



Máquinas Térmica Introdução

Jurandir Itizo Yanagihara



Origem de nossa energia



Usinas hidrelétricas



Origem de nossa energia



Usinas termoelétricas



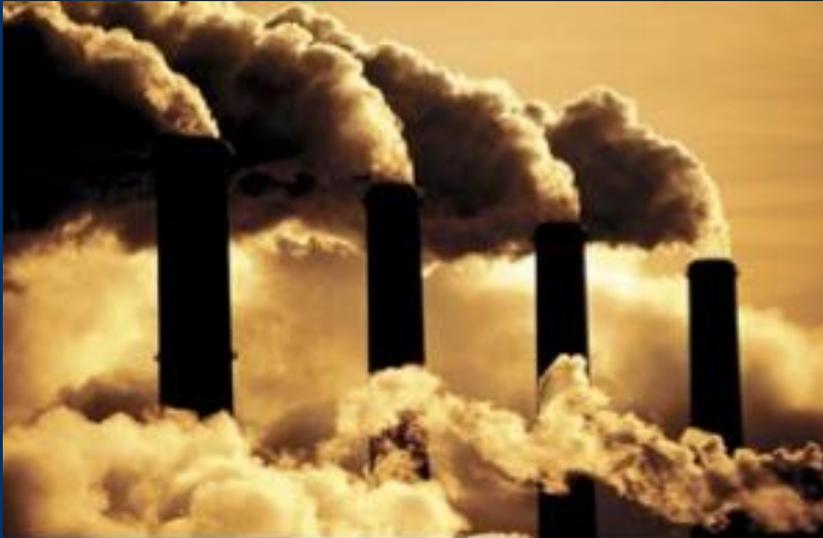
Origem de nossa energia



Usinas nucleares



Qual o impacto?



Poluição



Aquecimento global?



Fontes alternativas



Fazendas eólicas



Fontes alternativas



Células fotovoltaicas



Fontes alternativas



Plantas solares

Repartição interna de energia

RENOVÁVEIS ► 41,0%

**biomassa da
cana**
16,1%



hidráulica¹
12,5%



**lenha e
carvão vegetal**
8,3%



**lixívia e outras
renováveis**
4,2%



¹ Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica

NÃO RENOVÁVEIS ► 59,0%

**petróleo e
derivados**
39,3%



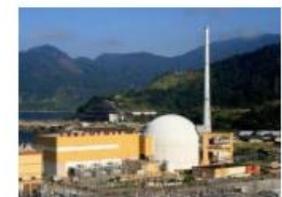
**gás
natural**
12,8%



**carvão
mineral**
5,6%

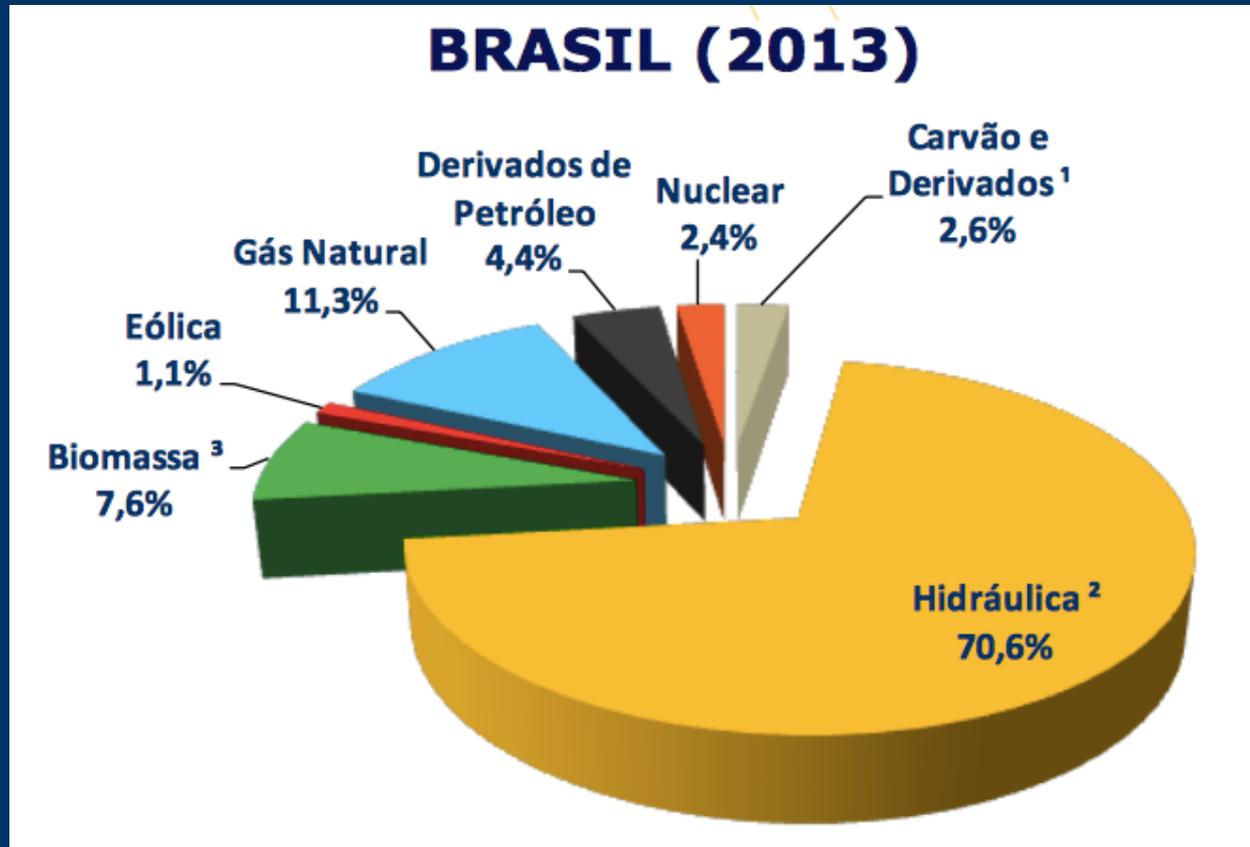


urânio
1,3%



Fonte: Ministério das Minas e Energia - Balanço energético (2014).

Matriz elétrica brasileira



geração hidráulica² em 2013: 430,9 TWh

geração total² em 2013: 609,9 TWh

Fonte: Ministério das Minas e Energia - Balanço energético (2014).



Capacidade instalada em MW

Fonte	2013	2012	Δ 13/12
Hidrelétrica	86.018	84.294	2,0%
Térmica ¹	36.528	32.778	11,4%
Nuclear	1.990	2.007	-0,8%
Eólica ²	2.207	1.894	16,5%
Capacidade disponível	126.743	120.973	4,8%

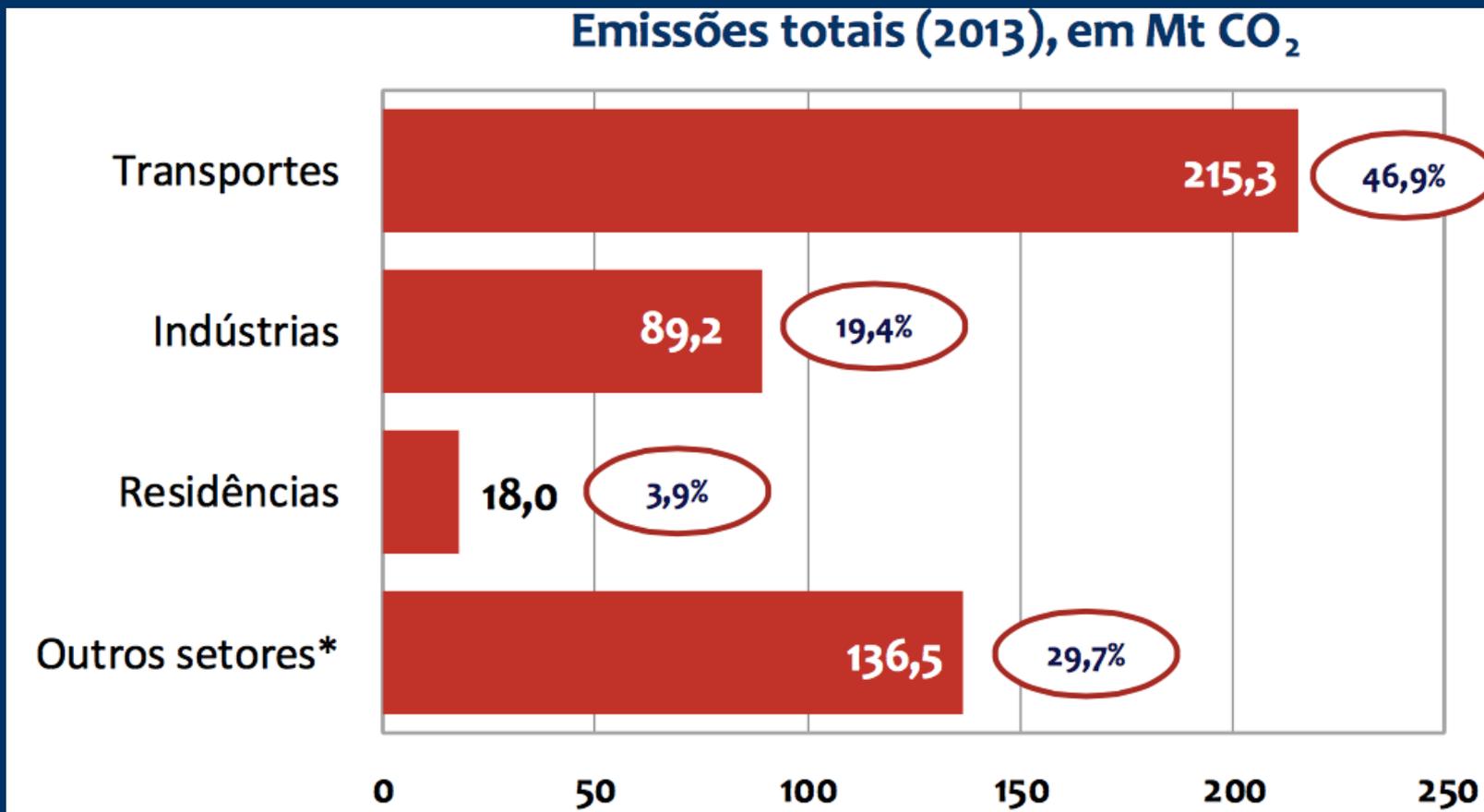
¹ Inclui biomassa, gás, petróleo e carvão mineral

² Inclui solar

Fonte: Ministério das Minas e Energia - Balanço energético (2014).



Emissões de CO₂



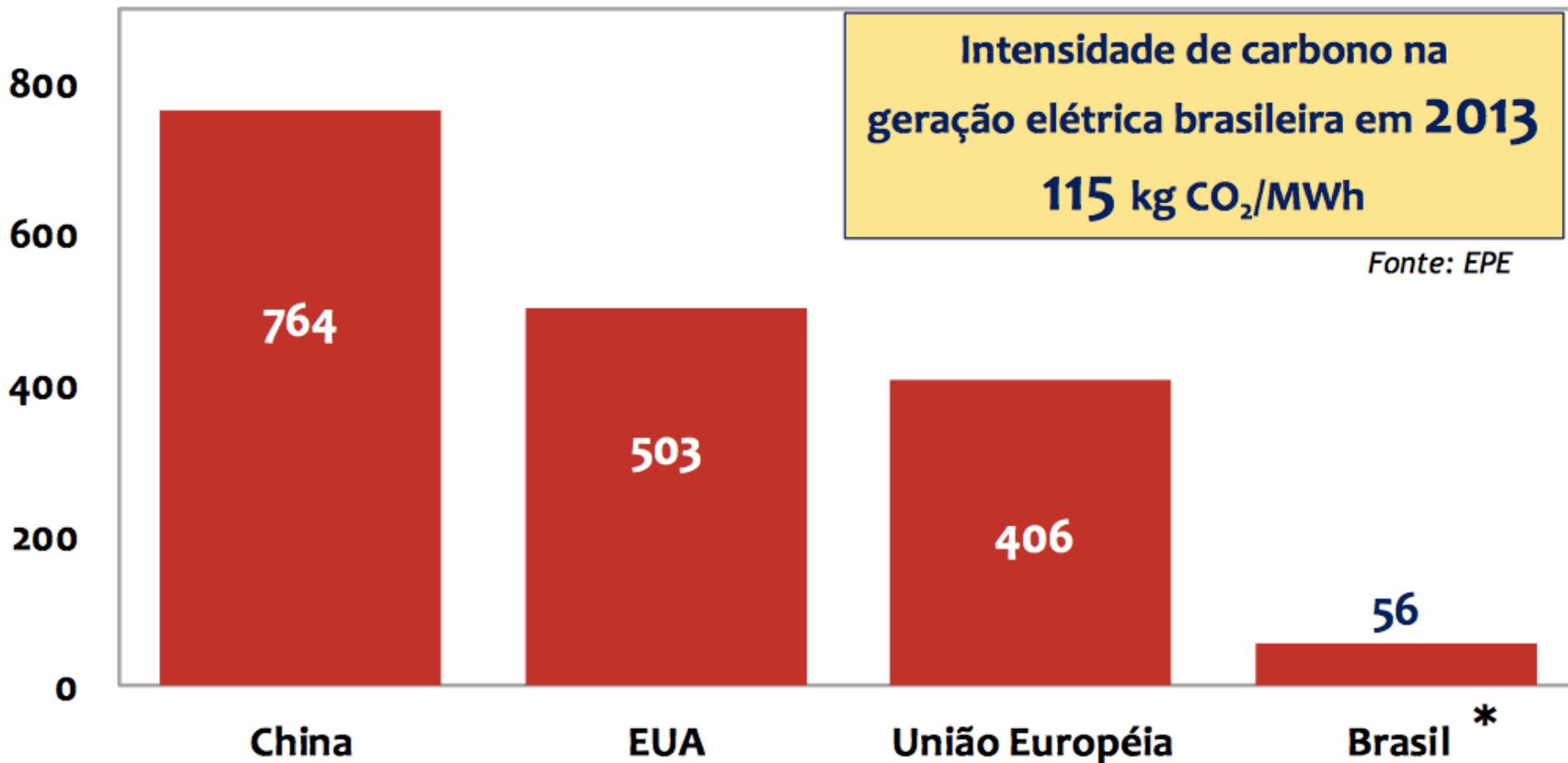
* inclui os setores agropecuário, serviços, energético, elétrico e as emissões fugitivas

Fonte: Ministério das Minas e Energia - Balanço energético (2014).



Emissões na produção de energia elétrica

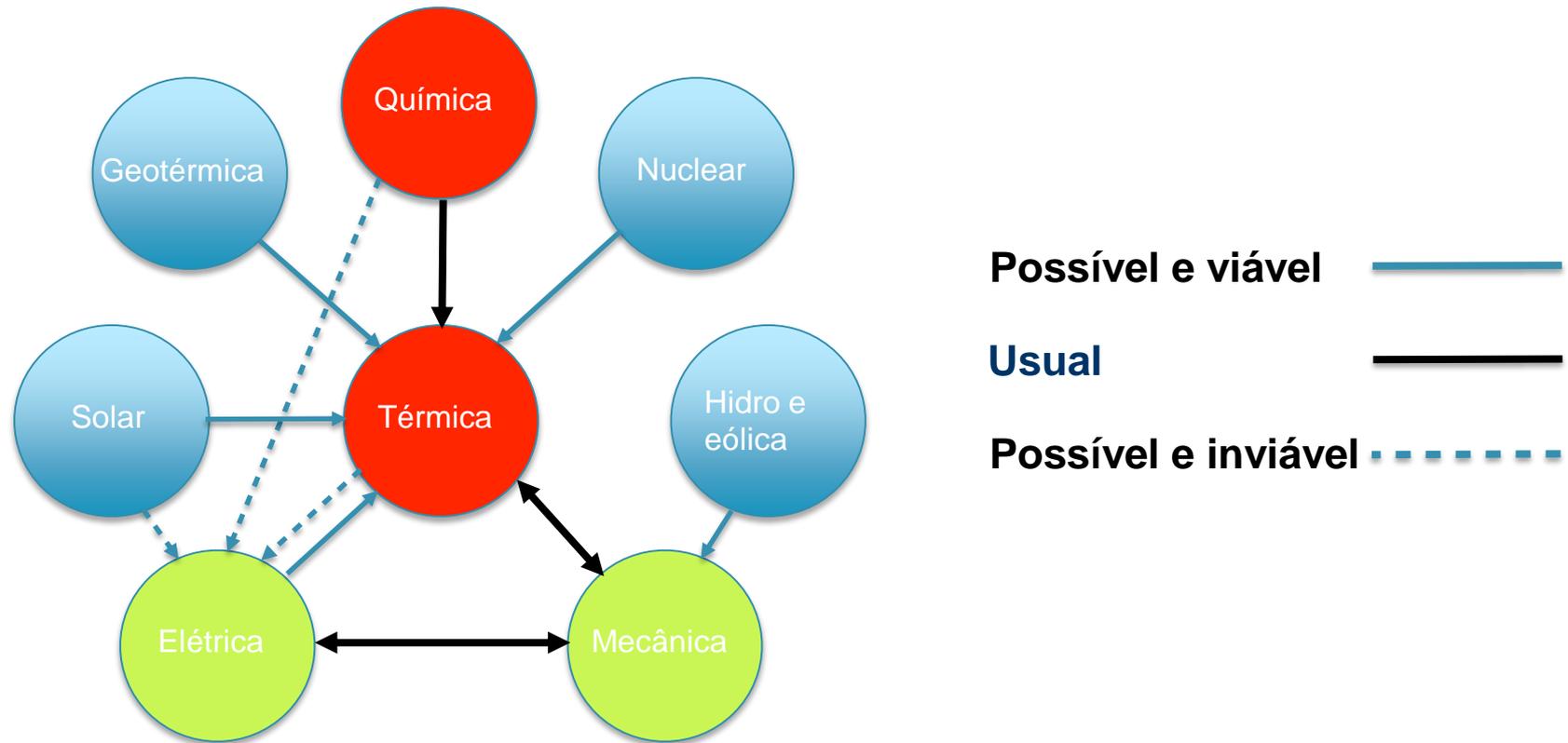
Emissões de CO₂ por MWh gerado (2011)



Fonte: Ministério das Minas e Energia - Balanço energético (2014).



Conversão de energia



Adaptado de: Eastop, T. D., Croft, D. R., 1996, Energy Efficiency for Engineers and Technologists, Addison Wesley Longman Limited.

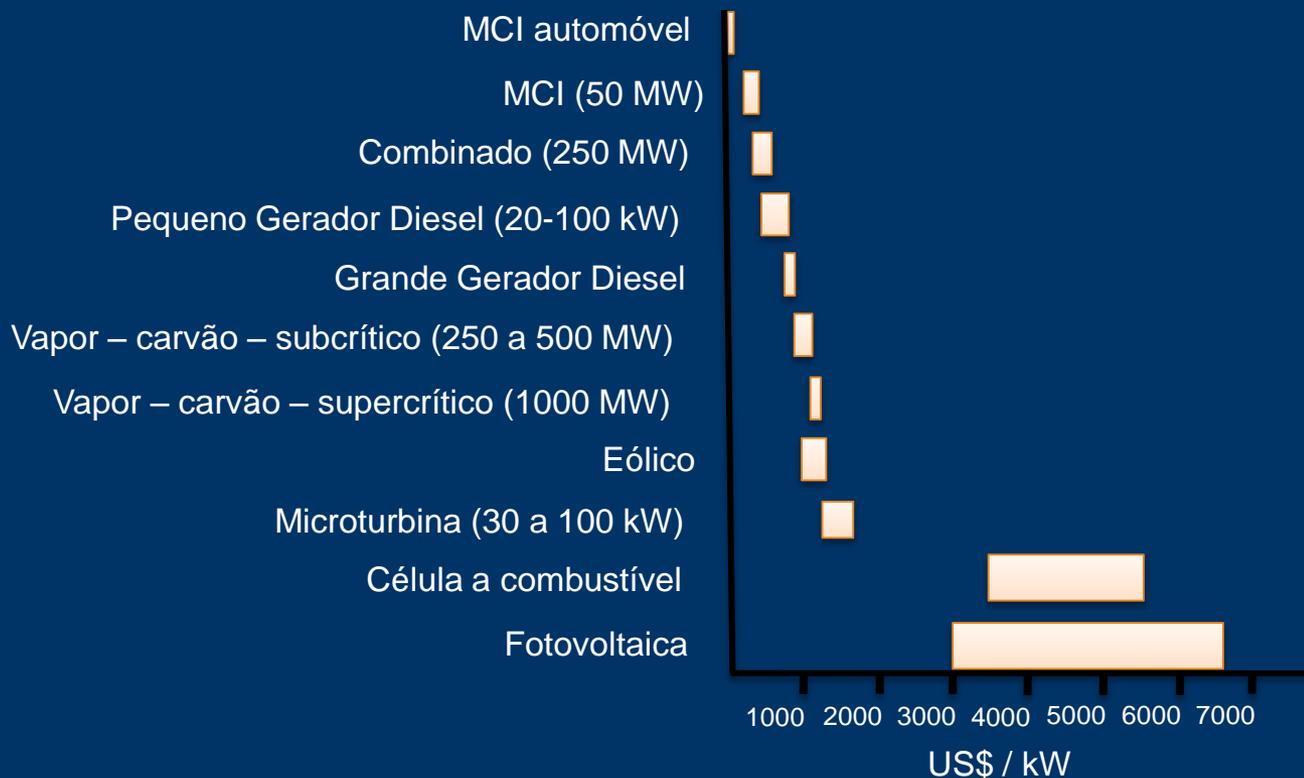


Desempenho – Sistemas de Potência

Origem	Rendimento típico (%)	Faixa típica (%)
Fotovoltaica	10	5 a 10
Solar térmica	15	10 a 25
Turbina a gás	30	15 a 38
Otto	30	25 a 35
Nuclear	33	32 a 35
Turbina a vapor	33	25 a 39
Turbina eólica	40	30 a 50
Diesel	40	35 a 49
Célula a combustível	45	40 a 70
Combinado	50	45 a 60
Hidroelétrica	85	70 a 90



Custo capital* - Sistemas de Potência



* Valores aproximados



Por que estudar ciclos

- Pergunta: Qual o custo do combustível de uma usina termelétrica de 500 MW de potência elétrica, queimando combustível fóssil, operando segundo um Ciclo de Rankine com eficiência de 35%, funcionando 24 h / dia, 365 dias / ano, se o custo do combustível é de US\$ 8 por Milhão de BTU?
- Resposta:
 - US\$ 942.624 / dia
 - US\$ 344.057.760 / ano



Por que estudar mais

- Pergunta: Se você pudesse melhorar a eficiência desta usina termelétrica de 500 MW de 35% para 36%, qual seria um preço razoável para este serviço de engenharia?
- Resposta:
 - US\$ 26.184 / dia
 - US\$ 9.557.160 / ano



Overview of a coal fired steam power station.
(Courtesy of Carolina Power and Light Company)

HOW A COAL FIRED GENERATING PLANT PRODUCES ELECTRICITY...

Coal is delivered by road, rail or water to the generating station where it is stored in piles 1.

Before use, the coal is crushed into small pieces and conveyed to bins 2 where a 1 to 2 day supply is held.

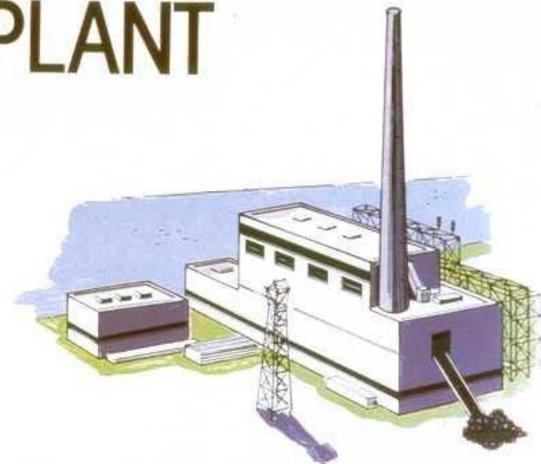
The crushed coal goes through a pulverizer 3 which reduces it to a fine powder. Mixed with hot air, the powder is blown through coal burners 4 into the boiler furnace 5 where the mixture is ignited and burned at high intensity.

The heavy ash produced by burning, drops into an ash hopper 6 for disposal while the light fly ash in the flue gases is removed by electric precipitators and mechanical dust collectors 7 before the gases are discharged through the chimney.

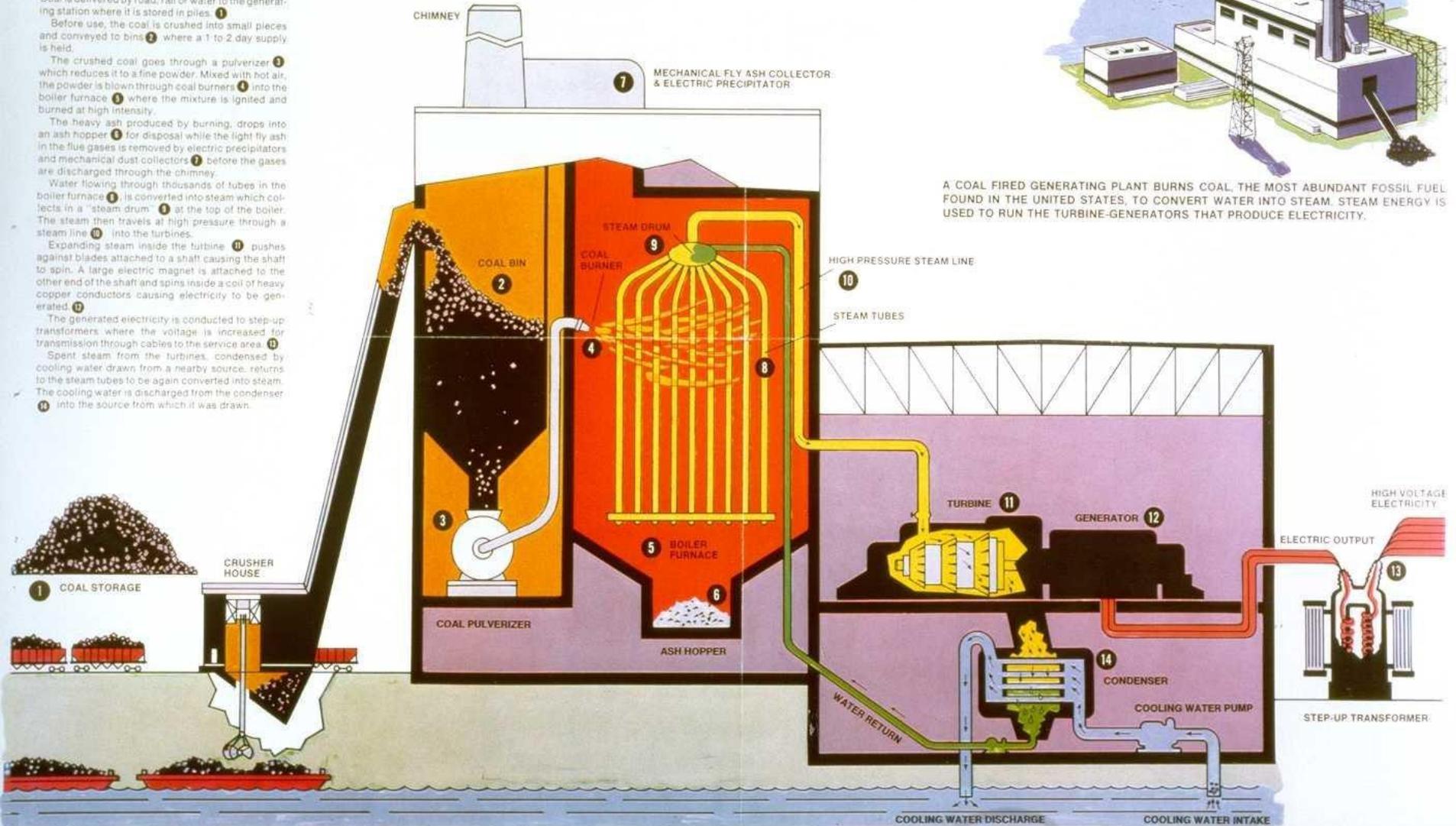
Water flowing through thousands of tubes in the boiler furnace 5 is converted into steam which collects in a "steam drum" 8 at the top of the boiler. The steam then travels at high pressure through a steam line 10 into the turbines.

Expanding steam inside the turbine 11 pushes against blades attached to a shaft causing the shaft to spin. A large electric magnet is attached to the other end of the shaft and spins inside a coil of heavy copper conductors causing electricity to be generated 12.

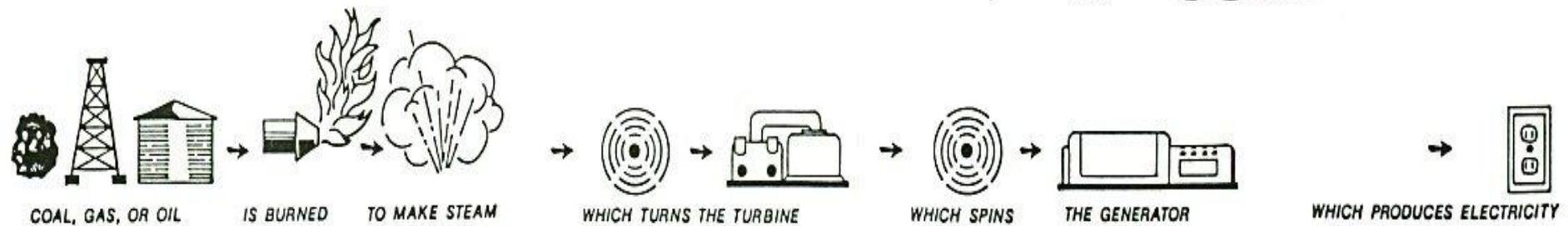
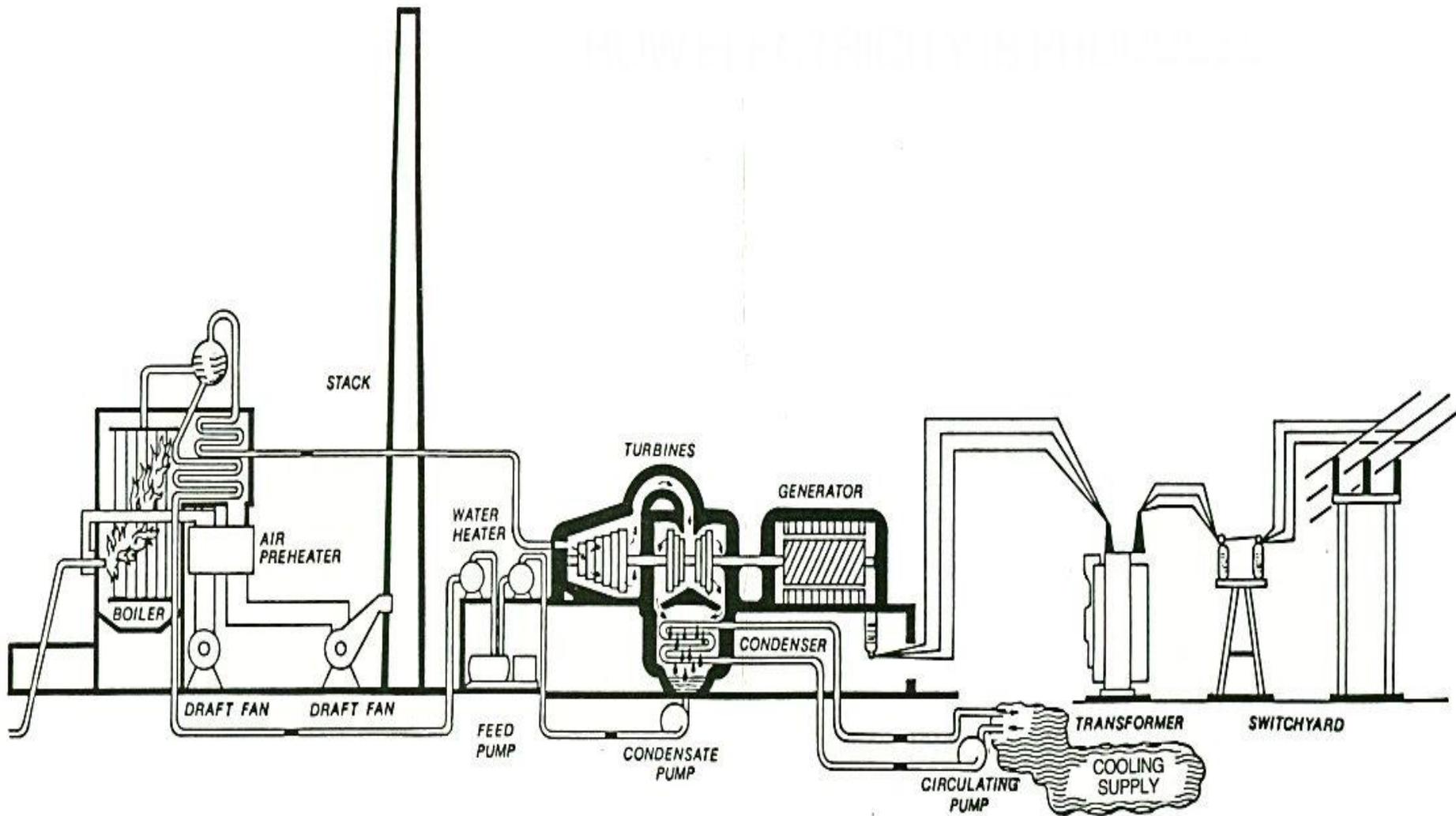
The generated electricity is conducted to step-up transformers where the voltage is increased for transmission through cables to the service area 13. Spent steam from the turbines, condensed by cooling water drawn from a nearby source, returns to the steam tubes to be again converted into steam. The cooling water is discharged from the condenser 14 into the source from which it was drawn.



A COAL FIRED GENERATING PLANT BURNS COAL, THE MOST ABUNDANT FOSSIL FUEL FOUND IN THE UNITED STATES, TO CONVERT WATER INTO STEAM. STEAM ENERGY IS USED TO RUN THE TURBINE-GENERATORS THAT PRODUCE ELECTRICITY.

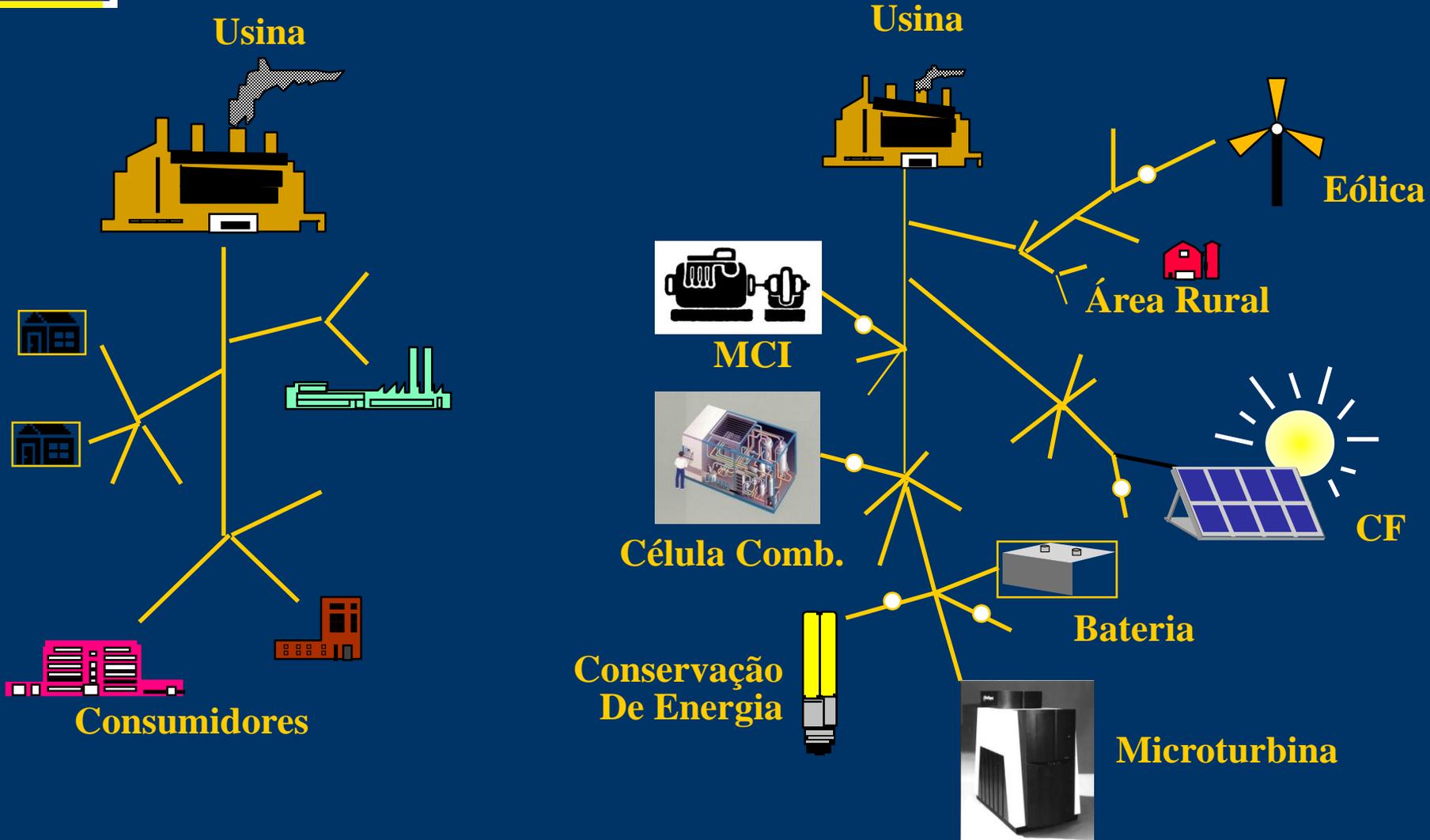


(Courtesy of Carolina Power and Light Company)





Geração Distribuída



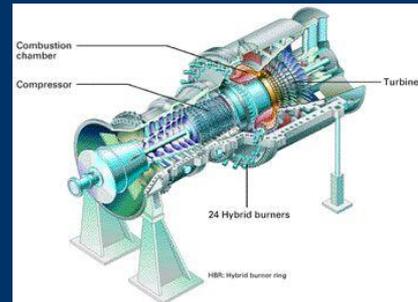


Prime Movers

Turbinas a Vapor



Turbinas a Gas



MCI (Diesel, Otto)



Ciclo Combinado

Microturbinas



Células Combust.



Motores Stirling





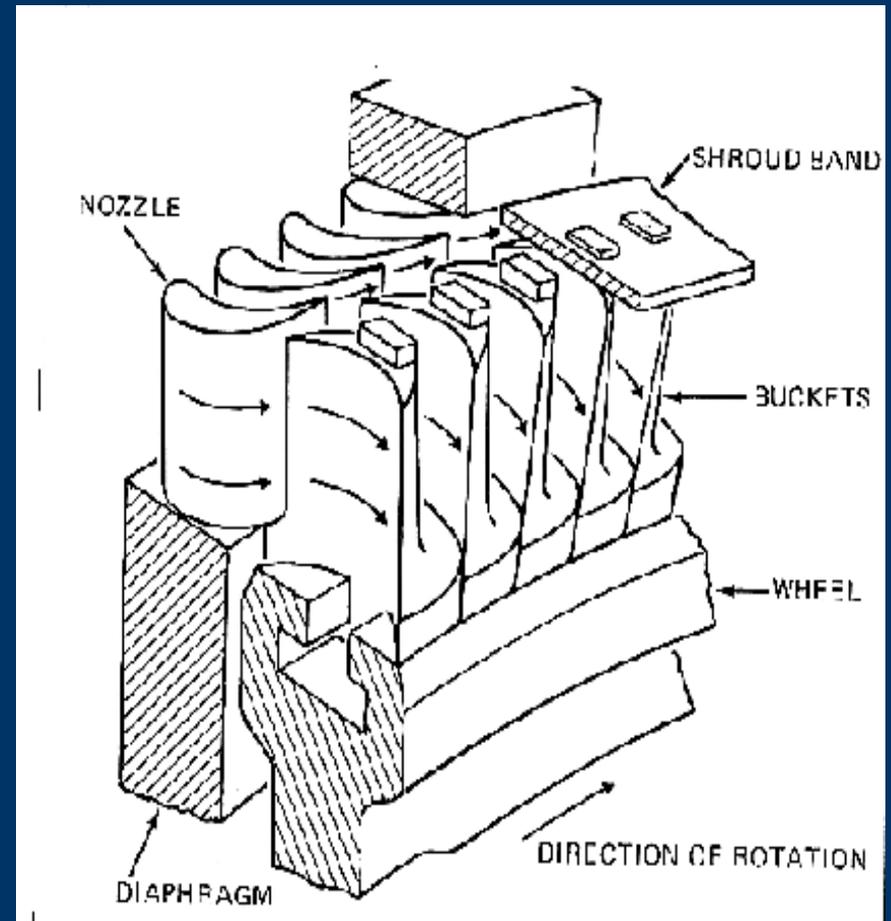
Geradores de Vapor



GERADORES DE VAPOR

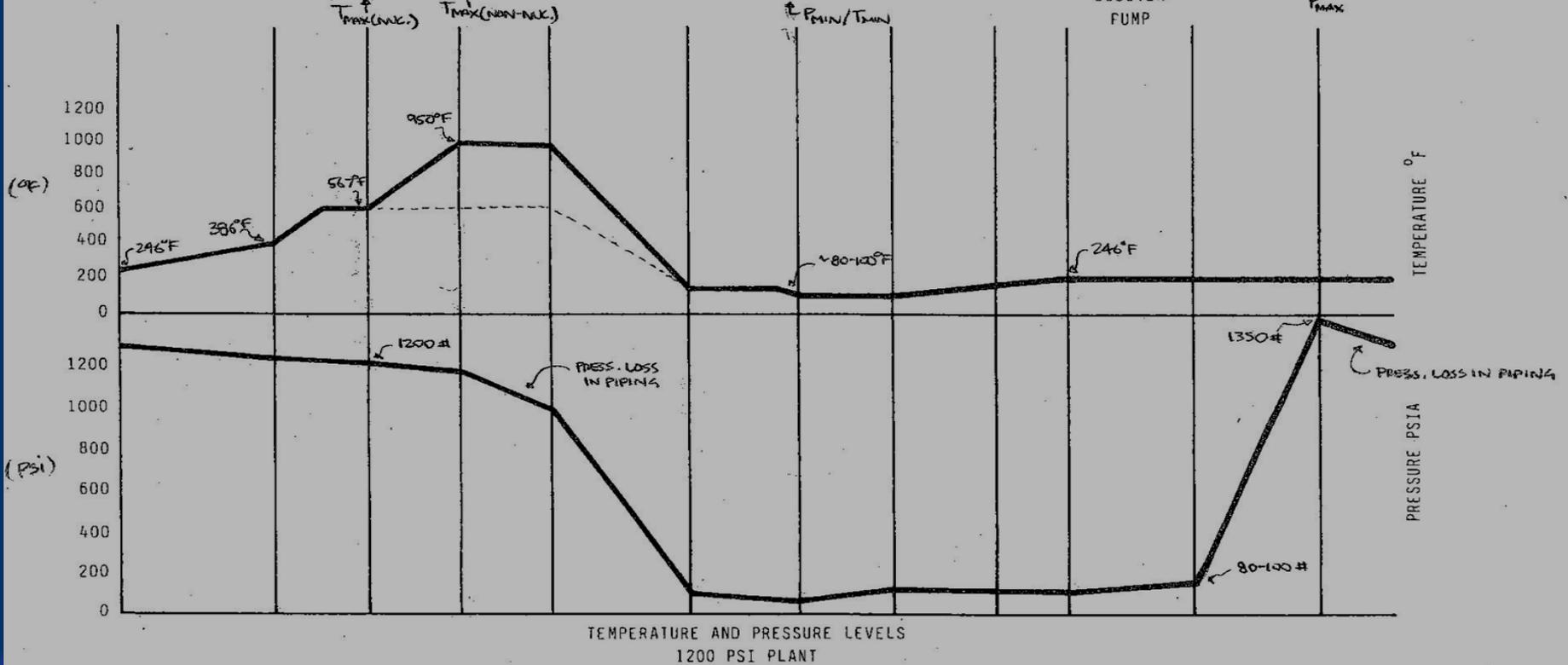
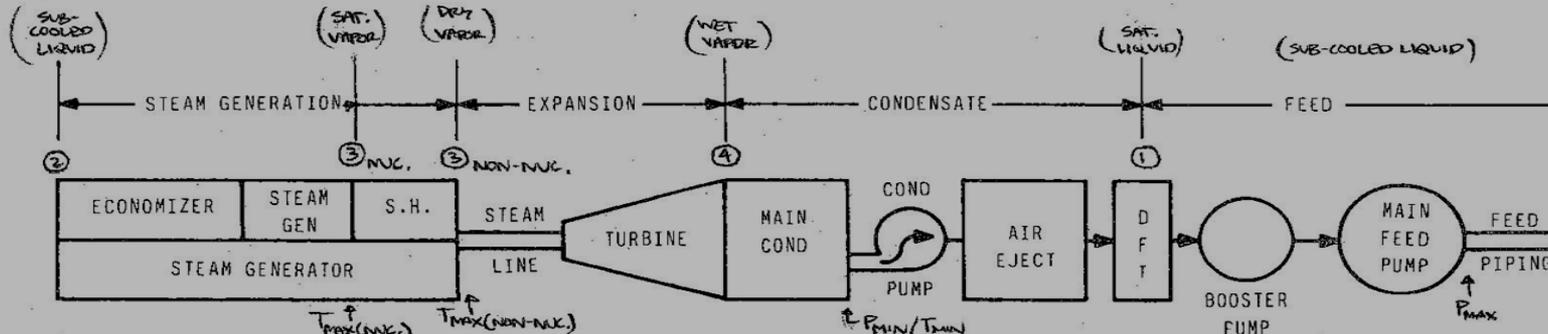


Turbina a Vapor



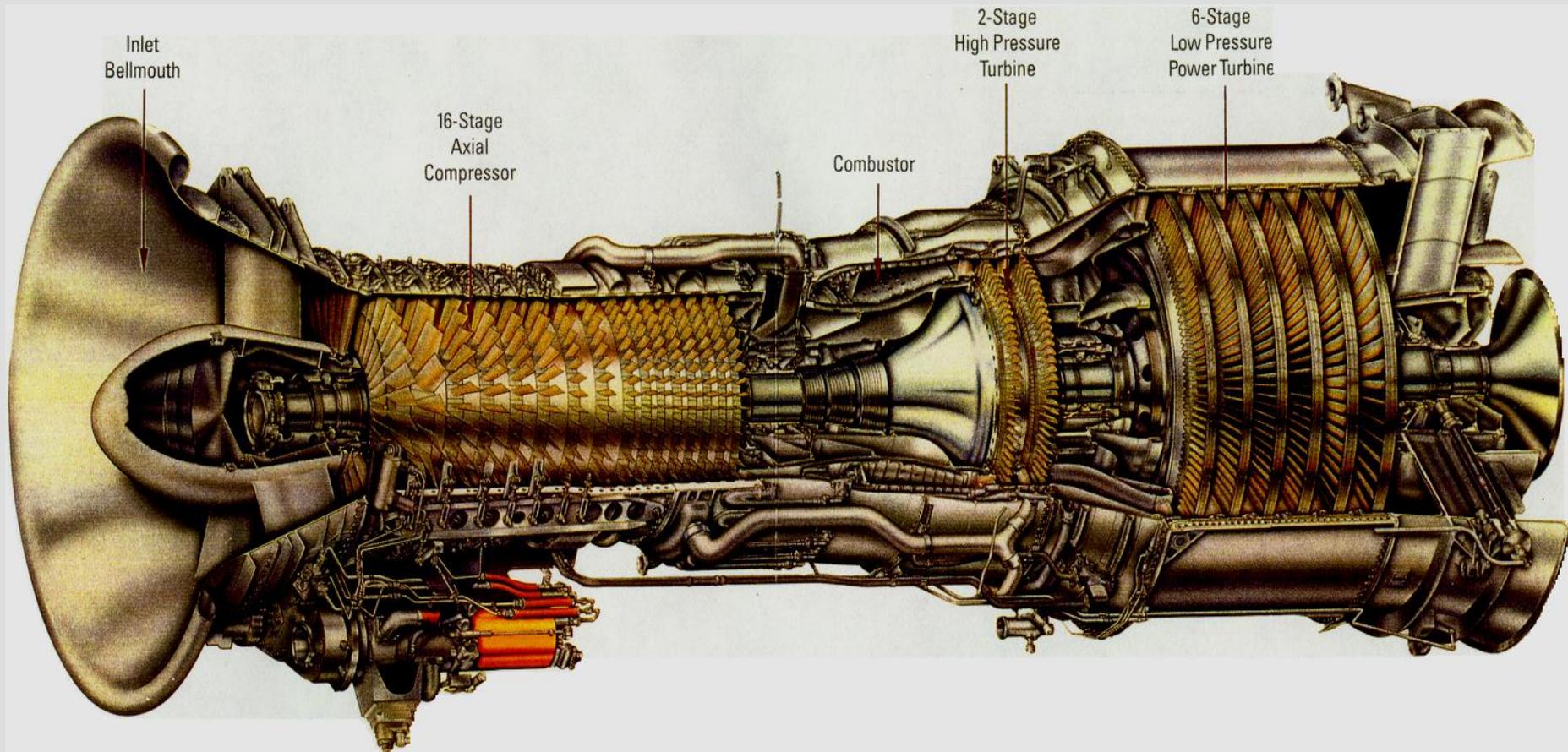


Ciclo de Turbina a Vapor



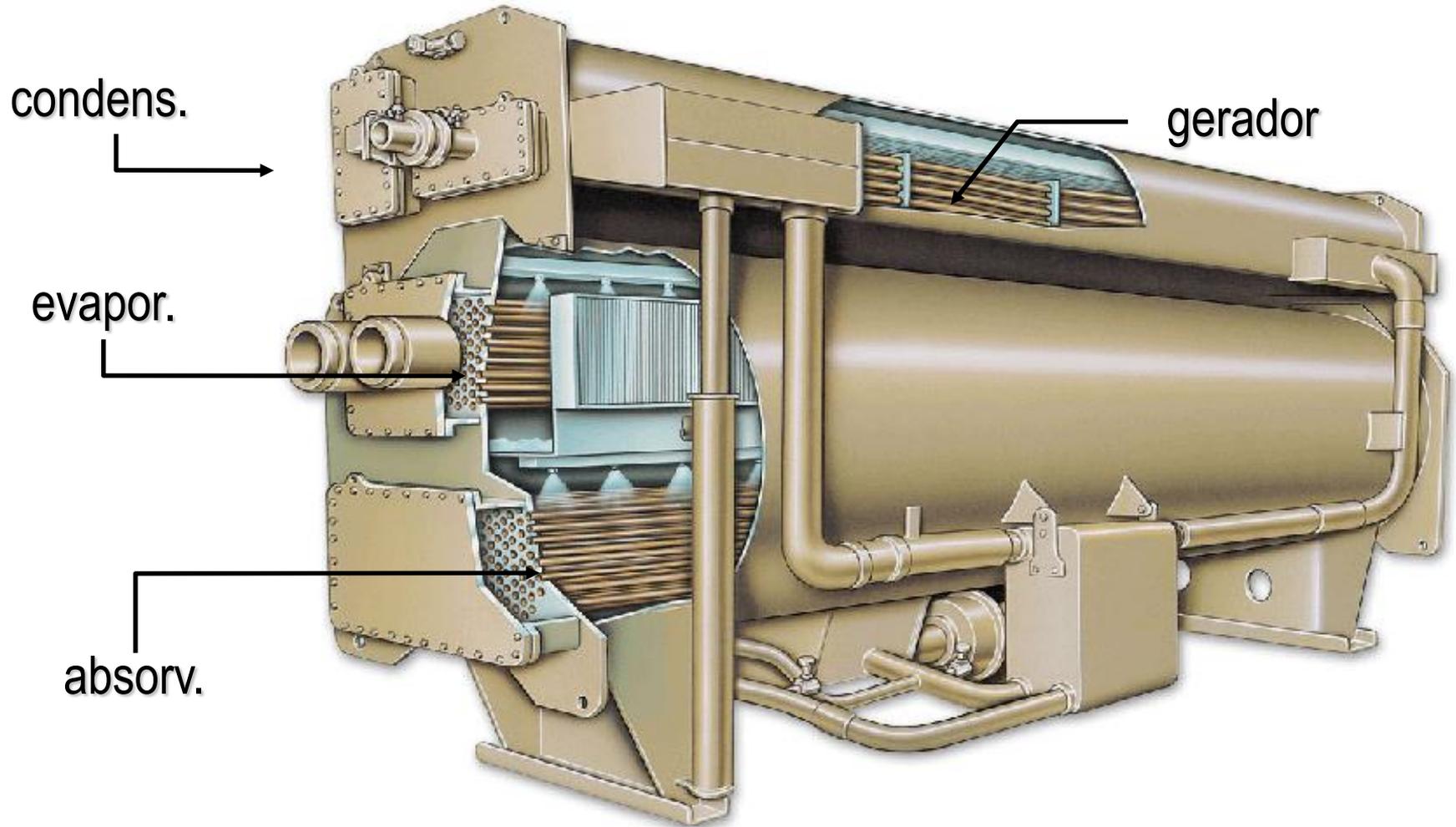


Turbina a Gas





Chiller de Absorção





Cronograma de Atividades

Aula	Data	Tópico do Programa	Atividade	Observações
1ª	02/08	Introdução a Máquinas Térmicas	T	
2ª	09/08	Caldeiras e Geradores de Vapor	T	
3ª	16/08	Caldeiras e Geradores de Vapor	T	
4ª	23/08	Caldeiras e Geradores de Vapor	T/E	
5ª	30/08	Caldeiras e Geradores de Vapor	T/E	
6ª	13/09	Turbinas a Vapor	T	
7ª	20/09	Turbinas a Vapor	T/E	
8ª	27/09	Turbinas a Vapor	T/E	Data-limite - monografia
9ª	04/10	Prova de Teoria – P1	P	
10ª	11/10	Turbinas a Gás	T	
11ª	18/10	Turbinas a Gás	T	
12ª	25/10	Turbinas a Gás	T/E	
13ª	01/11	Sistemas de Refrigeração e Ar Condicionado	T	
14ª	08/11	Sistemas de Refrigeração e Ar Condicionado	T/E	Data-limite - simulador
15ª	22/11	Prova de Laboratório	P	
16ª	29/11	Geração Distribuída e Cogeração	T/E	
17ª	06/12	Prova de Teoria – P2	P	



Avaliação

- Critério de Aproveitamento: Nota mínima 5,0 em Teoria (T) e 5,0 em Laboratório (L).
- Nota Final = $0,65 * T + 0,35 * L$
 - T = (P1+P2+M(monografia)+S(simulador))
 - L = Média de Laboratório
- A prova substitutiva pode ser feita somente pelos alunos que perderam uma das provas por motivo de doença, com atestado médico emitido pelo HU.



Entrega de Trabalhos e Horário de Atendimento

- E-mail de entrega de trabalhos: jiy.poli@gmail.com e ali.alahyarzadeh@gmail.com
- Data-limite para entrega da monografia (via e-mail – professor e assistente): 27/09/2016 (terça-feira)
- Data-limite para entrega do simulador EES (via e-mail – professor e assistente): 08/11/2016 (terça-feira)
- Horário de atendimento aos alunos: Quarta - feira das 9h00 às 10h00 ou outro horário previamente agendado.