



“Marco Legal del Sub-Sector Eléctrico Parte I

Contenido

- ❖ Introducción
- ❖ **Sistemas de suministro de energía eléctrica (Contexto tecnológico y económico)**
- ❖ **Marco legal del sub-sector eléctrico (Contexto regulatorio)**
 - ❖ Conceptos básicos
 - ❖ Antecedentes del sub-sector eléctrico
 - ❖ Ley General de la Industria Eléctrica (D.L. N°404-2013)
 - ❖ Marco Legal Energía Renovable



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



Introducción

“Puede afirmarse que la calidad de vida y el propio funcionamiento de las sociedades desarrolladas depende de una forma significativa de la disponibilidad de la energía eléctrica. La electricidad se ha convertido en estas sociedades en un bien de consumo esencial.”

Fuente: A. Gómez Expósito et.al., *Análisis y Operación de Sistemas de Energía Eléctrica*, McGraw-Hill, España, 2002.



Fuente: J.D. Glover, M: S. Sarma, T.J. Overbye, *Power System Analysis and Design*, CENGAGE Learning, 5th Ed., USA, Jan. 2011.



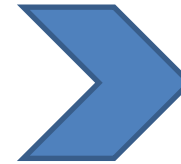
**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



Introducción

Un bien de consumo
con características
muy particulares

- No almacenable a gran escala
- Equilibrio generación y demanda
- Leyes físicas...



- Configuración
- Planificación
- Operación
- Organización
- Gestión

Puntos de vista
complementarios:

- Tecnológico
- Económico
- **Legal (Regulatorio)**

Sistemas de suministro de
energía eléctrica (sistema
eléctrico de potencia)



Mercados Eléctricos

Fuente: A. Gómez Expósito et.al., *Análisis y Operación de Sistemas de Energía Eléctrica*, McGraw-Hill, España, 2002.



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



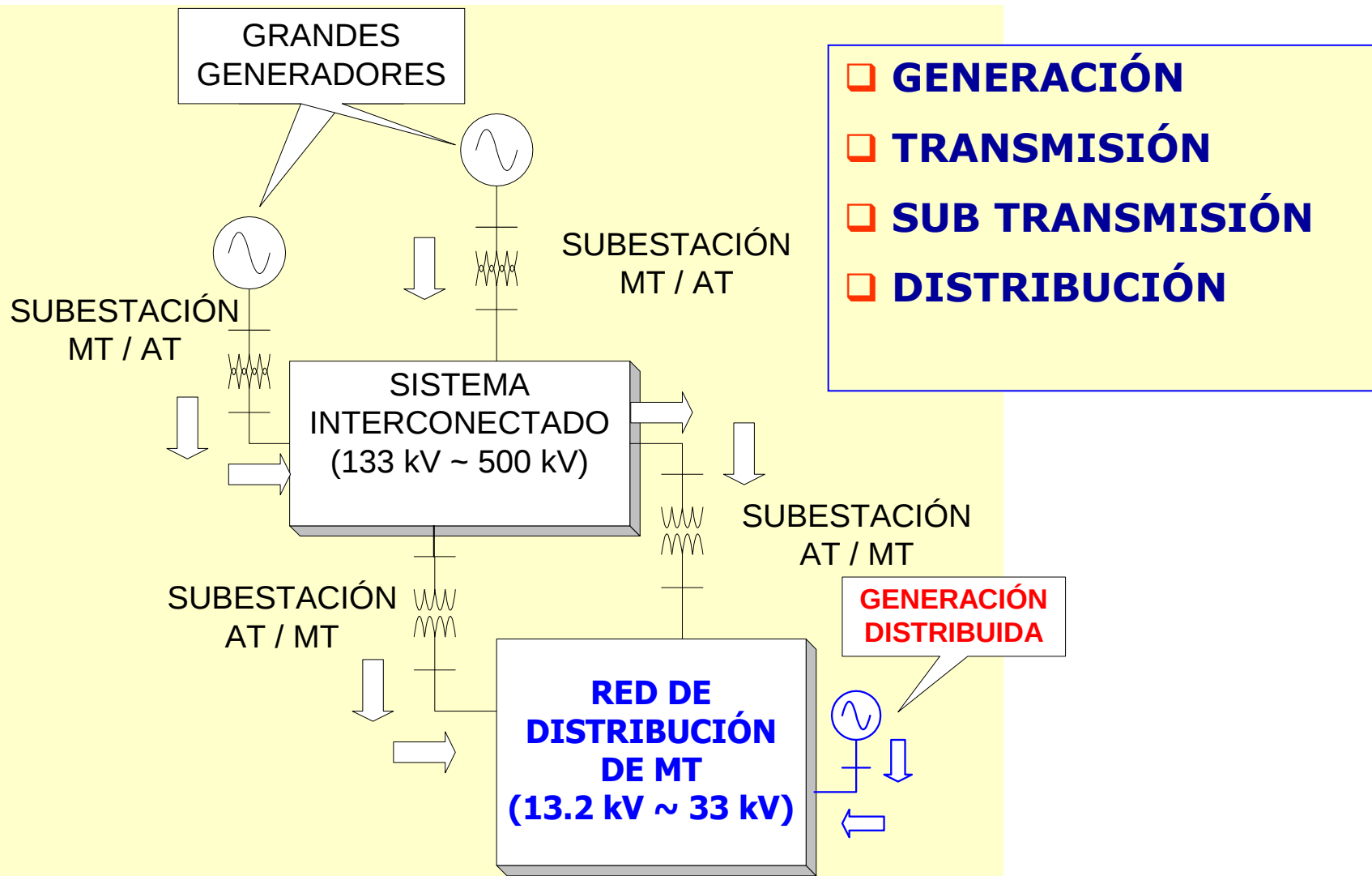
Sistemas de suministro de energía eléctrica (Contexto tecnológico)



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



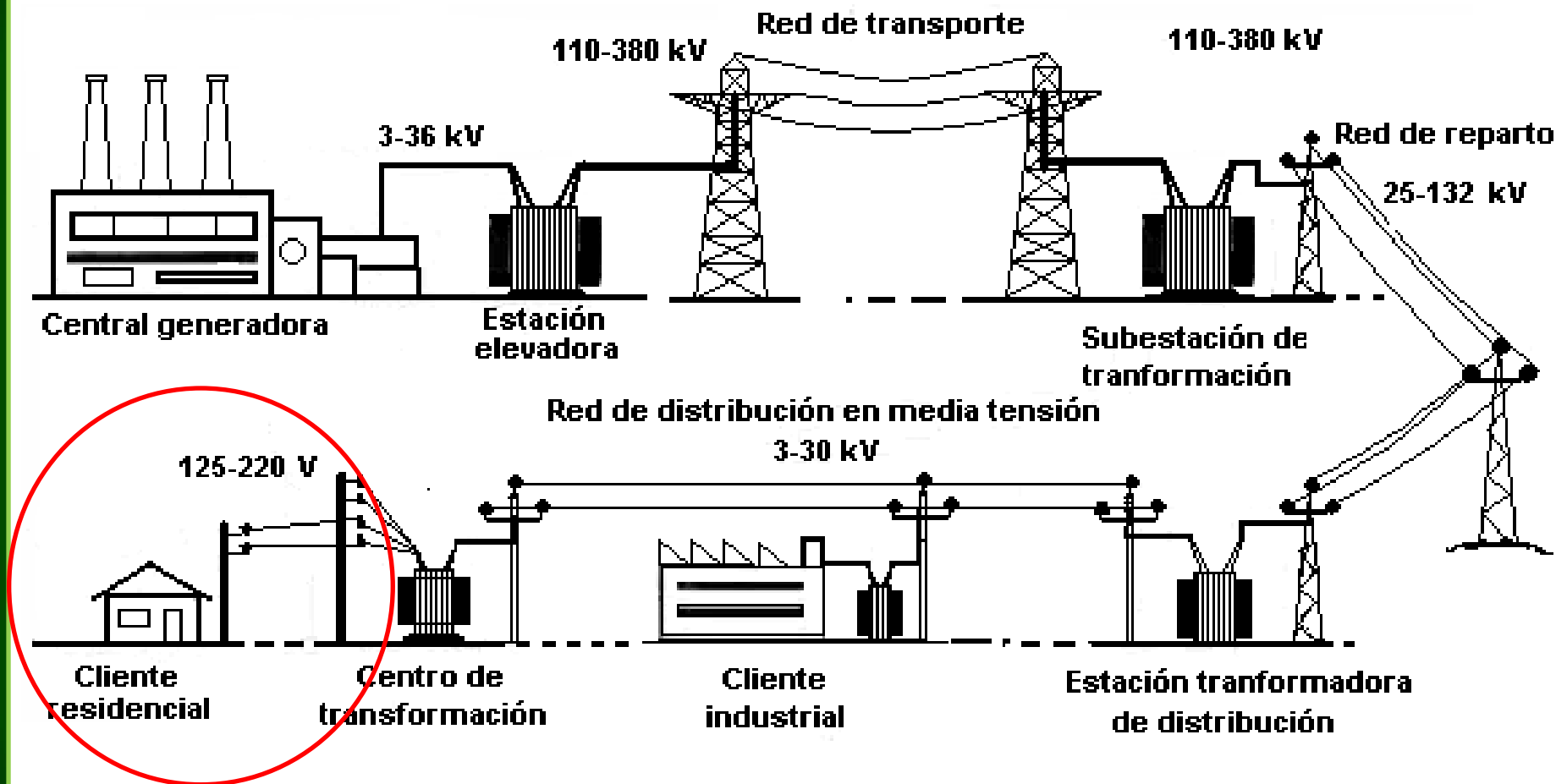
Sistemas de suministro de energía eléctrica (Contexto tecnológico)



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



Sistemas de suministro de energía eléctrica (Contexto tecnológico)



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



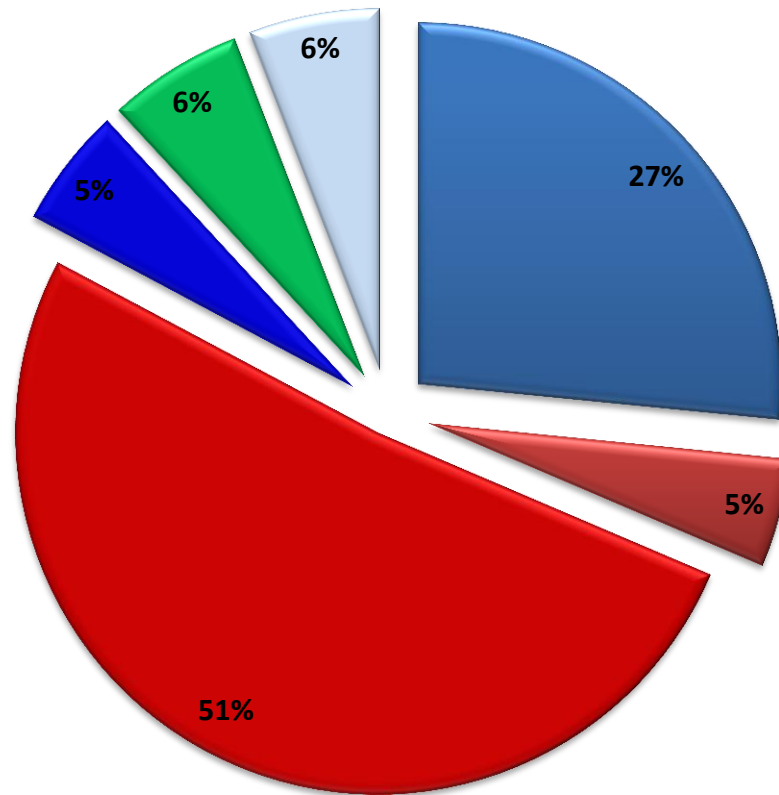
giz

Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



IEEE





Capacidad Instalada de Generación del SIN/ENEE por tipo de fuentes. (Año 2013)

- HIDRÁULICA ESTATAL
- TÉRMICA ESTATAL
- TÉRMICA PRIVADA
- HIDRÁULICA PRIVADA
- BIOMASA PRIVADA
- EÓLICA PRIVADA

Energía Renovable: 44%
Térmica: 56%

Fuente: Boletín Estadístico
ENEE Año 2013



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**

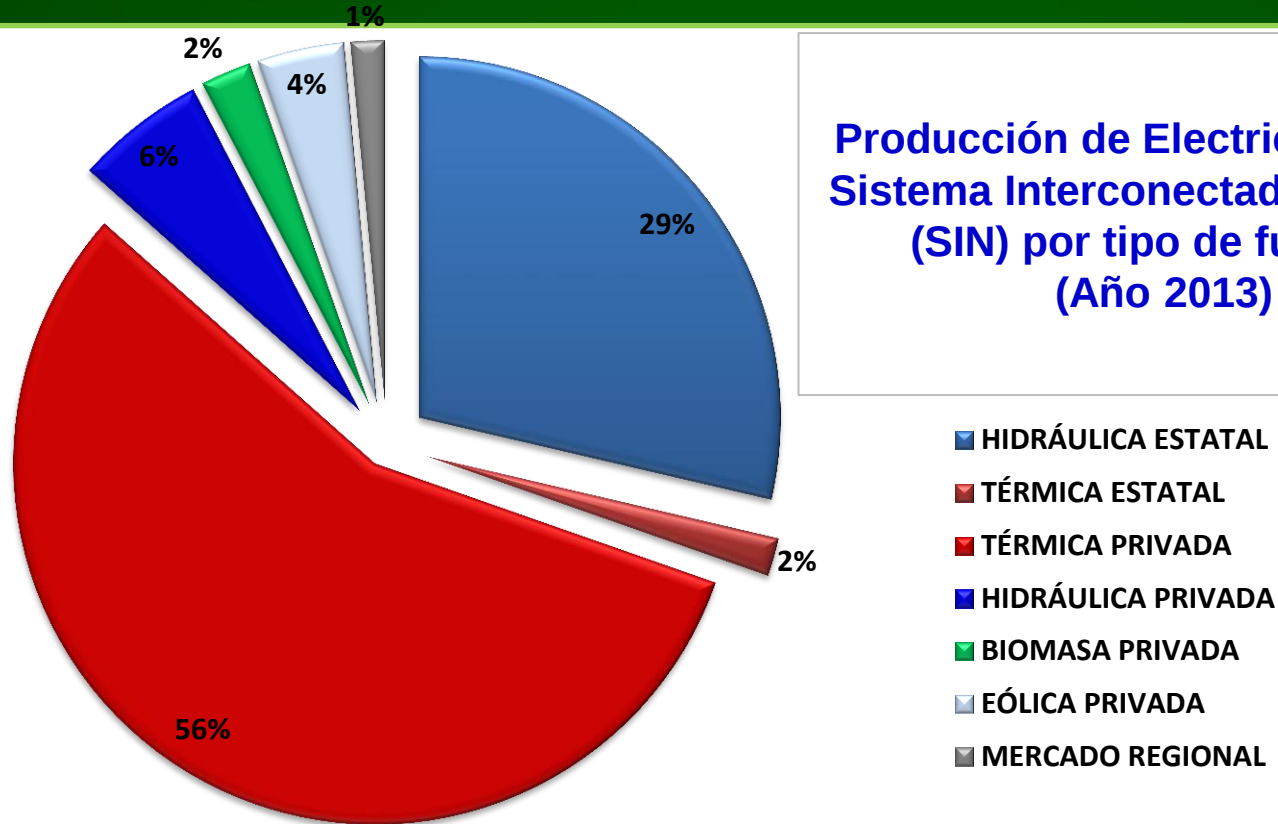


giz

Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Producción de Electricidad en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) por tipo de fuentes. (Año 2013)



Fuente de Generación	GWh/año	%
HIDRÁULICA ESTATAL	2274,4	29%
TÉRMICA ESTATAL	135,8	2%
TÉRMICA PRIVADA	4462,5	56%
HIDRÁULICA PRIVADA	464	6%
BIOMASA PRIVADA	179,7	2%
EÓLICA PRIVADA	310,2	4%
MERCADO REGIONAL	114,6	1%
TOTAL	7941,2	100%

Energía Renovable: 41%

Térmica: 58%

Importación (MER): 1%

Fuente: Boletín Estadístico
ENEE Año 2013



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



Sistemas de suministro de energía eléctrica (Contexto tecnológico)

Sistema	Algunas tensiones típicas
Generación	13.2 kV, 20 kV
Transmisión	138 kV, 230 kV, 345 kV, 500 kV, 750 kV
Subtransmisión	34.5 kV, 69, kV, 115 kV, 138 kV
Distribución primaria	4.16 kV, 13.2 kV, 34.5 kV
Distribución secundaria	120/240 V, 120/208 V, 240/480 V

CLASIFICACIÓN:

- ☐ BT (*LV : Low Voltage*) **< 1 kV**
- ☐ MT (*MV : Medium Voltage*) **1 kV ~ 69 kV**
- ☐ AT (*HV : High Voltage*) **69 kV ~ 230 kV**
- ☐ EAT (*EHV : Extra High Voltage*) **345 kV ~ 765 kV**
- ☐ UAT (*UHV : Ultra High Voltage*) **> 765 kV**

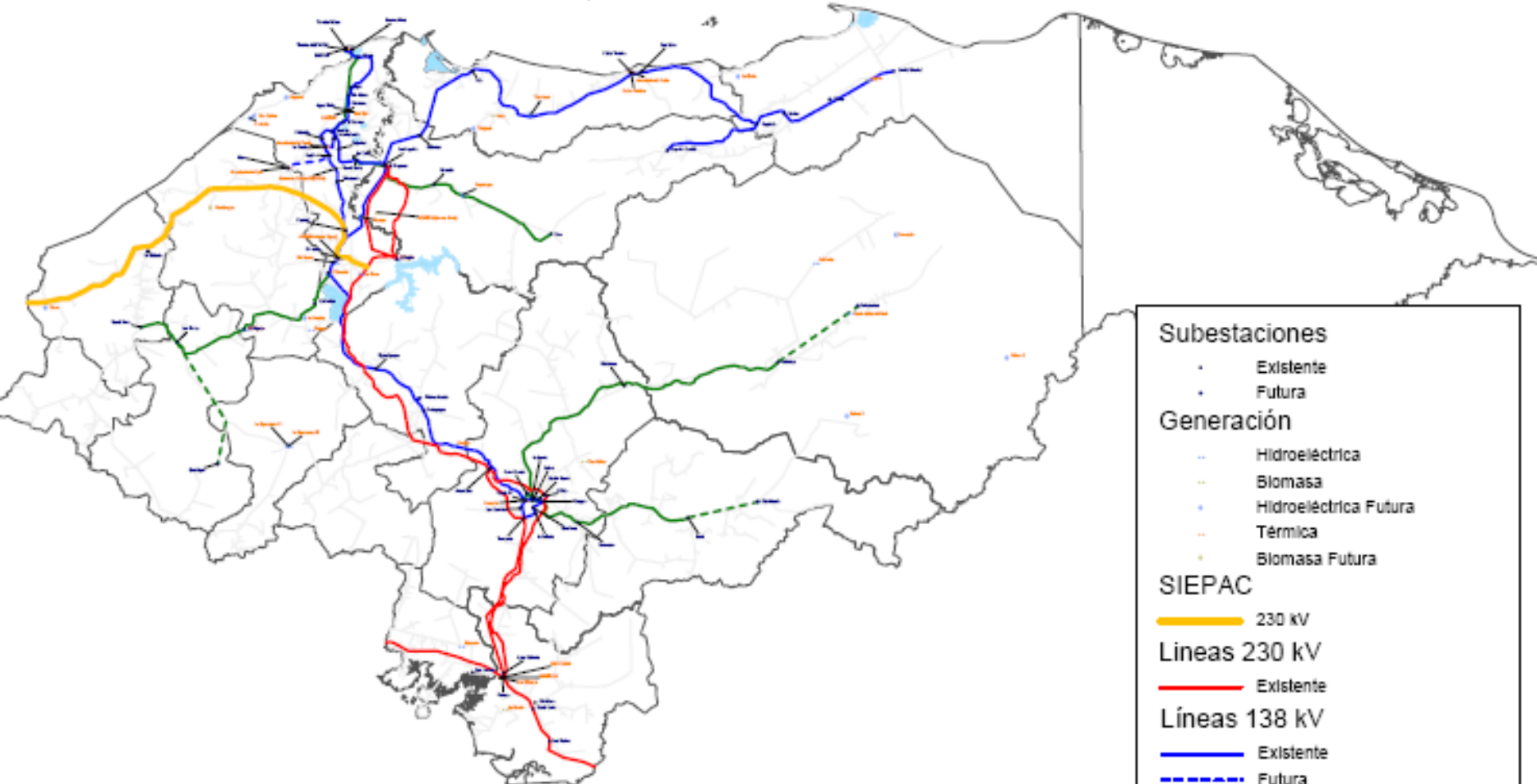
Ref: IEEE Std 141-1993, IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants, published by IEEE, 1994.



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



Sistema Interconectado Nacional (SIN)



Subestaciones

- Existente
- Futura

Generación

- Hidroeléctrica
- Biomasa
- Hidroeléctrica Futura
- Térmica
- Biomasa Futura

SIEPAC

— 230 kV

Líneas 230 kV

— Existente

Líneas 138 kV

— Existente

- - - Futura

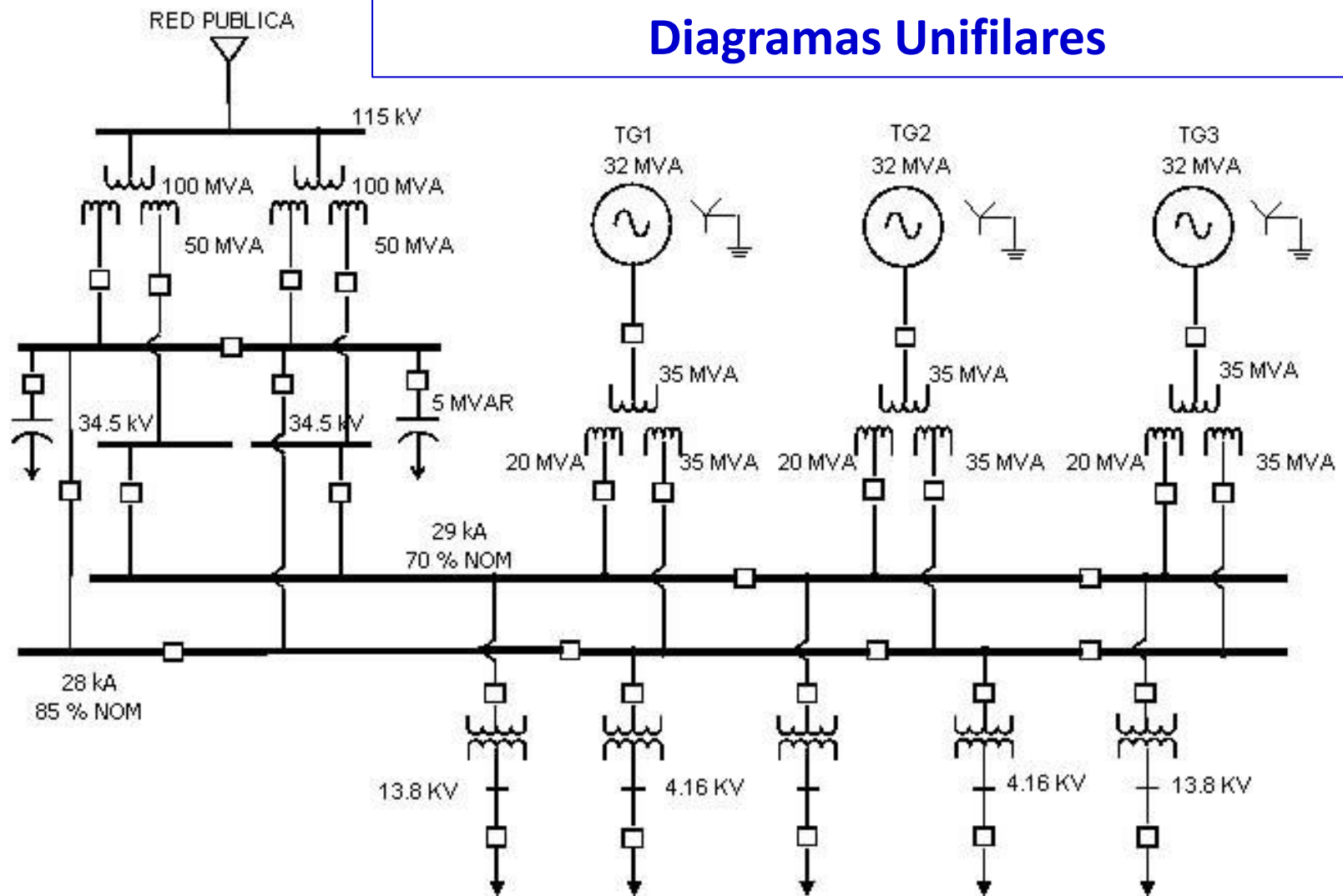
Líneas 69 kV

— Existente

Interconexión: El Salvador, Nicaragua

CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA

Diagramas Unifilares



CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN DE LA ENERGÍA



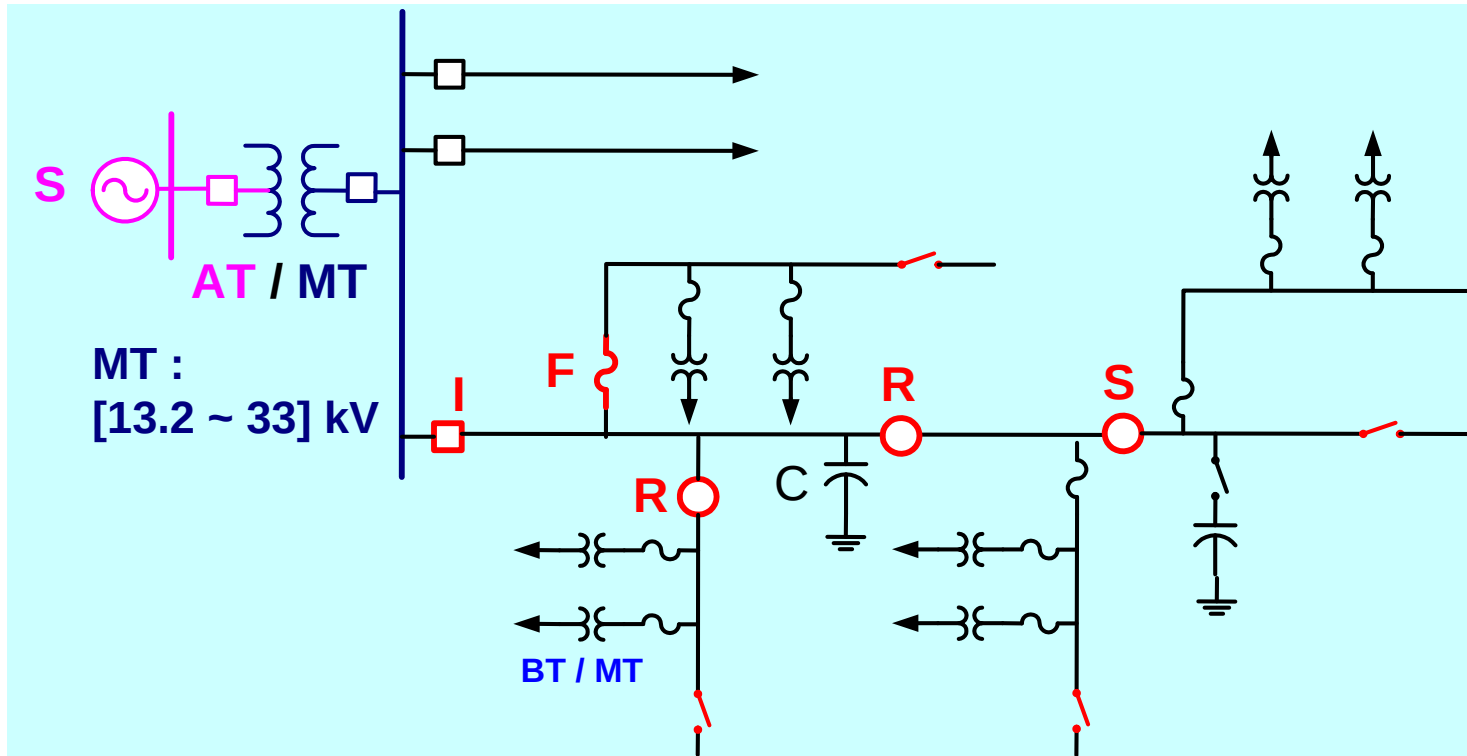
Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



EEI



Sistemas de suministro de energía eléctrica (Contexto tecnológico)



Dispositivos de protección (principio de sobrecorriente):

- I** : Interruptor
- R** : Reconectador
- F** : Fusible
- S** : Seccionalizador

Diagrama unifilar de un sistema de distribución con su sistema de protección



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



giz

Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

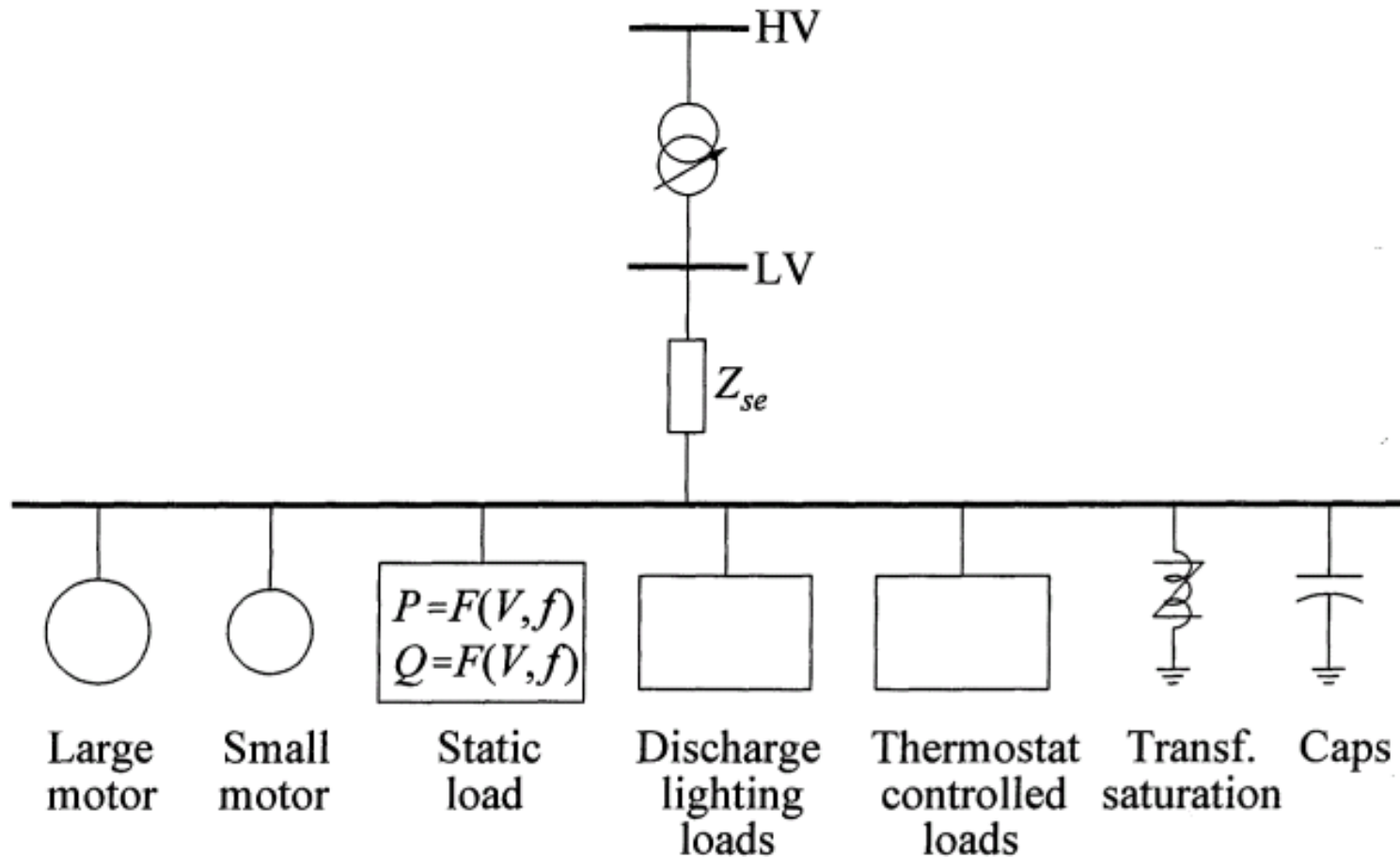


IEEE



Sistemas de suministro de energía eléctrica (Contexto tecnológico)

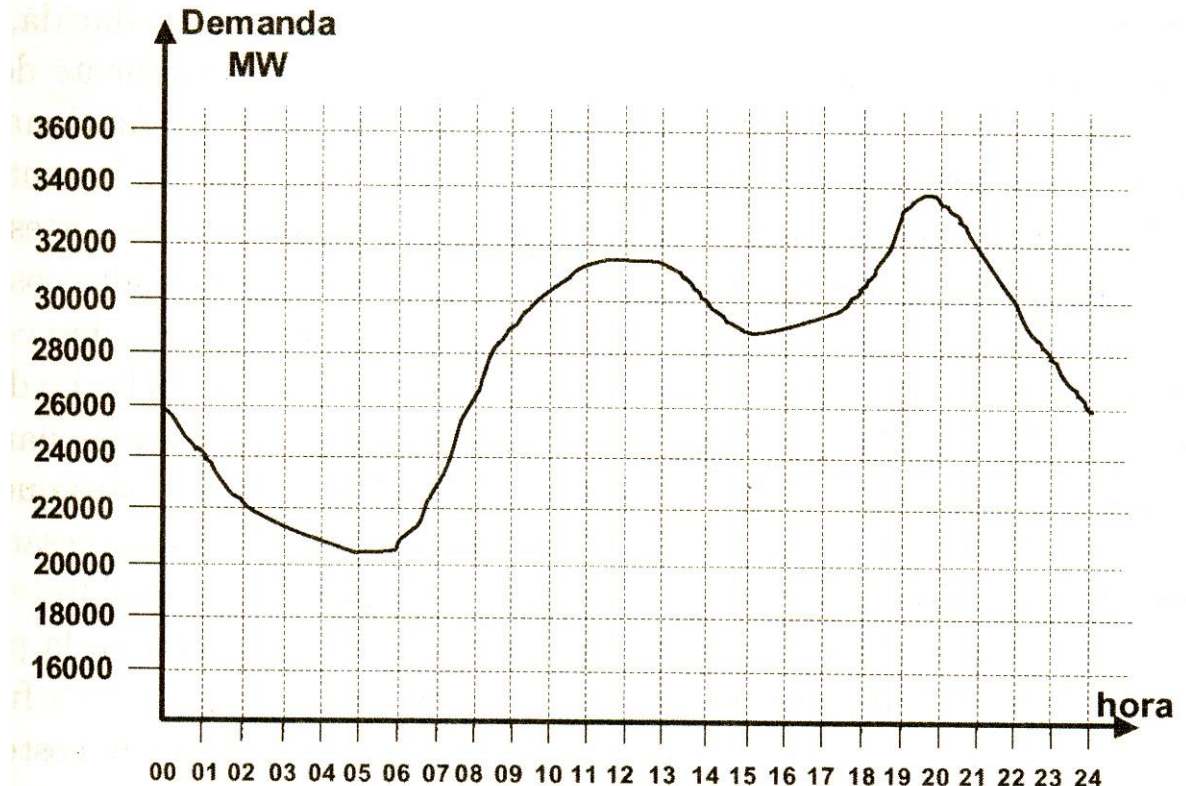
Composición de modelos estáticos y dinámicos de carga



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



Curva de demanda



- Demanda pico o máxima
- Demanda modulable o semi valle
- Demanda base o valle



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



Sistemas de suministro de energía eléctrica (Contexto tecnológico)

DEMANDA MAXIMA DEL SISTEMA E.N.E.E.

PERIODO 2013 - 2014

MES	MW	FECHA	HORA	MW	FECHA	HORA
	2013			2014		
ENERO	1,233	miércoles 16/01	18:30 pm	1,293	miércoles 29/01	18:44 pm
FEBRERO	1,304	martes 26/02	18:42 pm	1,334	miércoles 26/02	18:46 pm
MARZO	1,335	viernes 22/03	11:45 a.m.	1,367	lunes 31/03	18:54 pm
ABRIL	1336.0	martes 02/04	19:08 pm	1,374	martes 1/04	19:14 p.m.
MAYO	1310.0	viernes 10/05	11:32 a.m.	1,383	jueves 8/05	18:56 p.m.
JUNIO	1241.1	miércoles 05/06	11:39 a.m.	1,317	viernes 13/06	11:36 p.m.
JULIO	1239.2	jueves 25/07	19:18 p.m.	1330	miércoles 9/07	19:40 p.m.
AGOSTO	1254.0	martes 13/08	11:39 a.m.			
SEPTIEMBRE	1,332.0	miércoles 25/09	18:30 p.m.			
OCTUBRE	1,332.8	miércoles 23/10	18:14 pm			
NOVIEMBRE	1,299.8	martes 26/11	18:21 pm			
DICIEMBRE	1,250.1	viernes 6/12	18:08 pm			
D. MAXIMA	1,336	lunes 07/05	18:43 p.m.	1,383	jueves 8/05	18:56 p.m.



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



Sistemas de suministro de energía eléctrica (Contexto tecnológico)

El mayor sistema
dinámico creado
por el ser humano

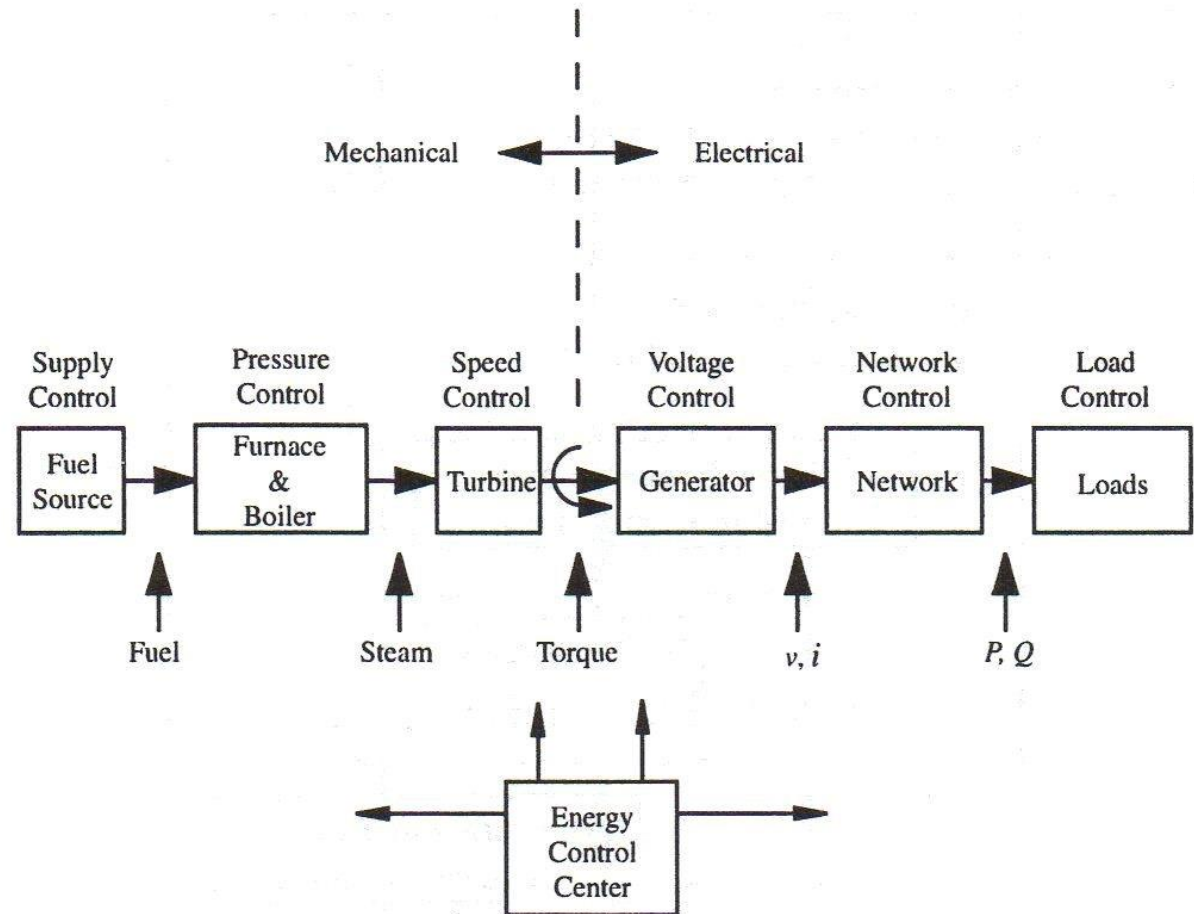


Figure 1.1: System dynamic structure



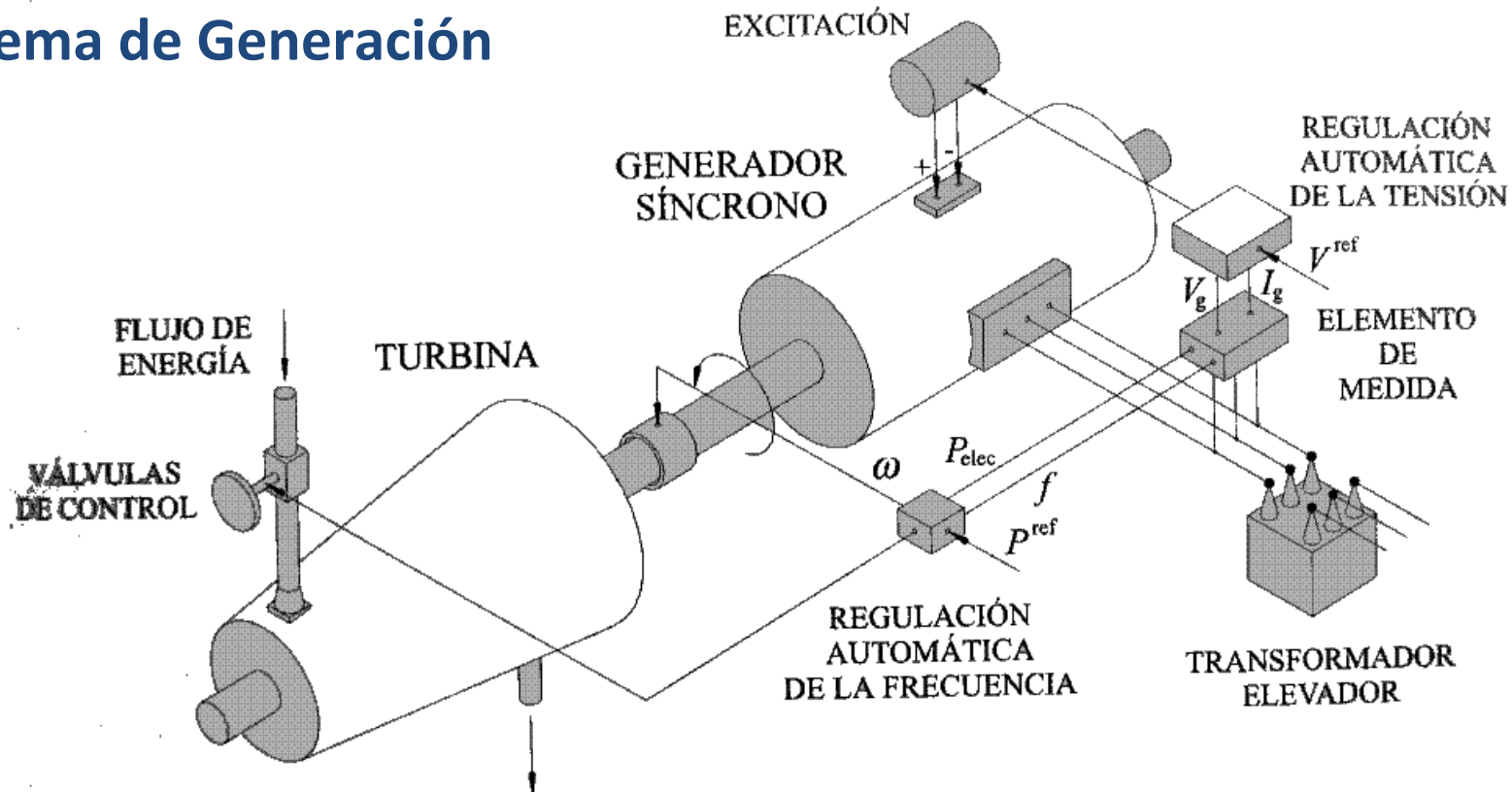
**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



Sistemas de suministro de energía eléctrica (Contexto tecnológico)

Subsistemas de un SEP y sus controles asociados

Sistema de Generación

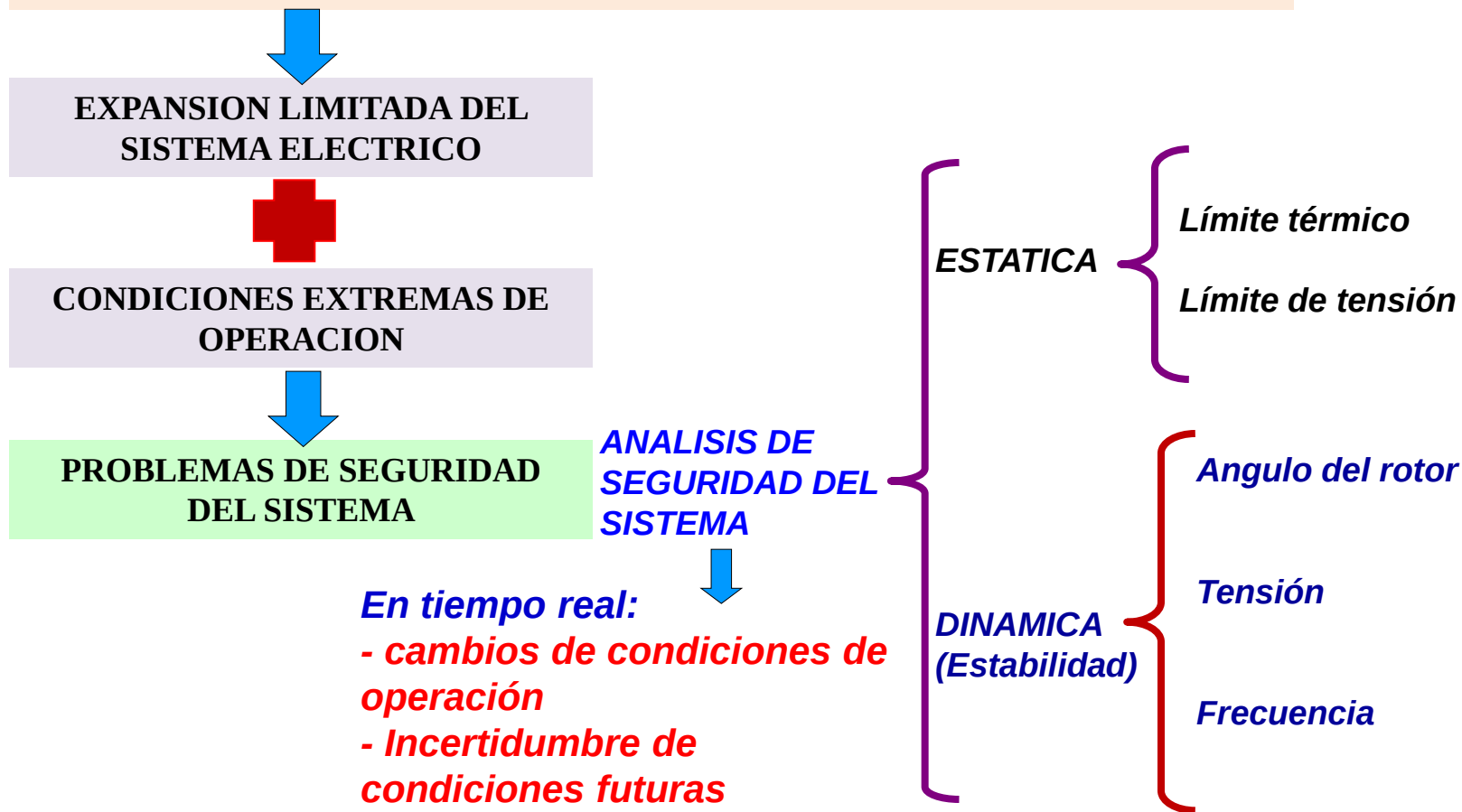


**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



Sistemas de suministro de energía eléctrica (Contexto tecnológico)

MERCADOS ELECTRICOS LIBERALIZADOS Y RESTRICCIONES AMBIENTALES



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



Sistemas de suministro de energía eléctrica (Contexto tecnológico)

Entre los estudios para el análisis de funcionamiento de sistemas eléctricos de potencia se pueden mencionar:

- ✓ Análisis de flujo de carga (flujo CA, flujo DC, trifásico, etc.)
- ✓ Análisis de corto circuito (simétrico, asimétrico)
- ✓ Análisis de estabilidad (transitoria, dinámica, frecuencia, tensión)
- ✓ Despacho económico de carga (térmico, hidrotérmico, pre-despacho)
- ✓ Análisis de transitorios electromagnéticos (TEM)
- ✓ Estudios de protección
- ✓ Análisis de armónicos
- ✓ Estudios de cargas
- ✓ Análisis de confiabilidad (*Reliability*)....



Estudios de funcionamiento de un SEP

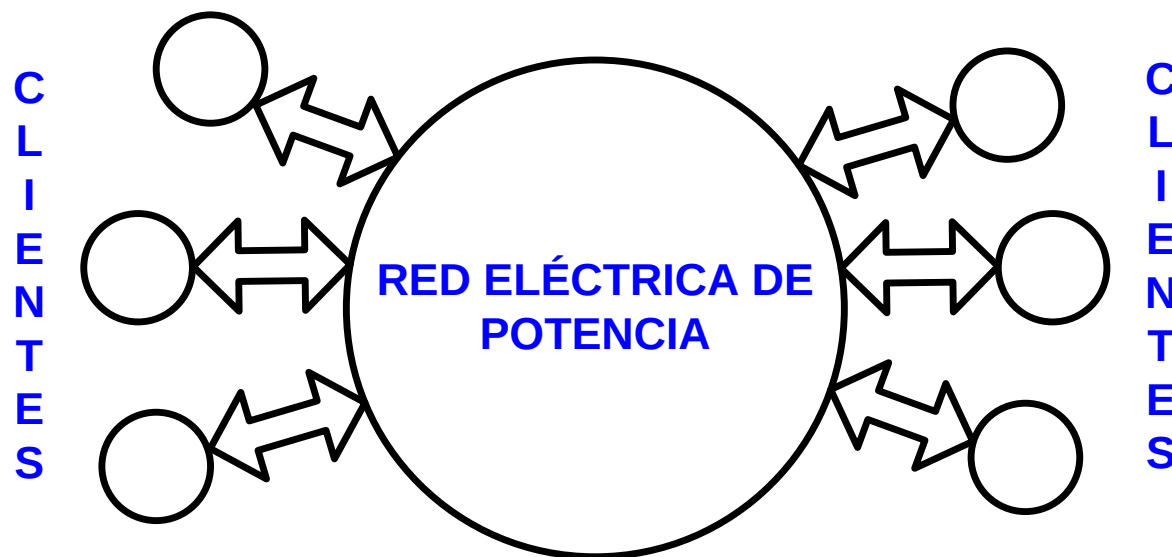


**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



Sistemas de suministro de energía eléctrica (Contexto tecnológico)

Visión moderna de un SEP



En términos económicos, existen diferentes agentes, por ejemplo los clientes que pueden ser consumidores o productores, el objetivo de la red eléctrica ya no es sólo vender energía, sino que puede vender capacidad de transporte, facilitar las transacciones entre clientes del sistema gestionadas por agentes comercializadores de energía.



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



Sistemas de suministro de energía eléctrica (Contexto económico)

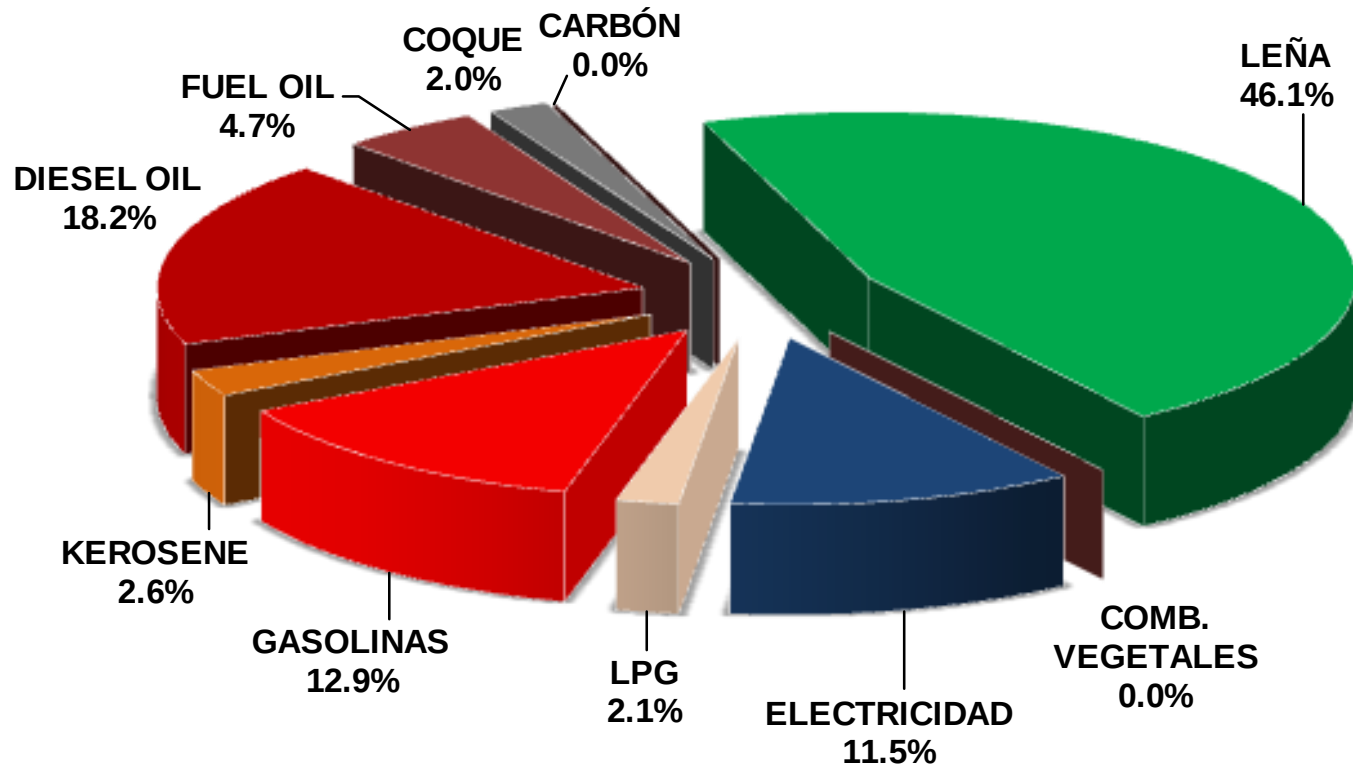


**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



El sub-sector eléctrico y la actividad económica

Del Balance Energético Nacional



Fuente: Balance Energético 2009-2010, DGE/SERNA



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



IEEE



El sub-sector eléctrico y la actividad económica

CUADRO 35
CENTROAMÉRICA: INDICADORES DE LA INDUSTRIA PETROLERA, 1980-2012

Índice	Centroamérica	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá
2012							
Relación factura/PIB (%)	7,28%	4,82%	7,87%	5,89%	12,07%	11,70%	8,08%
Factura per cápita	231,1	340,6	223,1	148,1	217,2	154,5	584,8
Consumo per cápita	2,47	3,72	2,15	1,67	2,38	1,71	5,94
Intensidad petrolera	0,78	0,53	0,76	0,67	1,32	1,29	0,82
Emisiones per cápita	0,98	1,45	0,82	0,65	0,98	0,70	2,36
Intensidad de emisiones	307,8	205,9	288,4	259,1	546,3	530,0	325,6

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

Notas: Factura per cápita en dólares de 2000 por habitante.

Consumo per cápita en barriles de derivados de petróleo por habitante.

Intensidad petrolera en barriles de derivados de petróleo por miles de dólares de 2000 del PIB.

Emisiones per cápita en toneladas de CO₂ por habitante, referentes al consumo de hidrocarburos.

Intensidad de emisiones en toneladas de CO₂ por millón de dólares de 2000 del PIB, referentes al consumo de hidrocarburos.

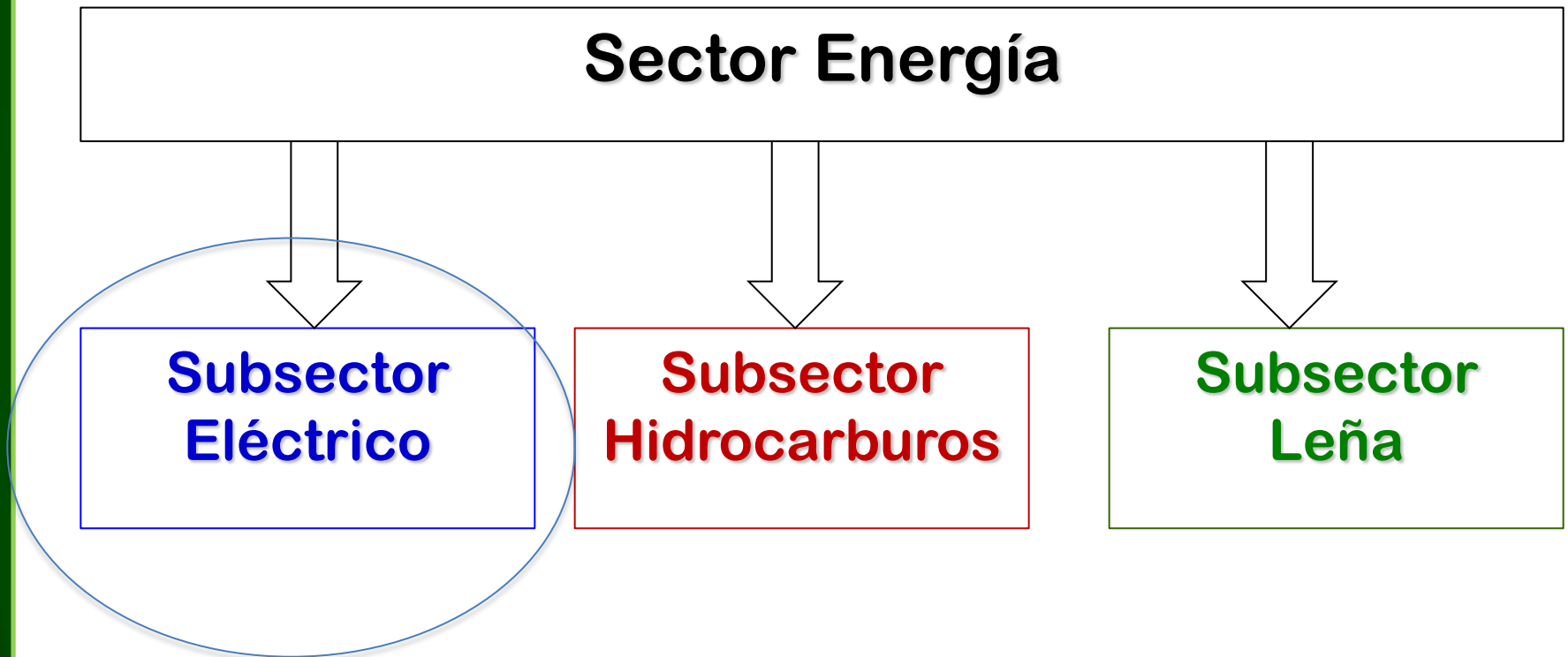
Fuente: CENTROAMÉRICA: ESTADÍSTICAS DE HIDROCARBUROS, 2012, CEPAL, México, D. F., Noviembre de 2013.



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



Sector Energético de Honduras



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



El sub-sector eléctrico y la actividad económica

- Bajo un ambiente más liberalizado (desregulado) y con la reestructuración del sub-sector eléctrico se espera un incremento de las **transacciones comerciales** en Honduras.
- La gestión económica de un sistema eléctrico es una tarea sumamente compleja que comprende diversas actividades y aspectos tales como: **financieros (inversiones), tarifarios, sociales, empresariales, ambientales, planificación de inversiones y operación de sistema eléctrico.**



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



El sub-sector eléctrico y la actividad económica

Las decisiones de expansión y operación de un SEP consideran la eficiencia económica y la minimización de los costos para el suministro de energía eléctrica al consumidor final y con un nivel adecuado de calidad.

Tareas:

❖ Programación y supervisión de la generación y la transmisión en el largo plazo, mediano, corto plazo y tiempo real.



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



La organización del sub-sector eléctrico...

¿Cómo se organiza y funciona el mercado eléctrico?

¿Quién se encarga de planificar, operar y mantener los sistemas de energía eléctrica?

¿Quién toma en cada caso las decisiones y en base a qué criterios?



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



El sub-sector eléctrico y la actividad económica

“La organización del sector eléctrico ha ido evolucionando con el tiempo, en gran medida adaptandose a las condiciones del **desarrollo tecnológico, aunque también dependiendo de **las teorías económicas** predominantes en cada momento y lugar”**

Fuente: A. Gómez Expósito et.al., *Análisis y Operación de Sistemas de Energía Eléctrica*, McGraw-Hill, España, 2002.



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



Sistemas de suministro de energía eléctrica (Contexto regulatorio)



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**



Referencias

1. John J. Grainger, William D. Stevenson Jr., **Análisis de Sistemas de Potencia**, McGraw-Hill, México, 1996.
2. H. Saadat, **Power System Analysis**, McGraw-Hill, International Edition, 2nd Ed., 2004.
3. J.D. Glover, M: S. Sarma, T.J. Overbye, **Power System Analysis and Design**, CENGAGE Learning, 5th Ed., USA, Jan. 2011.
4. A. Gómez Expósito et.al., **Análisis y Operación de Sistemas de Energía Eléctrica**, McGraw-Hill, España, 2002.
5. IEEE Std 399-1997, **IEEE Recommended Practice for Industrial and Commercial Power Systems Analysis**, published by IEEE, 1998.
6. Westinghouse Electric Corporation, **Electrical Transmission and Distribution Reference Book**, 4th ed., 1964.
7. Peter W. Sauer, M. A. Pai, **Power System Dynamics and Stability**, Edition, illustrated. Publisher, Prentice Hall, 1998
8. Apuntes Curso de Posgrado: Despacho económico: Precios de la energía, servicios complementarios y transporte - Instituto de Energía Eléctrica U.N.S.J.
9. Apuntes Curso de Posgrado: Mercados Eléctricos- Instituto de Energía Eléctrica U.N.S.J.



**CERTIFICADO EN ADMINISTRACIÓN
DE LA ENERGÍA**

