

TE061 - Introdução aos Sistemas de Energia Elétrica

Aula 02/ Tópico 1: Histórico dos Sistemas de Energia Elétrica (SEE)

Roman Kuiava, Prof. Dr.
kuiava@eletrica.ufpr.br
DELT-UFPR

Até o final do século XVIII

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Estudos relativos aos fenômenos elétricos e magnéticos interessavam apenas a alguns poucos cientistas, como: William Gilbert (1544-1603); Charles Augustin de Coulomb (1736-1806); Benjamin Franklin (1706-1790); Alessandro Volta (1745-1827).



- Em geral, não se conheciam aplicações práticas para tais conhecimentos, e a principal motivação para os estudos era a curiosidade intelectual.

Até o final do século XVIII

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Estudos relativos aos fenômenos elétricos e magnéticos interessavam apenas a alguns poucos cientistas, como: William Gilbert (1544-1603); Charles Augustin de Coulomb (1736-1806); Benjamin Franklin (1706-1790); Alessandro Volta (1745-1827).



- Em geral, não se conheciam aplicações práticas para tais conhecimentos, e a principal motivação para os estudos era a curiosidade intelectual.

Até o final do século XVIII

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kujava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Estudos relativos aos fenômenos elétricos e magnéticos interessavam apenas a alguns poucos cientistas, como: William Gilbert (1544-1603); Charles Augustin de Coulomb (1736-1806); Benjamin Franklin (1706-1790); Alessandro Volta (1745-1827).



- Em geral, não se conheciam aplicações práticas para tais conhecimentos, e a principal motivação para os estudos era a curiosidade intelectual.

Até o final do século XVIII

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Estudos relativos aos fenômenos elétricos e magnéticos interessavam apenas a alguns poucos cientistas, como: William Gilbert (1544-1603); Charles Augustin de Coulomb (1736-1806); Benjamin Franklin (1706-1790); Alessandro Volta (1745-1827).



- Em geral, não se conheciam aplicações práticas para tais conhecimentos, e a principal motivação para os estudos era a curiosidade intelectual.

Até o final do século XVIII

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Estudos relativos aos fenômenos elétricos e magnéticos interessavam apenas a alguns poucos cientistas, como: William Gilbert (1544-1603); Charles Augustin de Coulomb (1736-1806); Benjamin Franklin (1706-1790); Alessandro Volta (1745-1827).



- Em geral, não se conheciam aplicações práticas para tais conhecimentos, e a principal motivação para os estudos era a curiosidade intelectual.

Até o final do século XVIII

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Estudos relativos aos fenômenos elétricos e magnéticos interessavam apenas a alguns poucos cientistas, como: William Gilbert (1544-1603); Charles Augustin de Coulomb (1736-1806); Benjamin Franklin (1706-1790); Alessandro Volta (1745-1827).



- Em geral, não se conheciam aplicações práticas para tais conhecimentos, e a principal motivação para os estudos era a curiosidade intelectual.

Primeira metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kujava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Entre 1800 e 1810 surgiram companhias comerciais de iluminação à gás na Europa e EUA. No Brasil, o 1o serviço de iluminação à gás ocorreu no Rio de Janeiro, em 1828; São Paulo, em 1863. Essa indústria apresentou contínuo crescimento durante todo o século XIX.
- Grandes avanços na compreensão dos fenômenos elétricos e magnéticos ocorreram entre 1800 e 1850. Cientistas importantes da época: André-Marie Ampère (1775-1836); George Simon Ohm (1787-1854); Johann Friedrich Karl Gauss (1777-1855).



Primeira metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

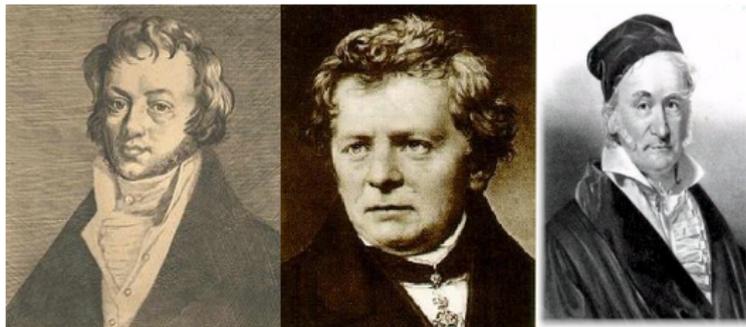
Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Entre 1800 e 1810 surgiram companhias comerciais de iluminação à gás na Europa e EUA. No Brasil, o 1o serviço de iluminação à gás ocorreu no Rio de Janeiro, em 1828; São Paulo, em 1863. Essa indústria apresentou contínuo crescimento durante todo o século XIX.
- Grandes avanços na compreensão dos fenômenos elétricos e magnéticos ocorreram entre 1800 e 1850. Cientistas importantes da época: André-Marie Ampère (1775-1836); George Simon Ohm (1787-1854); Johann Friedrich Karl Gauss (1777-1855).



Primeira metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

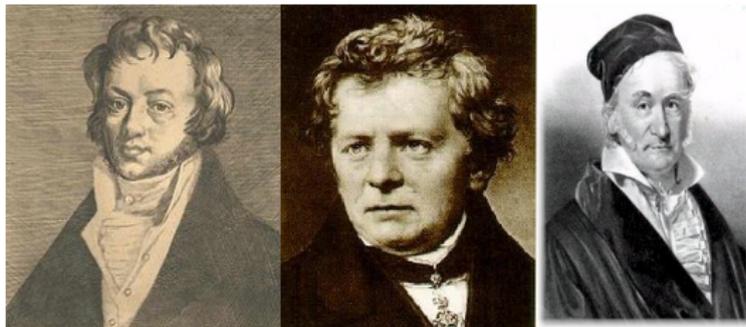
Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Entre 1800 e 1810 surgiram companhias comerciais de iluminação à gás na Europa e EUA. No Brasil, o 1o serviço de iluminação à gás ocorreu no Rio de Janeiro, em 1828; São Paulo, em 1863. Essa indústria apresentou contínuo crescimento durante todo o século XIX.
- Grandes avanços na compreensão dos fenômenos elétricos e magnéticos ocorreram entre 1800 e 1850. Cientistas importantes da época: André-Marie Ampère (1775-1836); George Simon Ohm (1787-1854); Johann Friedrich Karl Gauss (1777-1855).



Primeira metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Entre 1800 e 1810 surgiram companhias comerciais de iluminação à gás na Europa e EUA. No Brasil, o 1o serviço de iluminação à gás ocorreu no Rio de Janeiro, em 1828; São Paulo, em 1863. Essa indústria apresentou contínuo crescimento durante todo o século XIX.
- Grandes avanços na compreensão dos fenômenos elétricos e magnéticos ocorreram entre 1800 e 1850. Cientistas importantes da época: André-Marie Ampère (1775-1836); George Simon Ohm (1787-1854); Johann Friedrich Karl Gauss (1777-1855).



Primeira metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

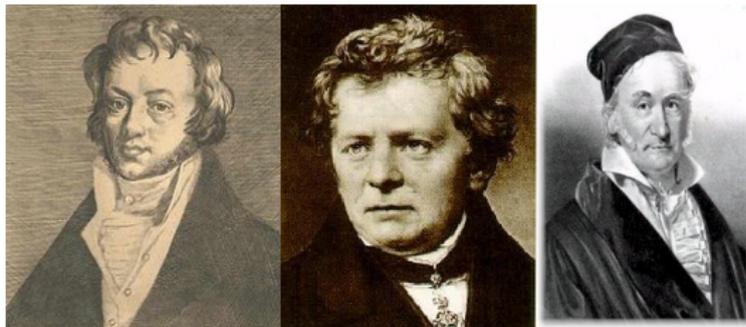
Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Entre 1800 e 1810 surgiram companhias comerciais de iluminação à gás na Europa e EUA. No Brasil, o 1o serviço de iluminação à gás ocorreu no Rio de Janeiro, em 1828; São Paulo, em 1863. Essa indústria apresentou contínuo crescimento durante todo o século XIX.
- Grandes avanços na compreensão dos fenômenos elétricos e magnéticos ocorreram entre 1800 e 1850. Cientistas importantes da época: André-Marie Ampère (1775-1836); George Simon Ohm (1787-1854); Johann Friedrich Karl Gauss (1777-1855).



Primeira metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Entre 1800 e 1810 surgiram companhias comerciais de iluminação à gás na Europa e EUA. No Brasil, o 1o serviço de iluminação à gás ocorreu no Rio de Janeiro, em 1828; São Paulo, em 1863. Essa indústria apresentou contínuo crescimento durante todo o século XIX.
- Grandes avanços na compreensão dos fenômenos elétricos e magnéticos ocorreram entre 1800 e 1850. Cientistas importantes da época: André-Marie Ampère (1775-1836); George Simon Ohm (1787-1854); Johann Friedrich Karl Gauss (1777-1855).



Primeira metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Entre 1800 e 1810 surgiram companhias comerciais de iluminação à gás na Europa e EUA. No Brasil, o 1o serviço de iluminação à gás ocorreu no Rio de Janeiro, em 1828; São Paulo, em 1863. Essa indústria apresentou contínuo crescimento durante todo o século XIX.
- Grandes avanços na compreensão dos fenômenos elétricos e magnéticos ocorreram entre 1800 e 1850. Cientistas importantes da época: André-Marie Ampère (1775-1836); George Simon Ohm (1787-1854); Johann Friedrich Karl Gauss (1777-1855).



Primeira metade do século XIX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

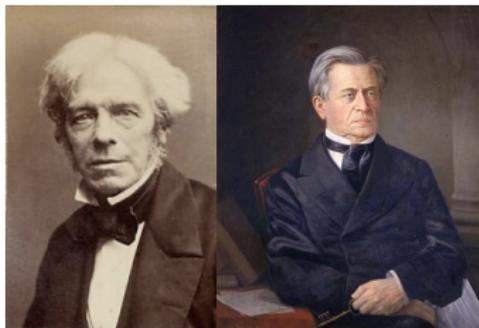
Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Descobertas que transformaram a eletricidade de mero fenômeno científico em tecnologia importante foram feitas por Michael Faraday (1791-1867) e Joseph Henry (1797-1878) ⇒ **correntes elétricas poderiam ser produzidas por campos magnéticos!**
- Michael Faraday (1791-1867): formulação da lei que ostenta o seu nome; construiu uma máquina que gerava tensão elétrica com base em princípios de indução magnética.
- Joseph Henry (1797-1878): descobriu o fenômeno da indução eletromagnética quase ao mesmo tempo que Faraday; aplicou suas descobertas no desenvolvimento de eletroímãs e o telégrafo.



Primeira metade do século XIX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Descobertas que transformaram a eletricidade de mero fenômeno científico em tecnologia importante foram feitas por Michael Faraday (1791-1867) e Joseph Henry (1797-1878) ⇒ **correntes elétricas poderiam ser produzidas por campos magnéticos!**
- Michael Faraday (1791-1867): formulação da lei que ostenta o seu nome; construiu uma máquina que gerava tensão elétrica com base em princípios de indução magnética.
- Joseph Henry (1797-1878): descobriu o fenômeno da indução eletromagnética quase ao mesmo tempo que Faraday; aplicou suas descobertas no desenvolvimento de eletroímãs e o telégrafo.



Primeira metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuziava,
Prof. Dr.

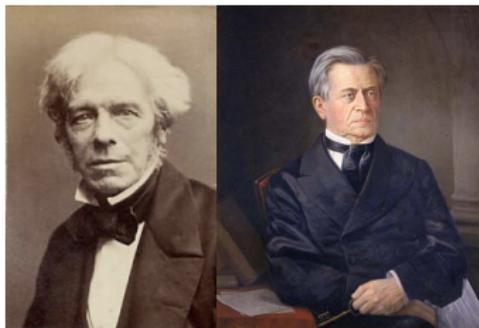
Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Descobertas que transformaram a eletricidade de mero fenômeno científico em tecnologia importante foram feitas por Michael Faraday (1791-1867) e Joseph Henry (1797-1878) ⇒ **correntes elétricas poderiam ser produzidas por campos magnéticos!**
- Michael Faraday (1791-1867): formulação da lei que ostenta o seu nome; construiu uma máquina que gerava tensão elétrica com base em princípios de indução magnética.
- Joseph Henry (1797-1878): descobriu o fenômeno da indução eletromagnética quase ao mesmo tempo que Faraday; aplicou suas descobertas no desenvolvimento de eletroímãs e o telégrafo.



Primeira metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuziava,
Prof. Dr.

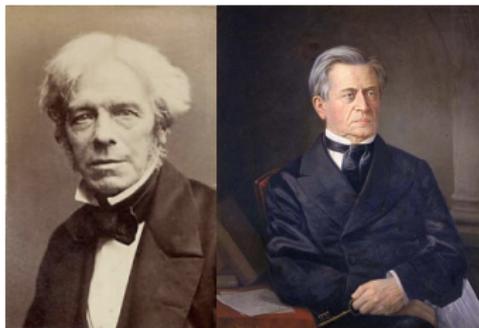
Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Descobertas que transformaram a eletricidade de mero fenômeno científico em tecnologia importante foram feitas por Michael Faraday (1791-1867) e Joseph Henry (1797-1878) ⇒ **correntes elétricas poderiam ser produzidas por campos magnéticos!**
- Michael Faraday (1791-1867): formulação da lei que ostenta o seu nome; construiu uma máquina que gerava tensão elétrica com base em princípios de indução magnética.
- Joseph Henry (1797-1878): descobriu o fenômeno da indução eletromagnética quase ao mesmo tempo que Faraday; aplicou suas descobertas no desenvolvimento de eletroímãs e o telégrafo.



Primeira metade do século XIX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

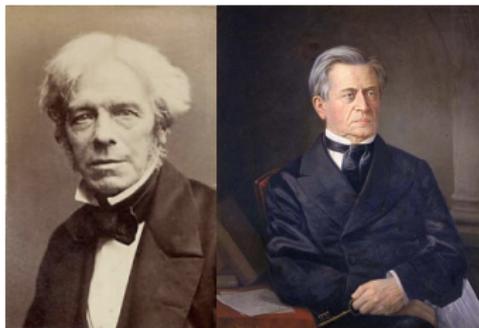
Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Descobertas que transformaram a eletricidade de mero fenômeno científico em tecnologia importante foram feitas por Michael Faraday (1791-1867) e Joseph Henry (1797-1878) ⇒ **correntes elétricas poderiam ser produzidas por campos magnéticos!**
- Michael Faraday (1791-1867): formulação da lei que ostenta o seu nome; construiu uma máquina que gerava tensão elétrica com base em princípios de indução magnética.
- Joseph Henry (1797-1878): descobriu o fenômeno da indução eletromagnética quase ao mesmo tempo que Faraday; aplicou suas descobertas no desenvolvimento de eletroímãs e o telégrafo.



Primeira metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Descobertas que transformaram a eletricidade de mero fenômeno científico em tecnologia importante foram feitas por Michael Faraday (1791-1867) e Joseph Henry (1797-1878) ⇒ **correntes elétricas poderiam ser produzidas por campos magnéticos!**
- Michael Faraday (1791-1867): formulação da lei que ostenta o seu nome; construiu uma máquina que gerava tensão elétrica com base em princípios de indução magnética.
- Joseph Henry (1797-1878): descobriu o fenômeno da indução eletromagnética quase ao mesmo tempo que Faraday; aplicou suas descobertas no desenvolvimento de eletroímãs e o telégrafo.



Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kujava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

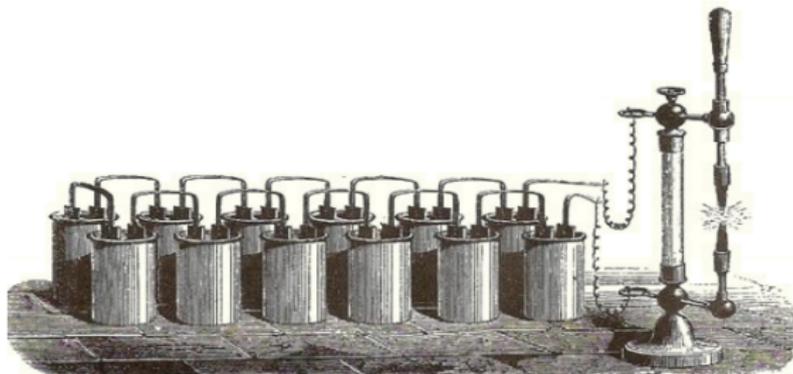
Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Entre 1840 e 1880 diversos cientistas (Wheatstone, Varley, Siemens, outros) aplicaram o princípio da indução eletromagnética à construção de geradores elétricos primitivos.

- Descoberta do arco elétrico ⇒ **Revolução na área da iluminação**



Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kujava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

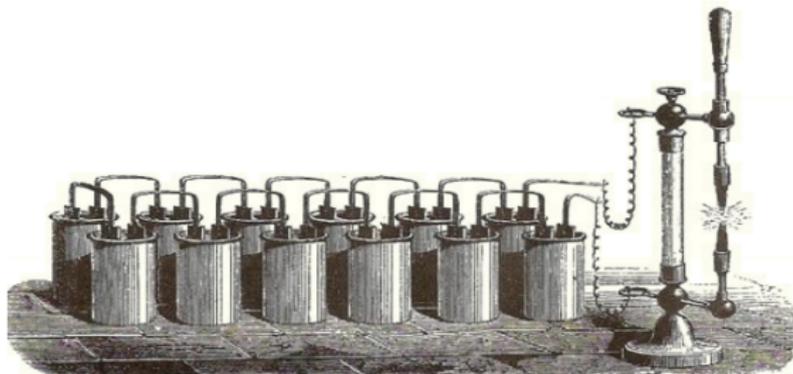
Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Entre 1840 e 1880 diversos cientistas (Wheatstone, Varley, Siemens, outros) aplicaram o princípio da indução eletromagnética à construção de geradores elétricos primitivos.

- Descoberta do arco elétrico ⇒ **Revolução na área da iluminação**



Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuziava,
Prof. Dr.

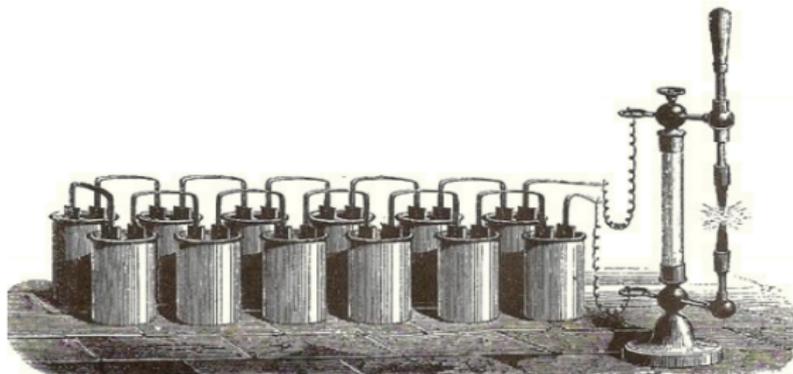
Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Entre 1840 e 1880 diversos cientistas (Wheatstone, Varley, Siemens, outros) aplicaram o princípio da indução eletromagnética à construção de geradores elétricos primitivos.
- Descoberta do arco elétrico ⇒ **Revolução na área da iluminação**



Segunda metade do século XIX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- A comercialização da iluminação a arco voltaico deu-se a partir de 1870, na iluminação residencial e, posteriormente, na iluminação pública.
- A iluminação a arco voltaico produziu o estímulo necessário ao desenvolvimento de melhores e mais eficientes geradores elétricos.



Segunda metade do século XIX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

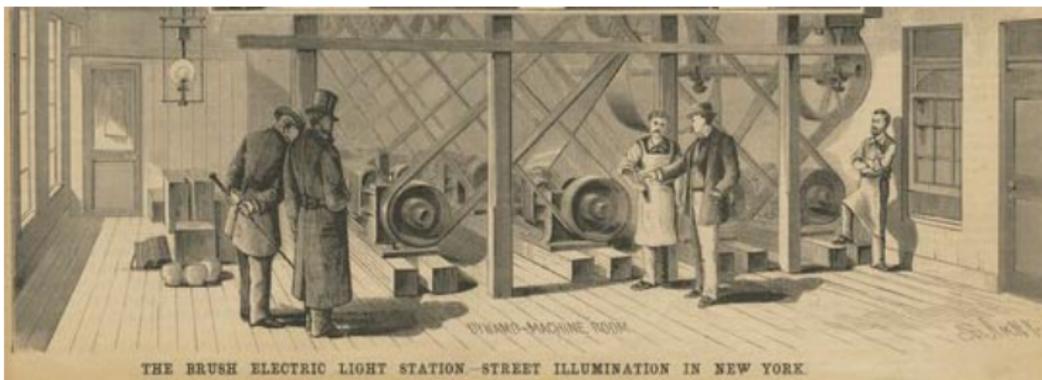
Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- A comercialização da iluminação a arco voltaico deu-se a partir de 1870, na iluminação residencial e, posteriormente, na iluminação pública.
- A iluminação a arco voltaico produziu o estímulo necessário ao desenvolvimento de melhores e mais eficientes geradores elétricos.



Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuziava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Charles Francis Brush (1849-1929) desenvolveu um sistema de iluminação a arco com gerador associado ⇒ **problemas com a intensidade da iluminação.**
- Em 1879, Thomas Alva Edison (1847-1931) desenvolveu a primeira lâmpada elétrica incandescente.



Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuziava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Charles Francis Brush (1849-1929) desenvolveu um sistema de iluminação a arco com gerador associado ⇒ **problemas com a intensidade da iluminação.**
- Em 1879, Thomas Alva Edison (1847-1931) desenvolveu a primeira lâmpada elétrica incandescente.



Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Charles Francis Brush (1849-1929) desenvolveu um sistema de iluminação a arco com gerador associado ⇒ **problemas com a intensidade da iluminação.**
- Em 1879, Thomas Alva Edison (1847-1931) desenvolveu a primeira lâmpada elétrica incandescente.



Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuziava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Em 1882, começa a operar o primeiro sistema elétrico para iluminação pública, em Nova Iorque ⇒ sistema em corrente contínua (CC) a três condutores, com tensões de 220V/110V, e alimentava uma carga de 30kW constituída por lâmpadas incandescentes.
- As companhias de energia elétrica daquela época autodenominavam-se *companhias de iluminação* porque esse era o único serviço que forneciam. Problema encontrado: a demanda de energia elétrica era significativa apenas por algumas horas da noite ⇒ os SEE eram subutilizados! Solução: encontrar outras aplicações para a sobra energética ⇒ aplicação em acionamento de motores elétricos.
- As companhias de energia elétrica começaram, então, a se autodenominarem *companhias de força e luz*.

Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Em 1882, começa a operar o primeiro sistema elétrico para iluminação pública, em Nova Iorque ⇒ sistema em corrente contínua (CC) a três condutores, com tensões de 220V/110V, e alimentava uma carga de 30kW constituída por lâmpadas incandescentes.
- As companhias de energia elétrica daquela época autodenominavam-se *companhias de iluminação* porque esse era o único serviço que forneciam. Problema encontrado: a demanda de energia elétrica era significativa apenas por algumas horas da noite ⇒ os SEE eram subutilizados! Solução: encontrar outras aplicações para a sobra energética ⇒ aplicação em acionamento de motores elétricos.
- As companhias de energia elétrica começaram, então, a se autodenominarem *companhias de força e luz*.

Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Em 1882, começa a operar o primeiro sistema elétrico para iluminação pública, em Nova Iorque ⇒ sistema em corrente contínua (CC) a três condutores, com tensões de 220V/110V, e alimentava uma carga de 30kW constituída por lâmpadas incandescentes.
- As companhias de energia elétrica daquela época autodenominavam-se *companhias de iluminação* porque esse era o único serviço que forneciam. Problema encontrado: a demanda de energia elétrica era significativa apenas por algumas horas da noite ⇒ os SEE eram subutilizados! Solução: encontrar outras aplicações para a sobra energética ⇒ aplicação em acionamento de motores elétricos.
- As companhias de energia elétrica começaram, então, a se autodenominarem *companhias de força e luz*.

Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuziava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Em 1882, começa a operar o primeiro sistema elétrico para iluminação pública, em Nova Iorque ⇒ sistema em corrente contínua (CC) a três condutores, com tensões de 220V/110V, e alimentava uma carga de 30kW constituída por lâmpadas incandescentes.
- As companhias de energia elétrica daquela época autodenominavam-se *companhias de iluminação* porque esse era o único serviço que forneciam. Problema encontrado: a demanda de energia elétrica era significativa apenas por algumas horas da noite ⇒ os SEE eram subutilizados! Solução: encontrar outras aplicações para a sobra energética ⇒ aplicação em acionamento de motores elétricos.
- As companhias de energia elétrica começaram, então, a se autodenominarem *companhias de força e luz*.

Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuziava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Em 1882, começa a operar o primeiro sistema elétrico para iluminação pública, em Nova Iorque ⇒ sistema em corrente contínua (CC) a três condutores, com tensões de 220V/110V, e alimentava uma carga de 30kW constituída por lâmpadas incandescentes.
- As companhias de energia elétrica daquela época autodenominavam-se *companhias de iluminação* porque esse era o único serviço que forneciam. Problema encontrado: a demanda de energia elétrica era significativa apenas por algumas horas da noite ⇒ os SEE eram subutilizados! Solução: encontrar outras aplicações para a sobra energética ⇒ aplicação em acionamento de motores elétricos.
- As companhias de energia elétrica começaram, então, a se autodenominarem *companhias de força e luz*.

Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Em 1882, começa a operar o primeiro sistema elétrico para iluminação pública, em Nova Iorque ⇒ sistema em corrente contínua (CC) a três condutores, com tensões de 220V/110V, e alimentava uma carga de 30kW constituída por lâmpadas incandescentes.
- As companhias de energia elétrica daquela época autodenominavam-se *companhias de iluminação* porque esse era o único serviço que forneciam. Problema encontrado: a demanda de energia elétrica era significativa apenas por algumas horas da noite ⇒ os SEE eram subutilizados! Solução: encontrar outras aplicações para a sobra energética ⇒ aplicação em acionamento de motores elétricos.
- As companhias de energia elétrica começaram, então, a se autodenominarem *companhias de força e luz*.

Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Em 1882, começa a operar o primeiro sistema elétrico para iluminação pública, em Nova Iorque ⇒ sistema em corrente contínua (CC) a três condutores, com tensões de 220V/110V, e alimentava uma carga de 30kW constituída por lâmpadas incandescentes.
- As companhias de energia elétrica daquela época autodenominavam-se *companhias de iluminação* porque esse era o único serviço que forneciam. Problema encontrado: a demanda de energia elétrica era significativa apenas por algumas horas da noite ⇒ os SEE eram subutilizados! Solução: encontrar outras aplicações para a sobra energética ⇒ aplicação em acionamento de motores elétricos.
- As companhias de energia elétrica começaram, então, a se autodenominarem *companhias de força e luz*.

Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Em 1882, começa a operar o primeiro sistema elétrico para iluminação pública, em Nova Iorque ⇒ sistema em corrente contínua (CC) a três condutores, com tensões de 220V/110V, e alimentava uma carga de 30kW constituída por lâmpadas incandescentes.
- As companhias de energia elétrica daquela época autodenominavam-se *companhias de iluminação* porque esse era o único serviço que forneciam. Problema encontrado: a demanda de energia elétrica era significativa apenas por algumas horas da noite ⇒ os SEE eram subutilizados! Solução: encontrar outras aplicações para a sobra energética ⇒ aplicação em acionamento de motores elétricos.
- As companhias de energia elétrica começaram, então, a se autodenominarem *companhias de força e luz*.

Segunda metade do século XIX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- O aumento da demanda de energia trouxe outro problema técnico: quedas de tensão inaceitáveis se os geradores estivessem localizados a uma distância considerável das cargas. Causas? Soluções?
- Final do século XIX: concepção pela empresa *Westinghouse Company* do primeiro sistema elétrico CA polifásico, idealizado por Nikola Tesla (1856-1943).
- Rivalidade entre a *General Electric Company* e a *Westinghouse Company*: os SEE deveriam ser padronizados em CC ou CA?

Segunda metade do século XIX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- O aumento da demanda de energia trouxe outro problema técnico: quedas de tensão inaceitáveis se os geradores estivessem localizados a uma distância considerável das cargas.
Causas? Soluções?
- Final do século XIX: concepção pela empresa *Westinghouse Company* do primeiro sistema elétrico CA polifásico, idealizado por Nikola Tesla (1856-1943).
- Rivalidade entre a *General Electric Company* e a *Westinghouse Company*: os SEE deveriam ser padronizados em CC ou CA?

Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- O aumento da demanda de energia trouxe outro problema técnico: quedas de tensão inaceitáveis se os geradores estivessem localizados a uma distância considerável das cargas. Causas? Soluções?
- Final do século XIX: concepção pela empresa *Westinghouse Company* do primeiro sistema elétrico CA polifásico, idealizado por Nikola Tesla (1856-1943).
- Rivalidade entre a *General Electric Company* e a *Westinghouse Company*: os SEE deveriam ser padronizados em CC ou CA?

Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- O aumento da demanda de energia trouxe outro problema técnico: quedas de tensão inaceitáveis se os geradores estivessem localizados a uma distância considerável das cargas. Causas? Soluções?
- Final do século XIX: concepção pela empresa *Westinghouse Company* do primeiro sistema elétrico CA polifásico, idealizado por Nikola Tesla (1856-1943).
- Rivalidade entre a *General Electric Company* e a *Westinghouse Company*: os SEE deveriam ser padronizados em CC ou CA?

Segunda metade do século XIX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- O aumento da demanda de energia trouxe outro problema técnico: quedas de tensão inaceitáveis se os geradores estivessem localizados a uma distância considerável das cargas. Causas? Soluções?
- Final do século XIX: concepção pela empresa *Westinghouse Company* do primeiro sistema elétrico CA polifásico, idealizado por Nikola Tesla (1856-1943).
- Rivalidade entre a *General Electric Company* e a *Westinghouse Company*: os SEE deveriam ser padronizados em CC ou CA?

Segunda metade do século XIX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- A forma CA saiu-se vitoriosa. Por que? possibilidade de se utilizar o transformador para transformar níveis de tensão e corrente; os geradores CA eram inerentemente mais simples que os geradores CC; os motores CA eram mais simples e mais baratos.
- Com a padronização em CA, as cargas remotas deixaram de ser problema. A iluminação pública baseada em energia elétrica torna-se mais barata, atrativa quando comparada a iluminação à gás. O custo da energia cai, atraindo continuamente novos consumidores.

Segunda metade do século XIX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- A forma CA saiu-se vitoriosa. Por que? possibilidade de se utilizar o transformador para transformar níveis de tensão e corrente; os geradores CA eram inerentemente mais simples que os geradores CC; os motores CA eram mais simples e mais baratos.
- Com a padronização em CA, as cargas remotas deixaram de ser problema. A iluminação pública baseada em energia elétrica torna-se mais barata, atrativa quando comparada a iluminação à gás. O custo da energia cai, atraindo continuamente novos consumidores.

Segunda metade do século XIX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- A forma CA saiu-se vitoriosa. Por que? possibilidade de se utilizar o transformador para transformar níveis de tensão e corrente; os geradores CA eram inerentemente mais simples que os geradores CC; os motores CA eram mais simples e mais baratos.
- Com a padronização em CA, as cargas remotas deixaram de ser problema. A iluminação pública baseada em energia elétrica torna-se mais barata, atrativa quando comparada a iluminação à gás. O custo da energia cai, atraindo continuamente novos consumidores.

Segunda metade do século XIX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- A forma CA saiu-se vitoriosa. Por que? possibilidade de se utilizar o transformador para transformar níveis de tensão e corrente; os geradores CA eram inerentemente mais simples que os geradores CC; os motores CA eram mais simples e mais baratos.
- Com a padronização em CA, as cargas remotas deixaram de ser problema. A iluminação pública baseada em energia elétrica torna-se mais barata, atrativa quando comparada a iluminação à gás. O custo da energia cai, atraindo continuamente novos consumidores.

Segunda metade do século XIX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- A forma CA saiu-se vitoriosa. Por que? possibilidade de se utilizar o transformador para transformar níveis de tensão e corrente; os geradores CA eram inerentemente mais simples que os geradores CC; os motores CA eram mais simples e mais baratos.
- Com a padronização em CA, as cargas remotas deixaram de ser problema. A iluminação pública baseada em energia elétrica torna-se mais barata, atrativa quando comparada a iluminação à gás. O custo da energia cai, atraindo continuamente novos consumidores.

Segunda metade do século XIX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- A forma CA saiu-se vitoriosa. Por que? possibilidade de se utilizar o transformador para transformar níveis de tensão e corrente; os geradores CA eram inerentemente mais simples que os geradores CC; os motores CA eram mais simples e mais baratos.
- Com a padronização em CA, as cargas remotas deixaram de ser problema. A iluminação pública baseada em energia elétrica torna-se mais barata, atrativa quando comparada a iluminação à gás. O custo da energia cai, atraindo continuamente novos consumidores.

Segunda metade do século XIX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- A forma CA saiu-se vitoriosa. Por que? possibilidade de se utilizar o transformador para transformar níveis de tensão e corrente; os geradores CA eram inerentemente mais simples que os geradores CC; os motores CA eram mais simples e mais baratos.
- Com a padronização em CA, as cargas remotas deixaram de ser problema. A iluminação pública baseada em energia elétrica torna-se mais barata, atrativa quando comparada a iluminação à gás. O custo da energia cai, atraindo continuamente novos consumidores.

Segunda metade do século XIX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- A forma CA saiu-se vitoriosa. Por que? possibilidade de se utilizar o transformador para transformar níveis de tensão e corrente; os geradores CA eram inerentemente mais simples que os geradores CC; os motores CA eram mais simples e mais baratos.
- Com a padronização em CA, as cargas remotas deixaram de ser problema. A iluminação pública baseada em energia elétrica torna-se mais barata, atrativa quando comparada a iluminação à gás. O custo da energia cai, atraindo continuamente novos consumidores.

- Em 1920, cada centro de carga na Europa Ocidental possuía seu próprio SEE
- Questionamento levantado: se o pico de demanda de cada SEE ocorria em períodos distintos do dia, não seria interessante interconectar os sistemas? Problema técnico: utilização de frequências distintas, como 25Hz, 50Hz, 60Hz, 125Hz e 133Hz ⇒ **Necessidade de padronização!**
- Os EUA padronizaram a frequência em 60Hz; a Europa, em 50Hz Por que?
- Os SEE começaram a se interligar; desenvolvimento de geradores e transformadores de maior capacidade e rendimento; desenvolvimento de melhores lâmpadas; transmissão de energia elétrica em tensões mais elevadas ⇒ queda nos custos da energia elétrica

- Em 1920, cada centro de carga na Europa Ocidental possuía seu próprio SEE
- Questionamento levantado: se o pico de demanda de cada SEE ocorria em períodos distintos do dia, não seria interessante interconectar os sistemas? Problema técnico: utilização de frequências distintas, como 25Hz, 50Hz, 60Hz, 125Hz e 133Hz ⇒ **Necessidade de padronização!**
- Os EUA padronizaram a frequência em 60Hz; a Europa, em 50Hz Por que?
- Os SEE começaram a se interligar; desenvolvimento de geradores e transformadores de maior capacidade e rendimento; desenvolvimento de melhores lâmpadas; transmissão de energia elétrica em tensões mais elevadas ⇒ queda nos custos da energia elétrica

- Em 1920, cada centro de carga na Europa Ocidental possuía seu próprio SEE
- Questionamento levantado: se o pico de demanda de cada SEE ocorria em períodos distintos do dia, não seria interessante interconectar os sistemas? Problema técnico: utilização de frequências distintas, como 25Hz, 50Hz, 60Hz, 125Hz e 133Hz
⇒ **Necessidade de padronização!**
- Os EUA padronizaram a frequência em 60Hz; a Europa, em 50Hz Por que?
- Os SEE começaram a se interligar; desenvolvimento de geradores e transformadores de maior capacidade e rendimento; desenvolvimento de melhores lâmpadas; transmissão de energia elétrica em tensões mais elevadas ⇒ queda nos custos da energia elétrica

- Em 1920, cada centro de carga na Europa Ocidental possuía seu próprio SEE
- Questionamento levantado: se o pico de demanda de cada SEE ocorria em períodos distintos do dia, não seria interessante interconectar os sistemas? Problema técnico: utilização de frequências distintas, como 25Hz, 50Hz, 60Hz, 125Hz e 133Hz
⇒ **Necessidade de padronização!**
- Os EUA padronizaram a frequência em 60Hz; a Europa, em 50Hz Por que?
- Os SEE começaram a se interligar; desenvolvimento de geradores e transformadores de maior capacidade e rendimento; desenvolvimento de melhores lâmpadas; transmissão de energia elétrica em tensões mais elevadas ⇒ queda nos custos da energia elétrica

- Em 1920, cada centro de carga na Europa Ocidental possuía seu próprio SEE
- Questionamento levantado: se o pico de demanda de cada SEE ocorria em períodos distintos do dia, não seria interessante interconectar os sistemas? Problema técnico: utilização de frequências distintas, como 25Hz, 50Hz, 60Hz, 125Hz e 133Hz
⇒ **Necessidade de padronização!**
- Os EUA padronizaram a frequência em 60Hz; a Europa, em 50Hz Por que?
- Os SEE começaram a se interligar; desenvolvimento de geradores e transformadores de maior capacidade e rendimento; desenvolvimento de melhores lâmpadas; transmissão de energia elétrica em tensões mais elevadas ⇒ queda nos custos da energia elétrica

- Em 1920, cada centro de carga na Europa Ocidental possuía seu próprio SEE
- Questionamento levantado: se o pico de demanda de cada SEE ocorria em períodos distintos do dia, não seria interessante interconectar os sistemas? Problema técnico: utilização de frequências distintas, como 25Hz, 50Hz, 60Hz, 125Hz e 133Hz
⇒ **Necessidade de padronização!**
- Os EUA padronizaram a frequência em 60Hz; a Europa, em 50Hz Por que?
- Os SEE começaram a se interligar; desenvolvimento de geradores e transformadores de maior capacidade e rendimento; desenvolvimento de melhores lâmpadas; transmissão de energia elétrica em tensões mais elevadas ⇒ queda nos custos da energia elétrica

Século XX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuliava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Em 1920, cada centro de carga na Europa Ocidental possuía seu próprio SEE
- Questionamento levantado: se o pico de demanda de cada SEE ocorria em períodos distintos do dia, não seria interessante interconectar os sistemas? Problema técnico: utilização de frequências distintas, como 25Hz, 50Hz, 60Hz, 125Hz e 133Hz
⇒ **Necessidade de padronização!**
- Os EUA padronizaram a frequência em 60Hz; a Europa, em 50Hz Por que?
- Os SEE começaram a se interligar; desenvolvimento de geradores e transformadores de maior capacidade e rendimento; desenvolvimento de melhores lâmpadas; transmissão de energia elétrica em tensões mais elevadas ⇒ queda nos custos da energia elétrica

Século XX

TE061 -
Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuliava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Em 1920, cada centro de carga na Europa Ocidental possuía seu próprio SEE
- Questionamento levantado: se o pico de demanda de cada SEE ocorria em períodos distintos do dia, não seria interessante interconectar os sistemas? Problema técnico: utilização de frequências distintas, como 25Hz, 50Hz, 60Hz, 125Hz e 133Hz ⇒ **Necessidade de padronização!**
- Os EUA padronizaram a frequência em 60Hz; a Europa, em 50Hz Por que?
- Os SEE começaram a se interligar; desenvolvimento de geradores e transformadores de maior capacidade e rendimento; desenvolvimento de melhores lâmpadas; transmissão de energia elétrica em tensões mais elevadas ⇒ queda nos custos da energia elétrica

- Em 1920, cada centro de carga na Europa Ocidental possuía seu próprio SEE
- Questionamento levantado: se o pico de demanda de cada SEE ocorria em períodos distintos do dia, não seria interessante interconectar os sistemas? Problema técnico: utilização de frequências distintas, como 25Hz, 50Hz, 60Hz, 125Hz e 133Hz
⇒ **Necessidade de padronização!**
- Os EUA padronizaram a frequência em 60Hz; a Europa, em 50Hz Por que?
- Os SEE começaram a se interligar; desenvolvimento de geradores e transformadores de maior capacidade e rendimento; desenvolvimento de melhores lâmpadas; transmissão de energia elétrica em tensões mais elevadas ⇒ queda nos custos da energia elétrica

- Em 1920, cada centro de carga na Europa Ocidental possuía seu próprio SEE
- Questionamento levantado: se o pico de demanda de cada SEE ocorria em períodos distintos do dia, não seria interessante interconectar os sistemas? Problema técnico: utilização de frequências distintas, como 25Hz, 50Hz, 60Hz, 125Hz e 133Hz ⇒ **Necessidade de padronização!**
- Os EUA padronizaram a frequência em 60Hz; a Europa, em 50Hz Por que?
- Os SEE começaram a se interligar; desenvolvimento de geradores e transformadores de maior capacidade e rendimento; desenvolvimento de melhores lâmpadas; transmissão de energia elétrica em tensões mais elevadas ⇒ queda nos custos da energia elétrica

- Em 1920, cada centro de carga na Europa Ocidental possuía seu próprio SEE
- Questionamento levantado: se o pico de demanda de cada SEE ocorria em períodos distintos do dia, não seria interessante interconectar os sistemas? Problema técnico: utilização de frequências distintas, como 25Hz, 50Hz, 60Hz, 125Hz e 133Hz ⇒ **Necessidade de padronização!**
- Os EUA padronizaram a frequência em 60Hz; a Europa, em 50Hz Por que?
- Os SEE começaram a se interligar; desenvolvimento de geradores e transformadores de maior capacidade e rendimento; desenvolvimento de melhores lâmpadas; transmissão de energia elétrica em tensões mais elevadas ⇒ queda nos custos da energia elétrica

- Em 1920, cada centro de carga na Europa Ocidental possuía seu próprio SEE
- Questionamento levantado: se o pico de demanda de cada SEE ocorria em períodos distintos do dia, não seria interessante interconectar os sistemas? Problema técnico: utilização de frequências distintas, como 25Hz, 50Hz, 60Hz, 125Hz e 133Hz ⇒ **Necessidade de padronização!**
- Os EUA padronizaram a frequência em 60Hz; a Europa, em 50Hz Por que?
- Os SEE começaram a se interligar; desenvolvimento de geradores e transformadores de maior capacidade e rendimento; desenvolvimento de melhores lâmpadas; transmissão de energia elétrica em tensões mais elevadas ⇒ queda nos custos da energia elétrica

- Observação: a tensão inicial de Edison, 110V, revisada para 115V e 120V, permaneceu como padrão para o nível de serviço nos EUA.
- Criou-se então o padrão atual de SEE: *Um sistema de SEE é uma rede de componentes interconectados projetados para converter continuamente energia não-elétrica em energia elétrica, transpostar a energia elétrica por distâncias potencialmente grandes, e converter a energia elétrica em uma forma não-elétrica utilizável.*
- Pode-se dividir um SEE em cinco subsistemas: geração, transmissão, subtransmissão, distribuição - primária e secundária - e consumo. Assunto para as próximas aulas...
- A seguir documentário da *Discovery Channel: Maravilhas Modernas - Eletricidade*
<http://www.youtube.com/watch?v=B8fB8TKa1h4&feature=related>

- Observação: a tensão inicial de Edison, 110V, revisada para 115V e 120V, permaneceu como padrão para o nível de serviço nos EUA.
- Criou-se então o padrão atual de SEE: *Um sistema de SEE é uma rede de componentes interconectados projetados para converter continuamente energia não-elétrica em energia elétrica, transpor a energia elétrica por distâncias potencialmente grandes, e converter a energia elétrica em uma forma não-elétrica utilizável.*
- Pode-se dividir um SEE em cinco subsistemas: geração, transmissão, subtransmissão, distribuição - primária e secundária - e consumo. Assunto para as próximas aulas...
- A seguir documentário da Discovery Channel: *Maravilhas Modernas - Eletricidade*
<http://www.youtube.com/watch?v=B8fB8TKa1h4&feature=related>

- Observação: a tensão inicial de Edison, 110V, revisada para 115V e 120V, permaneceu como padrão para o nível de serviço nos EUA.
- Criou-se então o padrão atual de SEE: *Um sistema de SEE é uma rede de componentes interconectados projetados para converter continuamente energia não-elétrica em energia elétrica, transpor a energia elétrica por distâncias potencialmente grandes, e converter a energia elétrica em uma forma não-elétrica utilizável.*
- Pode-se dividir um SEE em cinco subsistemas: geração, transmissão, subtransmissão, distribuição - primária e secundária - e consumo. Assunto para as próximas aulas...
- A seguir documentário da Discovery Channel: *Maravilhas Modernas - Eletricidade*
<http://www.youtube.com/watch?v=B8fB8TKa1h4&feature=related>

- Observação: a tensão inicial de Edison, 110V, revisada para 115V e 120V, permaneceu como padrão para o nível de serviço nos EUA.
- Criou-se então o padrão atual de SEE: *Um sistema de SEE é uma rede de componentes interconectados projetados para converter continuamente energia não-elétrica em energia elétrica, transpor a energia elétrica por distâncias potencialmente grandes, e converter a energia elétrica em uma forma não-elétrica utilizável.*
- Pode-se dividir um SEE em cinco subsistemas: geração, transmissão, subtransmissão, distribuição - primária e secundária - e consumo. Assunto para as próximas aulas...
- A seguir documentário da Discovery Channel: *Maravilhas Modernas - Eletricidade*
<http://www.youtube.com/watch?v=B8fB8TKa1h4&feature=related>

- Observação: a tensão inicial de Edison, 110V, revisada para 115V e 120V, permaneceu como padrão para o nível de serviço nos EUA.
- Criou-se então o padrão atual de SEE: *Um sistema de SEE é uma rede de componentes interconectados projetados para converter continuamente energia não-elétrica em energia elétrica, transpor a energia elétrica por distâncias potencialmente grandes, e converter a energia elétrica em uma forma não-elétrica utilizável.*
- Pode-se dividir um SEE em cinco subsistemas: geração, transmissão, subtransmissão, distribuição - primária e secundária - e consumo. Assunto para as próximas aulas.
- A seguir documentário da Discovery Channel: *Maravilhas Modernas - Eletricidade*
<http://www.youtube.com/watch?v=B8fB8TKa1h4&feature=related>

- Observação: a tensão inicial de Edison, 110V, revisada para 115V e 120V, permaneceu como padrão para o nível de serviço nos EUA.
- Criou-se então o padrão atual de SEE: *Um sistema de SEE é uma rede de componentes interconectados projetados para converter continuamente energia não-elétrica em energia elétrica, transpor a energia elétrica por distâncias potencialmente grandes, e converter a energia elétrica em uma forma não-elétrica utilizável.*
- Pode-se dividir um SEE em cinco subsistemas: geração, transmissão, subtransmissão, distribuição - primária e secundária - e consumo. Assunto para as próximas aulas.
- A seguir documentário da Discovery Channel: *Maravilhas Modernas - Eletricidade*
<http://www.youtube.com/watch?v=B8fB8TKa1h4&feature=related>

- Observação: a tensão inicial de Edison, 110V, revisada para 115V e 120V, permaneceu como padrão para o nível de serviço nos EUA.
- Criou-se então o padrão atual de SEE: *Um sistema de SEE é uma rede de componentes interconectados projetados para converter continuamente energia não-elétrica em energia elétrica, transpor a energia elétrica por distâncias potencialmente grandes, e converter a energia elétrica em uma forma não-elétrica utilizável.*
- Pode-se dividir um SEE em cinco subsistemas: geração, transmissão, subtransmissão, distribuição - primária e secundária - e consumo. Assunto para as próximas aulas...

■ A seguir documentário da Discovery Channel: *Maravilhas Modernas - Eletricidade*

<http://www.youtube.com/watch?v=B8fB8TKa1h4&feature=related>

- Observação: a tensão inicial de Edison, 110V, revisada para 115V e 120V, permaneceu como padrão para o nível de serviço nos EUA.
- Criou-se então o padrão atual de SEE: *Um sistema de SEE é uma rede de componentes interconectados projetados para converter continuamente energia não-elétrica em energia elétrica, transpor a energia elétrica por distâncias potencialmente grandes, e converter a energia elétrica em uma forma não-elétrica utilizável.*
- Pode-se dividir um SEE em cinco subsistemas: geração, transmissão, subtransmissão, distribuição - primária e secundária - e consumo. Assunto para as próximas aulas...

■ A seguir documentário da Discovery Channel: *Maravilhas Modernas - Eletricidade*

<http://www.youtube.com/watch?v=B8fB8TKa1h4&feature=related>

- Observação: a tensão inicial de Edison, 110V, revisada para 115V e 120V, permaneceu como padrão para o nível de serviço nos EUA.
- Criou-se então o padrão atual de SEE: *Um sistema de SEE é uma rede de componentes interconectados projetados para converter continuamente energia não-elétrica em energia elétrica, transpor a energia elétrica por distâncias potencialmente grandes, e converter a energia elétrica em uma forma não-elétrica utilizável.*
- Pode-se dividir um SEE em cinco subsistemas: geração, transmissão, subtransmissão, distribuição - primária e secundária - e consumo. Assunto para as próximas aulas...
- A seguir documentário da Discovery Channel: *Maravilhas Modernas - Eletricidade*
<http://www.youtube.com/watch?v=B8fB8TKa1h4&feature=related>

Século XX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Observação: a tensão inicial de Edison, 110V, revisada para 115V e 120V, permaneceu como padrão para o nível de serviço nos EUA.
- Criou-se então o padrão atual de SEE: *Um sistema de SEE é uma rede de componentes interconectados projetados para converter continuamente energia não-elétrica em energia elétrica, transpor a energia elétrica por distâncias potencialmente grandes, e converter a energia elétrica em uma forma não-elétrica utilizável.*
- Pode-se dividir um SEE em cinco subsistemas: geração, transmissão, subtransmissão, distribuição - primária e secundária - e consumo. Assunto para as próximas aulas...
- A seguir documentário da Discovery Channel: *Maravilhas Modernas - Eletricidade*
<http://www.youtube.com/watch?v=B8fB8TKa1h4&feature=related>

Século XX

TE061 -

Introdução aos
Sistemas de
Energia Elétrica

Roman Kuzava,
Prof. Dr.

Até o final do
século XVIII

Primeira metade
do século XIX

Segunda metade
do século XIX

Século XX

- Observação: a tensão inicial de Edison, 110V, revisada para 115V e 120V, permaneceu como padrão para o nível de serviço nos EUA.
- Criou-se então o padrão atual de SEE: *Um sistema de SEE é uma rede de componentes interconectados projetados para converter continuamente energia não-elétrica em energia elétrica, transpor a energia elétrica por distâncias potencialmente grandes, e converter a energia elétrica em uma forma não-elétrica utilizável.*
- Pode-se dividir um SEE em cinco subsistemas: geração, transmissão, subtransmissão, distribuição - primária e secundária - e consumo. **Assunto para as próximas aulas...**
- A seguir documentário da *Discovery Channel: Maravilhas Modernas - Eletricidade*
<http://www.youtube.com/watch?v=B8fB8TKa1h4&feature=related>

- Observação: a tensão inicial de Edison, 110V, revisada para 115V e 120V, permaneceu como padrão para o nível de serviço nos EUA.
- Criou-se então o padrão atual de SEE: *Um sistema de SEE é uma rede de componentes interconectados projetados para converter continuamente energia não-elétrica em energia elétrica, transpor a energia elétrica por distâncias potencialmente grandes, e converter a energia elétrica em uma forma não-elétrica utilizável.*
- Pode-se dividir um SEE em cinco subsistemas: geração, transmissão, subtransmissão, distribuição - primária e secundária - e consumo. **Assunto para as próximas aulas...**
- A seguir documentário da *Discovery Channel: Maravilhas Modernas - Eletricidade*
<http://www.youtube.com/watch?v=B8fB8TKa1h4&feature=related>