



1. Introducción

- 1.1 Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización
- 1.2 Tipos de centrales generadoras de energía eléctrica
- 1.3 Equipos de transmisión
- 1.4 Sistemas eléctricos de potencia en Chile
- 1.5 Contexto internacional
- 1.6 Tendencias del desarrollo
- 1.7 Efectos fisiológicos de la electricidad
- 1.8 Literatura, Simbología, Direcciones WWW



1.1 Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización (I)



Sistemas eléctricos de potencia:

Conjunto de instalaciones que permiten generar, transportar y distribuir la energía eléctrica en condiciones adecuadas de tensión, frecuencia y disponibilidad



1.1 Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización (II)

Desarrollo histórico de la industria eléctrica I	
Fecha	Acontecimiento
Raíz del nombre	Latín: electricus (resultado de ambar), Griego: elektor (sol radiante), Magnético --> Magnesia País donde se halló la magnetita o piedra imán.
640-546 A.C.	Thales de Mileto: al frotar ámbar se atraen objetos pequeños. Fenómeno se confundió con atracción magnética.
1540-1603	William Gilbert: Estudio Sistemático de fenómenos eléctricos y magnéticos. Efecto en brújula --> tierra es un imán gigante.
1729	Stephen Gray: Transferencia de atracción y repulsión eléctrica entre un cuerpo y otro --> existencia en si misma de la electricidad.
1698-1739	Charles Du Fay: Existencia de dos tipos de electricidad: vítrea y resinosa.
1747	Benjamín Franklin: Modelo actual de electricidad --> deficiencia (+) o exceso de cargas (-) --> Ley de conservación de carga.
1736-1806	Charles Coulomb: Demuestra con balanza de torsión --> Fuerzas entre dos cargas varía proporcionalmente al inverso del cuadrado de la distancia entre ellas (correspondencia con fuerza gravitatoria).

Fuente : IEEE, Gross, Endesa



1.1 Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización (III)



Desarrollo histórico de la industria eléctrica II

Fecha	Acontecimiento
Antes de 1800	No existen aplicaciones concretas de la electricidad, avances motivados por interés intelectual. Contribuciones al estudio de fenómenos eléctricos: Gilbert, Coulomb, Galvani, Otto von Guericke, Franklin, Volta, etc.
1820	Oersted: descubre el efecto magnético de una corriente eléctrica. Volta: creación de electricidad utilizando metales distintos separados por una solución salina.
1775-1836	André Marie Ampère: Relación de corrientes y campos magnéticos.
1827	Henry: Concepto de inductancia magnética. Ohm: Ley de Ohm $V=IR$.
1791-1867	Michael Faraday: 1830, Inducción de corrientes eléctricas mediante campos magnéticos variables.
1829-1887	Gustav Robert Kirchhoff: Leyes de Kirchhoff --> caídas de potencias, sumas de corrientes.

Fuente : IEEE, Gross, Endesa



1.1 Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización (IV)



Desarrollo histórico de la industria eléctrica III

Fecha	Acontecimiento
1840-1870	Wheastone, Varley, Siemens, Gramme: Aplicación del principio de inducción electromagnética a la fabricación de generadores (primitivos). Fenómeno de arco eléctrico de brillo intenso en separación de electrodos de carbón.
1831-1879	Jans Clark Maxwell: Ecuaciones de Maxwell de ondas electromagnéticas.
1866	dinamo de c-c, Siemens
1870	Inicio de la comercialización del arco eléctrico: principal uso en iluminación residencial.
1875	El inventor Thomas Edison trabajo en el desarrollo de una lámpara incandescente. Posteriormente, en 1879, después de innumerables intentos logró obtener una bombilla cuyo interior contenía un filamento de algodón carbonizado el cual, al ser energizado, brilló durante 44 horas.

Fuente : IEEE, Gross, Endesa



1.1 Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización (V)



Desarrollo histórico de la industria eléctrica IV

Fecha	Acontecimiento
1881	Expo. de Paris. Primera experiencia pública masiva de alumbrado eléctrico: Ampolleta de 40 W, dinamo de Edison de 150 kW "Jumbo", servicio experimental de tranvía eléctrico.
1882	Primera transmisión experimental de larga distancia en corriente continua (Marcel Deprez): 1,1 kW a 1400 V, 57 km, rendimiento del 22%.
1883	Inicio de producción y consumo de electricidad en Chile. Alumbrado público tipo Edison en la Plaza de Armas, Pasaje Matte y algunas tiendas comerciales.
1885	transmisión de 45 kW a 5 kV, 112 km, con un rendimiento del 45%.
1890	La compañía Westinghouse experimenta con una nueva forma de energía, denominada Corriente Alterna. Las principales ventajas de AC sobre DC son: El transformador AC posee una mayor facilidad de cambio de niveles de voltaje y corriente; la generación de AC era más simple; los motores AC eran más simples y económicos (no + versátil).

Fuente : IEEE, Gross, Endesa



1.1 Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización (VI)

Desarrollo histórico de la industria eléctrica V	
Fecha	Acontecimiento
1897	Thomson: Carga cuantizada $q = Ne$. Desarrollo práctico del servicio eléctrico en Chile se inició en 1897, con la central hidroeléctrica Chivilingo, ubicada 10 km al sur de Lota. 250 kVA c/u, 400 V, 50 Hz. Primera central de este tipo en Latinoamérica (altura de caída 110 m, Pelton)
1900	Alrededor del 1900 se propone la primera interconexión de sistemas de generación; sin embargo para ello, se tuvo que recurrir a la estandarización de la frecuencia de generación, la cual fue establecida finalmente en 60Hz (existieron sistemas de 25 (cataratas del Niágara, flicker), 50, 60, 125, 133 Hz).
1902	Primeros tramos de ferrocarril eléctrico en Suiza.
1907	Primera línea operada en 100 kV, USA.
1923	Primera línea operada en 220 kV, USA.
1954	Línea de transmisión en corriente continua, 60 millas, 100 kV, cable submarino, Suecia.

Fuente : IEEE, Gross, Endesa



1.1 Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización (VII)

Desarrollo histórico de la industria eléctrica VI

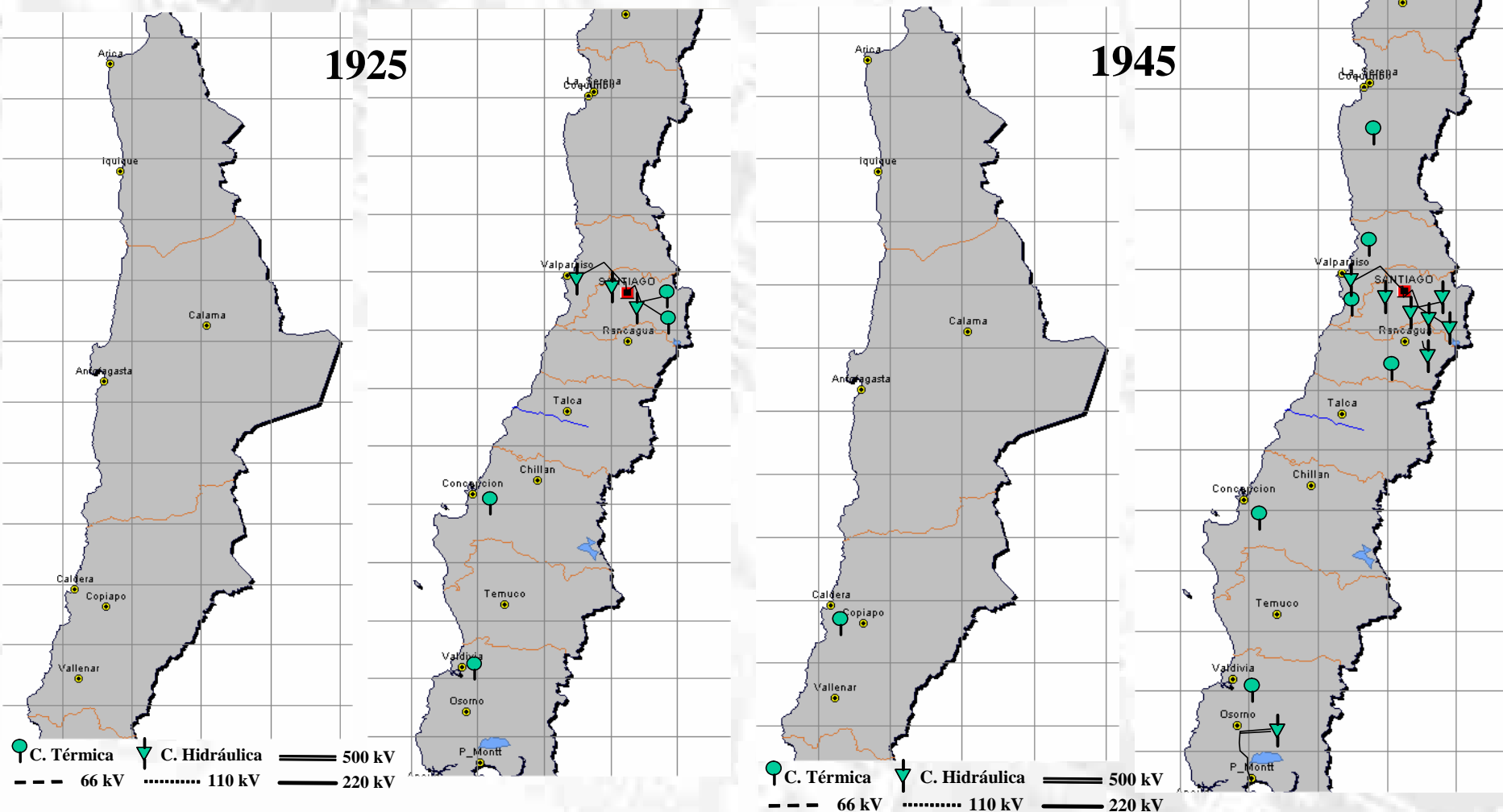
Fecha	Acontecimiento
1953	Primera línea de transmisión en 345 kV instalada por "American Electric Power Company"
1957	Primera planta nuclear comercial entra en operación en USA.
1957	General Electric introduce el Tiristor, dispositivo de estado sólido controlado que permite la circulación de niveles altos de corriente.
1964	Primera línea de transmisión en 500 kV es instalada en Virginia y Tennessee
1964	La Unión Soviética anuncia su primera planta de generación nuclear no militar (Beloyarskiyn, Montes Urales)
1965	Apagón en Nueva York
1965	Primera línea de transmisión en 765 kV instalada en Canadá
1971	Línea de Transmisión de mayor longitud a través de la URSS
1978	Unión Soviética inicia construcción del mayor proyecto
1979	Accidente en planta nuclear, Pennsylvania
1986	Accidente en planta nuclear, Chernobyl

Fuente : IEEE, Gross, Endesa



1.1 Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización (VIII)

Desarrollo de los sistemas interconectados en Chile



Fuente : Endesa

1. Introducción



1.1 Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización (IX)



Temas de Análisis:

- Sistemas de potencia iniciales: generadores conectados a en forma independiente
- Corriente alterna vs. corriente continua
- Ventajas de generador conectado a múltiples cargas.
- Monofásico vs. Trifásico (polifásico)
- Ventajas de Transmisión en alta tensión
- Ventajas de operación interconectada



1.1 Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización (X)



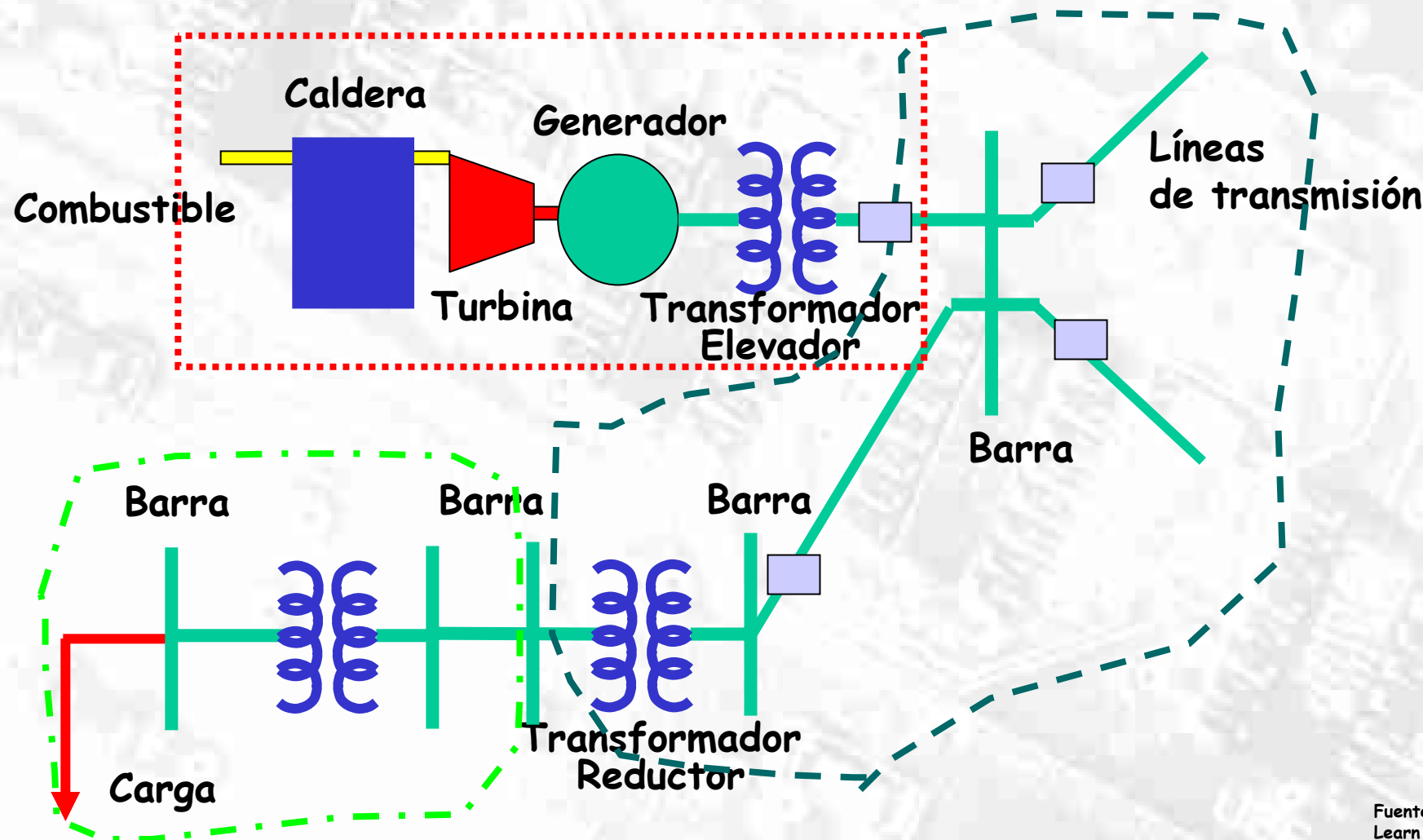
Razones para el empleo de la energía eléctrica:

- Facilidad de transporte
- Facilidad de conversión en otras formas de energía
- Facilidad de distribución
- No contaminante
- Eficiencia
- Económicas
- Recurso Renovable



1.1 Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización (XI)

Etapas o partes constituyentes del sistema:



Fuente : Power
Learn



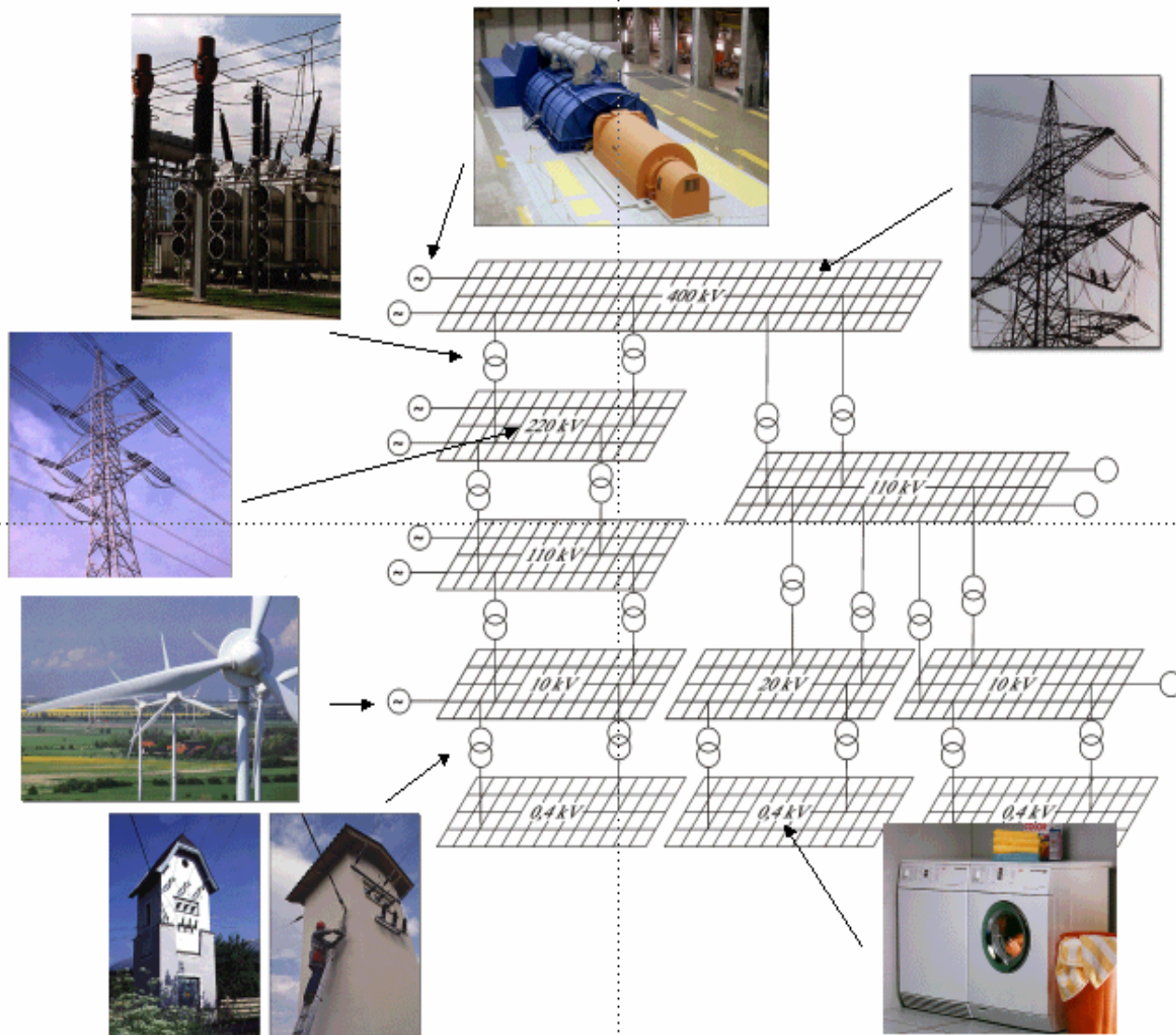
1.1 Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización (XII)

Niveles de Tensión vs. Dispositivos

Alta Tensión:
AT

Media Tensión,
Alta Tensión en
Distribución:
MT

Baja
Tensión:
BT





1.1 Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización (XIII)



Etapas o partes constituyentes del sistema:

- **Centrales generadoras:**
transformación de la energía térmica, hidráulica, eólica, etc. en energía eléctrica.
Niveles de tensión: 13,2 kV, 10,5 kV
- **Redes de Transmisión:**
transporte de la energía eléctrica desde las centrales generadoras a las zonas donde se ubican los consumos.
Está constituido por subestaciones y líneas de transmisión.
Niveles de tensión: 110 kV, 154 kV, 220 kV, 500 kV
- **Redes de Distribución:**
alimentación directa a los consumos (reparto al detalle).
Niveles de tensión: 23 kV, 12 kV, 380 V.



1.1 Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización (XIV)



Funciones de Control y Supervisión Básicas en los Sistemas Eléctricos de Potencia:

- **Calidad de suministro:**
Voltaje, frecuencia, forma de onda.
- **Mantener balance generación/carga:**
- **Manejo oportuno y eficiente de fallas:**
- **Interrupción de Servicio.**



1.1 Descripción del sector eléctrico: estructura básica y organización (XV)

Eficiencia de la conversión de energía de diversos procesos

Proceso	Conversión de energía	Eficiencia
Generador eléctrico	mecánica a eléctrica	98 %
Motor eléctrico grande	eléctrica a mecánica	92 %
Pila seca	química a eléctrica	90 %
Estufas a gas	química a térmica	85 %
Acumulador (batería)	eléctrica a química	73 %
Horno a petróleo	química	
Motor eléctrico pequeño	eléctrica	
Planta ciclo combinado	química	
Cohete de combustible líquido	química	
Turbina a vapor	térmica	
Planta termoeléctrica	química	
Laser de neón	eléctrica	
Motor diesel	química	
Turbo jet	química	
Planta termonuclear	nuclear	
Laser de estado sólido	eléctrica	
Motor de automóvil	química	
Tubo fluorescente	eléctrica a lumínica	20 %
Fotocelda	lumínica a eléctrica	10 %
Locomotora a vapor	química a térmica y mecánica	8 %
Termoclupa	térmica a eléctrica	7 %
Lámpara incandescente	eléctrica a lumínica	4 %

Eficiencia

$$\eta = P_o / P_i * 100 \%$$

Fuente : DIE,
HR/IEE2312/1,93