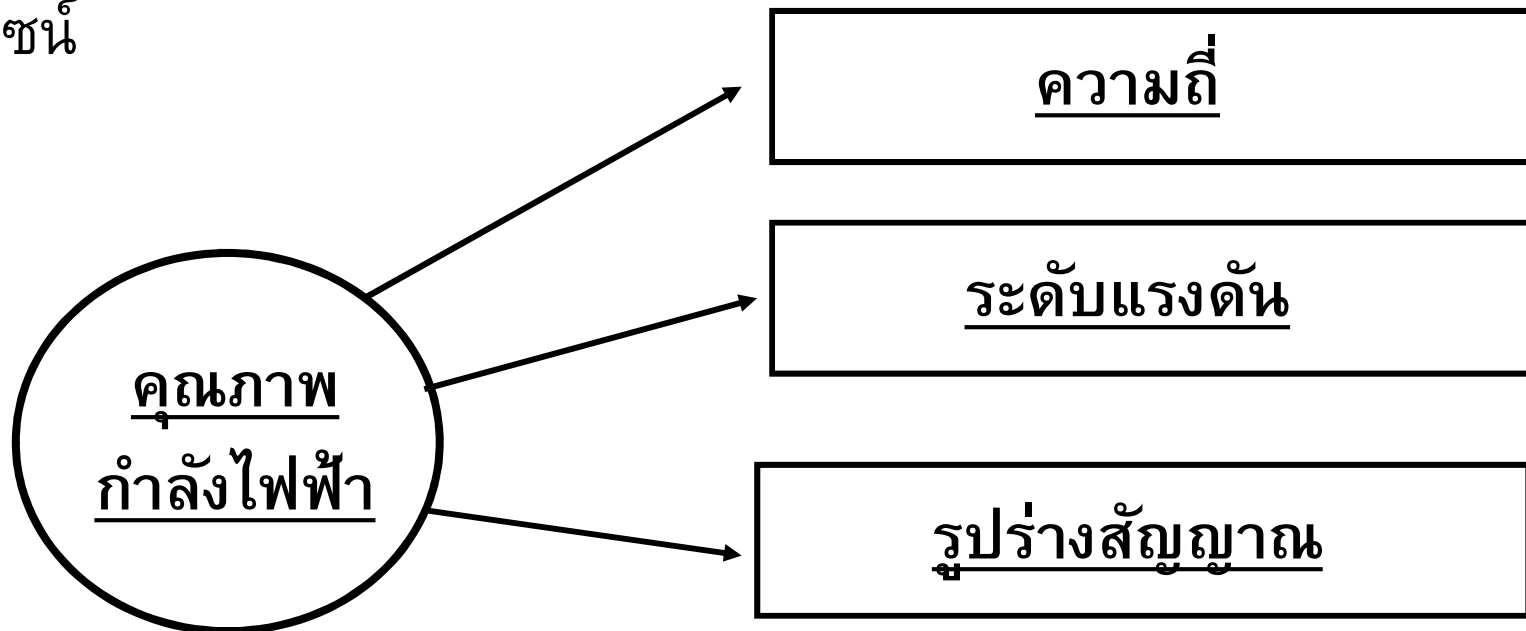
User

คือผู้ใช้ไฟฟ้าเพื่อกิจกรรมใดๆ โดยจะทำการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า ให้ไปอยู่ในรูปพลังงานอื่น เช่น

- แสงสว่าง
- ความร้อน
- ความเย็น
- เสียง
- แรงบิดทางกล
- สิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ

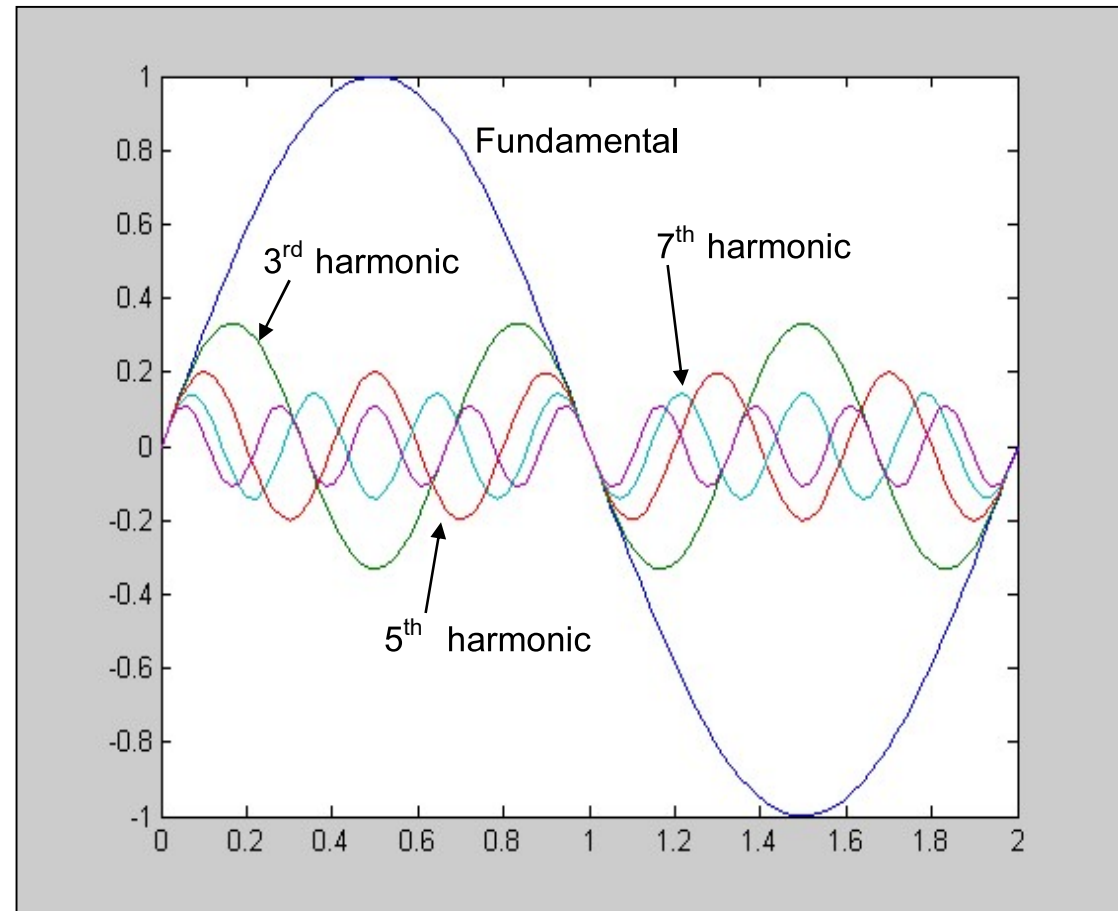
คุณภาพกำลังไฟฟ้า (Power Quality)

คือคำที่ใช้ในการบ่งชี้ถึงคุณภาพของสัญญาณไฟฟ้าที่ถูกส่งผ่านมาในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยจะพิจารณาจากความถี่ ระดับแรงดัน และรูปร่างสัญญาณไซน์



ฮาร์มอนิก (Harmonic)

คือส่วนของสัญญาณรบกวนที่มีความถี่ต่างกัน เป็นจำนวนเท่าของความถี่ปกติ โดยที่แต่ละความถี่อาจจะมีขนาดต่างกัน แต่เมื่อรวมเข้ากับสัญญาณความถี่ปกติแล้วจะทำให้รูปสัญญาณไฟฟ้า ในระบบส่งจ่ายผิดรูปไปจาก Sin wave โดยสามารถวิเคราะห์ได้โดยใช้ Fourier Series



ฮาร์มอนิก (Harmonic)

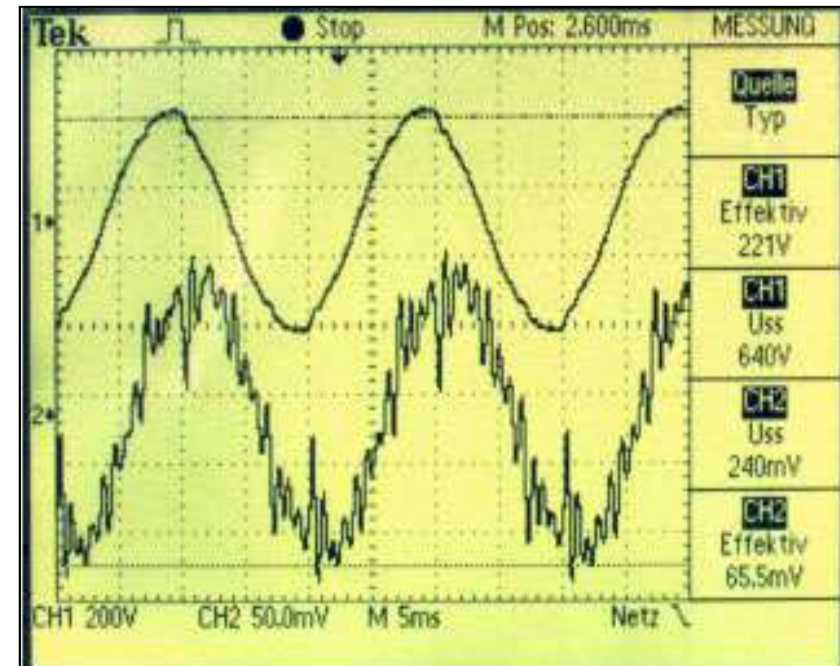
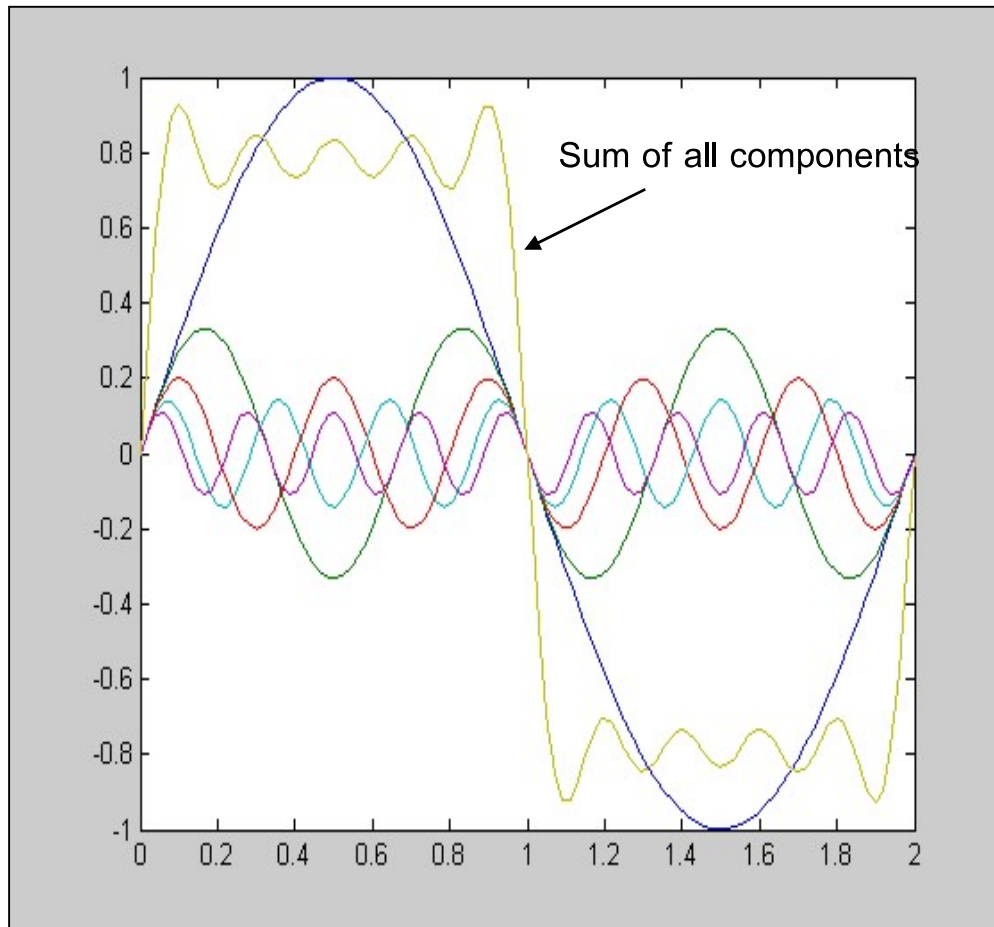


Photo 2. Voltage (top curve) and current (bottom) in line L2 measured between panel and sign transformer. Current dominated by non-sinusoidal harmonics and pulses. Voltage shows little harmonic content.

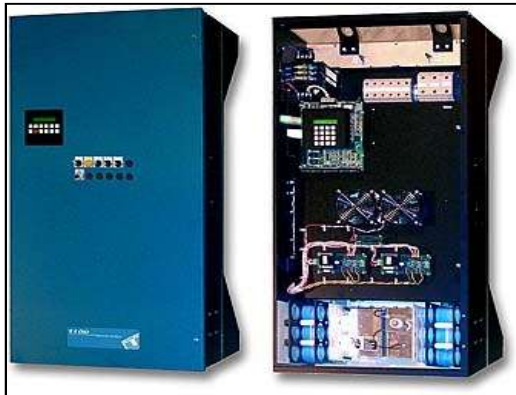
Frequency and Voltage Regulation

- **Frequency Regulation** คือค่าความเบี่ยงเบนของความถี่จากความถี่ปกติ ซึ่งโดยปกติไม่ควรเกิน ± 0.1 Hz
- **Voltage Regulation** คือ ภาวะการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าระหว่างช่วงไม่มีโหลด (No load) กับช่วง Full Load

แหล่งกำเนิดฮาร์มอนิกส์ (Harmonic Source)

- Converters
- Arc-Welding Machine
- Residential Load
 - Television Set
 - Video Recorders (VCRs)
 - Light Dimmer or Other Thyristor Controlled Devices
 - Fluorescent Lamps
 - Computer

แหล่งกำเนิดฮาร์มอนิกส์ (Harmonic Source)



Machine Drive



Arc-Welding



Electronic Ballast

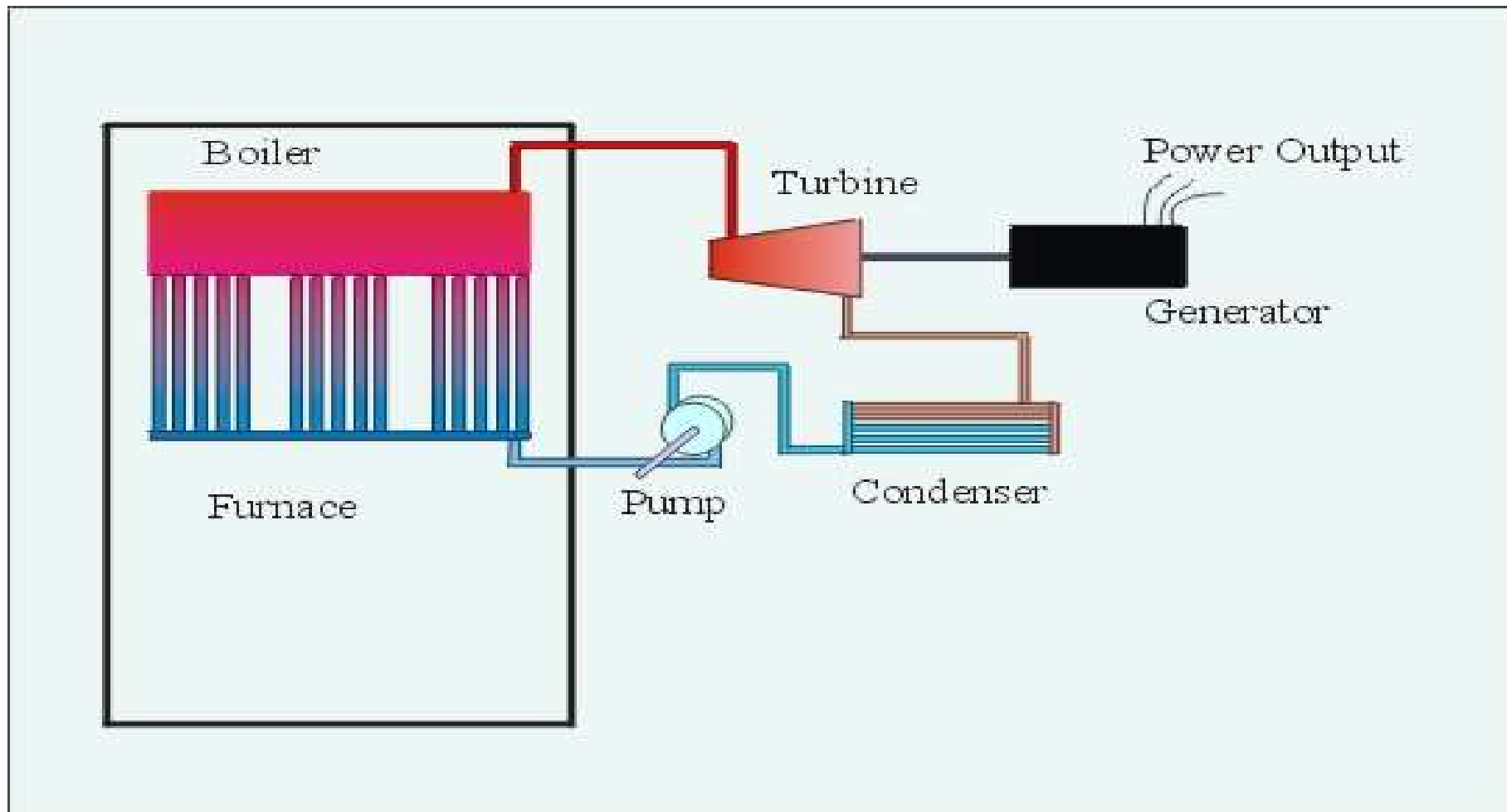


Power
Supply



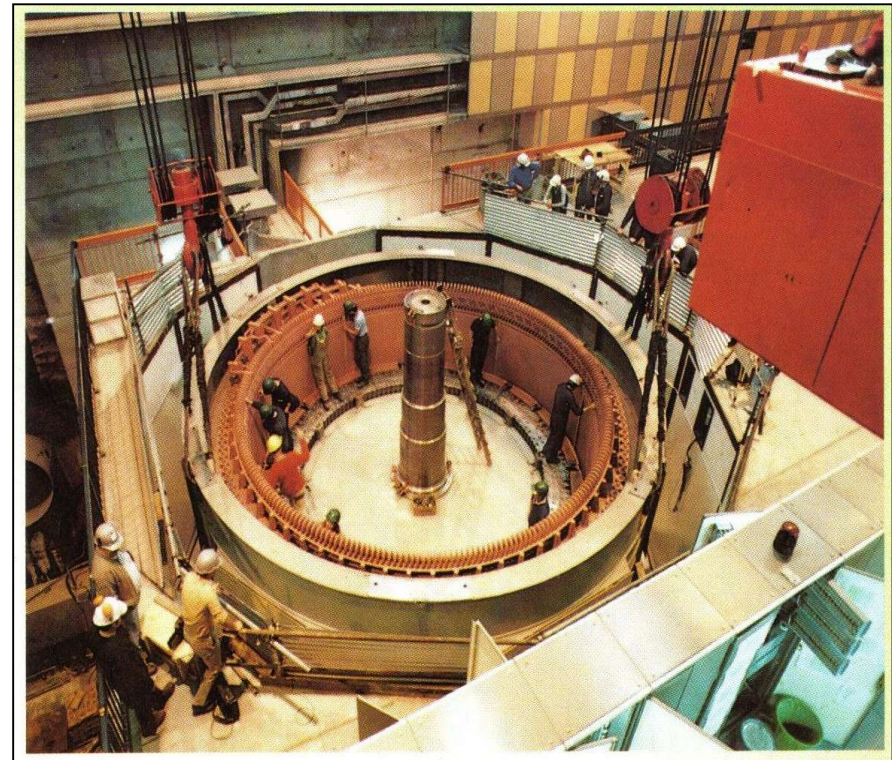
Dimmer

การผลิตพลังงานไฟฟ้า



เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัส

- มีขนาดและพิกัดใหญ่มาก
- ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลที่ได้รับ และแรงบิดที่มาหมุนแกนโรเตอร์ที่ต่ออยู่กับกังหันให้เป็นพลังงานไฟฟ้า
- จะต้องควบคุมความเร็วของโรเตอร์ให้คงที่เสมอ
- เพื่อให้ความถี่ที่ผลิตได้มีค่าคงที่



Hydro Generator

ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัส

- โรเตอร์

เป็นส่วนที่หมุน โดยมีขดลวดตัวนำฝังอยู่ในร่องรอบแกน Rotor โดยจะรับไฟกระแสตรงจาก Excitor เพื่อทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็ก และจะมีจำนวนขั้วแม่เหล็กต่างกัน

- สเตเตอร์

เป็นส่วนที่ไม่มีการเคลื่อนที่ โดยส่วนนี้จะมีขดลวดตัวนำฝังอยู่ภายในร่องแกน Stator โดยอาศัยหลักการเคลื่อนที่ตัดผ่านของของสนามแม่เหล็กบนโรเตอร์ ผ่านลวดตัวนำบนสเตเตอร์ จะเหนี่ยวนำให้เกิดไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นที่สเตเตอร์

การควบคุมแรงดันไฟฟ้า

การควบคุมแรงดันไฟฟ้า ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถทำได้โดยการ ควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก ซึ่งก็ทำได้โดยการควบคุมกระแสไฟตรงที่ป้อนให้กับ Rotor ดังนั้นจะเห็นว่าอุปกรณ์ที่สำคัญมากในการควบคุมแรงดันก็คือ **Excitor นั้นเอง**

- Dynamic Excitation ➔ ควบคุมกระแสไฟตรงด้วย pirot
- Static Excitation (Popular) ➔ ควบคุมกระแสไฟตรงด้วยแบตเตอรี่

การควบคุมความถี่

การควบคุมความถี่ สามารถทำได้โดยการควบคุมความเร็ว และขึ้นอยู่กับจำนวน Pole ของตัว Generator ด้วย

$$N = \frac{120 f}{P}$$

จบการบรรยายหัวข้อ ระบบไฟฟ้าเบื้องต้น