

Note de Cours
Producerea Transportul și Distribuția
Energiei Electrice

INTRODUCERE

Curs 1

Expunere de motive

- ❑ Cursul își propune prezentarea unor elemente care stau la baza formării inginerilor în domeniul electric privind:**
 - ✓ Producerea energiei electrice prin conversia altor forme de energie;**
 - ✓ Principii și concepte în transportul și distribuția energiei electrice (elemente de dimensionare, de modelare, analiză, protecție).**

- ❑ Orice inginer care își dorește o pregătire în domeniul ingineriei electrice are nevoie de aceste elemente de bază;**

Expunere de motive

- ❑ Producătorii de energie electrică, industria de echipamente și instalații electrice, consumatorii de energie electrică, au nevoie de specialiști cu pregătire în domeniul producerii, transportului, distribuției și utilizării energiei electrice;**
- ❑ Necesitatea creșterii eficienței, micșorării consumurilor, diminuarea influenței negative asupra mediului, creșterea și asigurarea calității în domeniul producerii, transportului și distribuției energiei electrice necesită personal tehnic cu cunoștințe în acest domeniu.**

Obiective

- ❑ Obținerea unor cunoștințe care să permită o bună înțelegere a proceselor care au loc în producerea și transmisia energiei electrice;**
- ❑ Câștigarea unor deprinderi necesare soluționării unor probleme practice din industrie;**
- ❑ Dezvoltarea cunoștințelor de bază ale ingineriei electrice din sistemele de putere.**

Bibliografie

- 1) Cristescu, D., Pantelimon, L., Darie, S., *Centrale și rețele electrice*, E.D.P., București, 1982.
- 2) Darie, S., Vădan, I., *Producerea, Transportul și Distribuția Energiei Electrice. Instalații pentru transportul și distribuția energiei electrice*, U.T. PRES, Cluj-Napoca, 2003.
- 3) Darie, S., Vădan, I., *Producerea, Transportul și Distribuția Energiei Electrice. Instalații pentru transportul și distribuția energiei electrice*, U.T. PRES, Cluj-Napoca, 2004.
- 4) Tîrnovan, R., Darie, S., *Regimuri anormale de funcționare în rețelele electrice*, Ed. MEDIAMIRA, Cluj-Napoca, 2004.
- 5) Techniques de l'Ingénieur. Electricité. *Réseaux électriques et applications* (2006), édité par ETI - Sciences et Techniques, <http://www.techniques-ingenieur.fr/>

1.1. Problemele Generale ale Energeticii

1.1.1. Forme de energie

- **energie primară**: energia combustibililor fosili, energia hidraulică a apei, energia eoliană, energia geotermică, energia solară, energia nucleară etc;
- **energie utilă sau finală**, ca: energia termică (căldura), energia luminoasă (lumina), energia mecanică (lucru mecanic) etc.
- **energie intermediară** care se poate transforma în toate formele de energie finală sau utilă, ca: *energie electrică* etc.

1.2. Calități ale energiei electrice:

- ◆ toate formele de energie primară pot fi ușor convertite în energie electrică;
- ◆ este o formă de energie ușor de controlat și transportat;
- ◆ este ușor de convertit în orice altă formă de energie dorită de consumator.

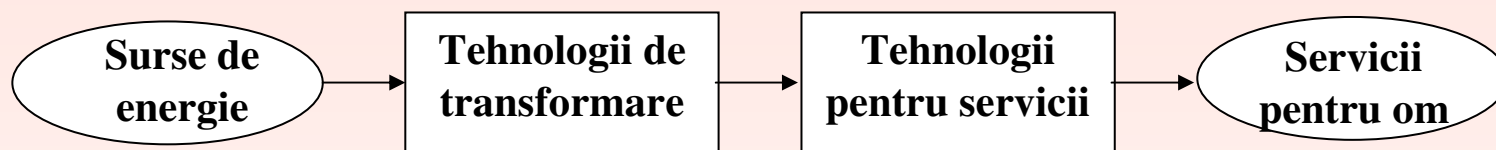


Fig.1.1. Structura unui lanț energetic

1.2. Sistemul Energetic (SE). Energia Electrică. Sistemul Electroenergetic (SE)

1.2.1. Structura sistemului energetic

- **Energetica** este ramura științei care se ocupă cu: studiul surselor și resurselor de energie; studiul metodelor de conversie a energiei primare în alte forme de energie; studiul cererii de energie în ansamblu și pe diferite forme de energie; studiul proceselor de utilizare a energiei, mai ales în legătură cu utilizarea rațională a acesteia; studiul formării, dezvoltării, funcționării și exploatării sistemelor energetice.
- **Sistemul energetic (SE)** poate fi considerat ca un subsistem al mediului natural, de unde își extrage el toată energia primară.
- **Consumatorii de energie** pot fi: consumatori de energie primară și consumatori de energie secundară;
- Sistemul energetic al petrolului (SEP), Sistemul energetic al Cărbunilor (SEC) și Sistemul energetic al gazelor (SEG), dar și un Sistem electroenergetic (SEE).

1.2.2. Sistemul electroenergetic (SEE)

Energia electrică – ușor de transportat și ușor de utilizat.

Sistemul electroenergetic (SEE) reprezintă acea parte a sistemului energetic care cuprinde activitățile din domeniul producerii, transportului și distribuției energiei electrice și are două părți principale: centralele electrice, acolo unde se produce energia electrică și rețelele de transport și distribuție care se ocupă cu distribuția ei la consumatori.

- **stații de transformare de evacuare (STEV)** amplasate lângă centrale;
- **linii de transport de foarte înaltă tensiune (LTFIT - foarte înaltă tensiune - FIT, 400 și 750 kV)**. La noi în țară mai există încă linii de transport la 220 kV, dar care vor fi trecute la 400 kV.
- **stații de transformare și interconexiuni (STIC)** - aici cu ajutorul autotransformatoarelor FIT/IT (În România 400/110 kV), se trimite energia în rețeaua de distribuție, **în înaltă tensiune (IT)**;
- **linii de transport de înaltă tensiune (LTIT)**;

- **stații de transformare (ST)** în care tensiunea este coborâtă de la înaltă tensiune la medie tensiune;
- **linii de distribuție de medie tensiune (LDMT)** - sunt alimentați direct o serie de consumatori industriali de medie tensiune (CMT);
- **posturi de transformare (PT)** racordate tot la LDMT;
- **centralele locale (CL)** se racordează la Sistemul Electroenergetic prin stațiile de transformare (ST);
- **microcentralele (MC)** - prin posturi de transformare (PT).

1.2.3. Cerințele impuse unui sistem electroenergetic

Indicatorii **primari** de calitate ai energiei electrice sunt:

- frecvența;
- amplitudinea tensiunii de alimentare;
- întreruperi în alimentarea cu energie electrică;
- supratensiuni temporare și tranzitorii;
- goluri de tensiune.

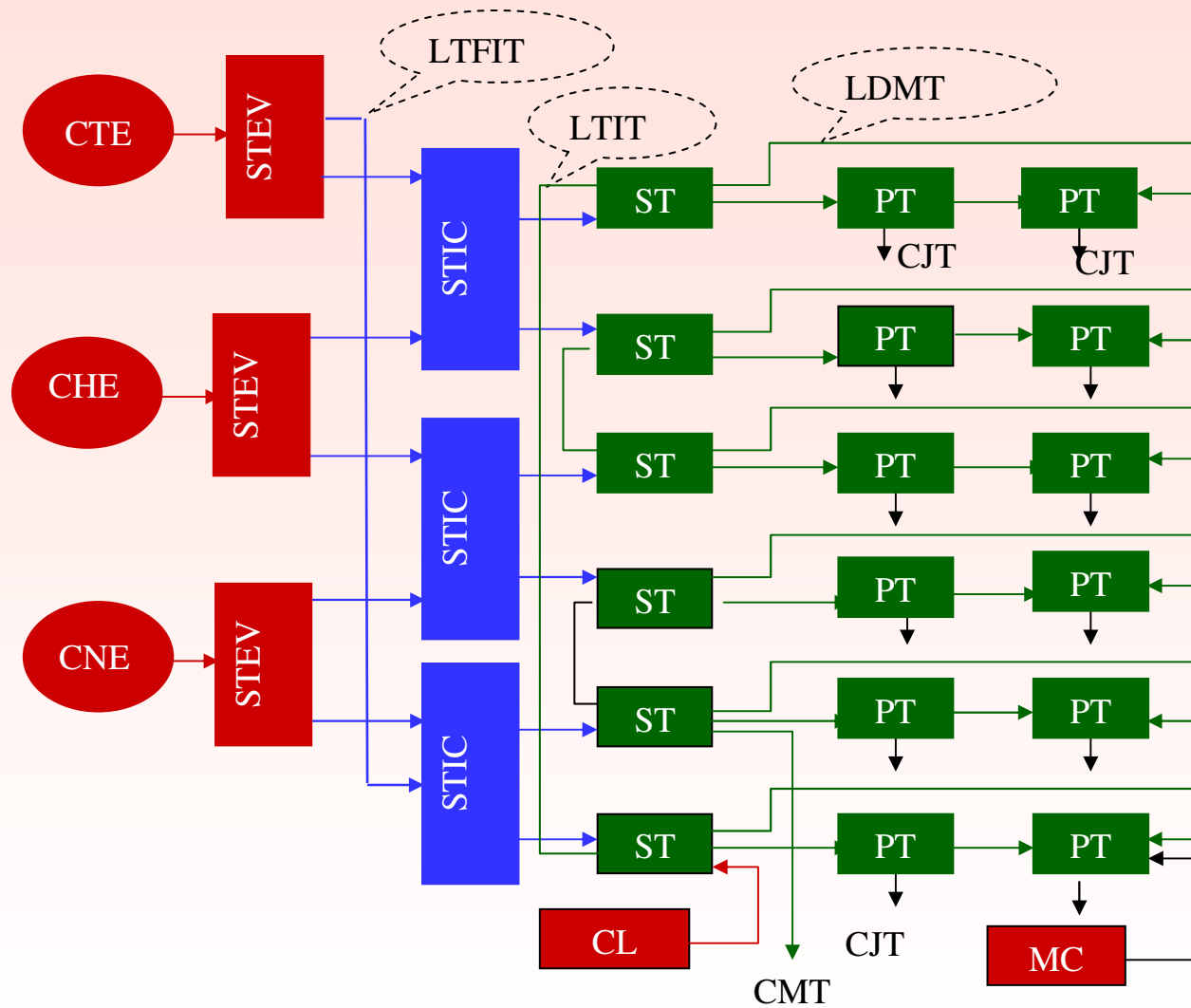


Fig.1.2. Structura sistemului electroenergetic.

Indicatorii **secundari** de calitate ai energiei electrice sunt determinați de următoarele perturbații produse de consumatori:

- armonici și interarmonici (regimuri nesinusoidale);
- fluctuații de tensiune (flicker);
- nesimetrie.

Limitele impuse frecvenței la noi în țară sunt:

- 50 Hz $\pm 0,1\%$ pe o durată de 90% din timp (o săptămână);
- 50 Hz $\pm 0,5\%$ pe o durată de 99% din timp;
- 50 Hz $\pm 1\%$ permanent)100% din timp).

În alte țări normele nu sunt așa stricte ($\pm 2\%$ în țările UNIPED), dar se respectă. La noi în țară se fac eforturi pentru a ne încadra în normele UNIPED (Uniunea Internațională a Producătorilor și Distribuitorilor de Energie Electrică) și a ne interconecta cu Sistemul UCPTE (Uniunea pentru Coordonarea, Producerea și Transportul Electricității).

Abaterea procentuală admisă a tensiunii de serviciu față de tensiunea nominală este de $\pm 10\%$.

1.3. Scurt Istoric

- ✓ *H. Fontaine*, împreună cu *Gramme*, 1873, legătura între două dinamuri era făcută printr-un cablu telefonic lung de 1 km;
- ✓ 1879 *Thomas Alva Edison* realizează prima rețea de distribuție a energiei pentru iluminat, având 52 de consumatori;
- ✓ 1882 francezul *M. Deprez*, AEG, construiește o linie de transport în curent continuu la 2000 V între Misbach și Munchen (57 km);
- ✓ 25 august 1889 La Frankfurt pe Main s-au construit două stații coborâtoare (posturi de transformare) de 13800/112 V;
- ✓ 1920 s-a reușit creșterea nivelului de tensiune până la 150 kV ;
- ✓ 1924 la San Francisco și a doua în Europa în 1927, linii de 220 kV;
- ✓ 1936 s-a construit prima linie de 287 kV (Los Angeles - Boulder Dam);
- ✓ 1952 în Suedia se pune în funcțiune prima linie de 380 kV cu două conductoare pe fază (Harspranget - Hallsberg);

- ✓ 1956 s-a pus în funcțiune prima linie de 400 kV (Kuibâșev - Moscova), de 925 km, cu trei conductoare pe fază, cu condensatoare serie;
- ✓ 1965, Canada, 735 k V, în 1969 în SUA una de 765 kV;
- ✓ 1966 linia de 750 kV, între Konacovo și Moscova, în Europa;
- ✓ 1928 în Germania se construiește prima linie de 110 kV, cu trei cabluri monofazate cu ulei. Prin creșterea presiunii de ulei s-a reușit construcția de cabluri de c.a. de 500 kV sau chiar 765 kV.

România

- 1882 la București se realizează primele instalații demonstrative de iluminat electric;
- 1 noiembrie 1884 a fost pusă în funcțiune uzina electrică din Timișoara, prevăzută cu patru grupuri de câte 30 kW pentru iluminat;

- Prima centrală și rețea de distribuție în curent alternativ monofazat din țara noastră s-a construit la Caransebeș între 1888-1889, având frecvența 42 Hz și tensiunea 2000 V.
- 1897 s-a pus în funcțiune la Doftana prima instalație pentru alimentarea cu energie electrică a schelelor petroliere cu curent electric trifazat de 500 V
- 15 iulie 1906 s-a pus în funcțiune centrala hidroelectrică de la Someșul Rece, pentru alimentarea cu energie electrică a orașului Cluj, construită de firma Ganz din Budapesta (părțile mecanice și electrice), firma italiana Lenarduzzi Ioan (amenajarea hidroelectrică) și firma Nicholson (mașinile de abur și cazanele pentru rezerva termică). Este echipată (și în prezent este în funcțiune) cu două turbine Francis de 1200 CP, cuplate cu două generatoare electrice de 1200 kVA, 15 kV, 42 Hz și o mașină cu abur de 350 CP cuplată cu un generator electric de 300 kVA. În 1930 are loc modificare generatoarelor de la 42 Hz la 50 Hz, efectuată tot de compania Ganz din Budapesta.
- 1900 prima linie de 25 kV din țara noastră este linia trifazată Câmpina - Sinaia, de 31,5 km, cu conductoare din cupru de 35 mm², pe stâlpi metalici;

1915 a fost pusă în funcțiune linia trifazată de 55 kV Reșița-Anina de 25 km lungime, cu conductoare de cupru de 50 mm² și conductor de protecție din oțel, pe stâlpi metalici.

- 1924, s-a construit și linia trifazată de 60 kV Florești - Ploiești – București;
- 1930 prima linie aeriană de 110 kV din țara noastră, care lega hidrocentrala Dobrești, prin Târgoviște, cu Bucureștiul;
- 1950 prima linie în cablu subteran de 60 kV utilizată la traversarea Dunării între Giurgiu și Russe;
- 1961 se construiește prima linie de 220 kV pe traseul Bicz - Sângeorgiu – Luduș;
- 1963 s-a dat în folosință linia de 400 kV între centrala termoelectrică Luduș și stația Mukacevo din Ucraina, prin care sistemul electroenergetic al României este interconectat cu sistemele țărilor din estul Europei: URSS, Ungaria, Cehoslovacia etc.
- 1996 a intrat în funcțiune prima din cele cinci unități ale CNE Cernavodă (700 MW), echipat cu un reactor CANDU (unitatea nr. 2 în proporție de 70%, unitățile 3, 4 și 5 realizate în proporție de 15%).

1.4. Producerea Energiei Electrice

Energia electrică – ușor de transportat și ușor de utilizat.

Centralele electrice (CE) - instalații tehnologice, care utilizează diferite forme de energie primară, pentru producerea energiei electrice:

- **Centrale termice (CT)**, cu combustibili fosili (cărbune, petrol, gaze naturale). Din ele fac parte: **CTE** – Centralele Termoelectrice, **CTG** – Centrale cu Turbine cu Gaz, **CMD** – Centrale cu Motoare Diesel, **CET** – Centrale Electrice cu Termoficare sau Centrale Electrice cu Cogenerare, **CMHD** – Centrale cu generatoare Magneto-Hidro-Dinamice.
- **Centrale nucleare-electrice (CNE)**;
- **Centrale hidroelectrice (CHE)** -energiei hidraulică;
- **Centrale electrice eoliene (CEE)**;
- **Heliocentrale**, centrale funcționând pe baza energiei solare;
- **Centrale Geo Termo Electrice (CGTE)**.

1.4.1. Evoluția producției de energie electrică în România

Producția mondială de energie electrică a avut un mers ascendent, crescând de la 200 Mld. kWh în 1925 la 4908 Mld.kWh în 1970, 8247 Mld.kWh în 1980, 11555 Mld.kWh în 1992 și 13652 Mld.kWh în 1996 (1 Mld.kWh = 1 TWh).

Deoarece energia electrică nu se poate stoca decât în cantități infime, această energie se produce pe măsură ce se consumă, adică producția este egală cantitativ cu consumul de energie electrică.

Puterea instalată în Sistemul Electroenergetic al României a fost la 1.01.1998 de 18.65 GW, din care: 11.17 GW în CTE; 5.93 GW în CHE; 0.7 GW în CNE; 0.85 GW în centrale electrice cu cogenerare.

INDICATORI ENERGETICI

Producția și consumul de energie electrică în România

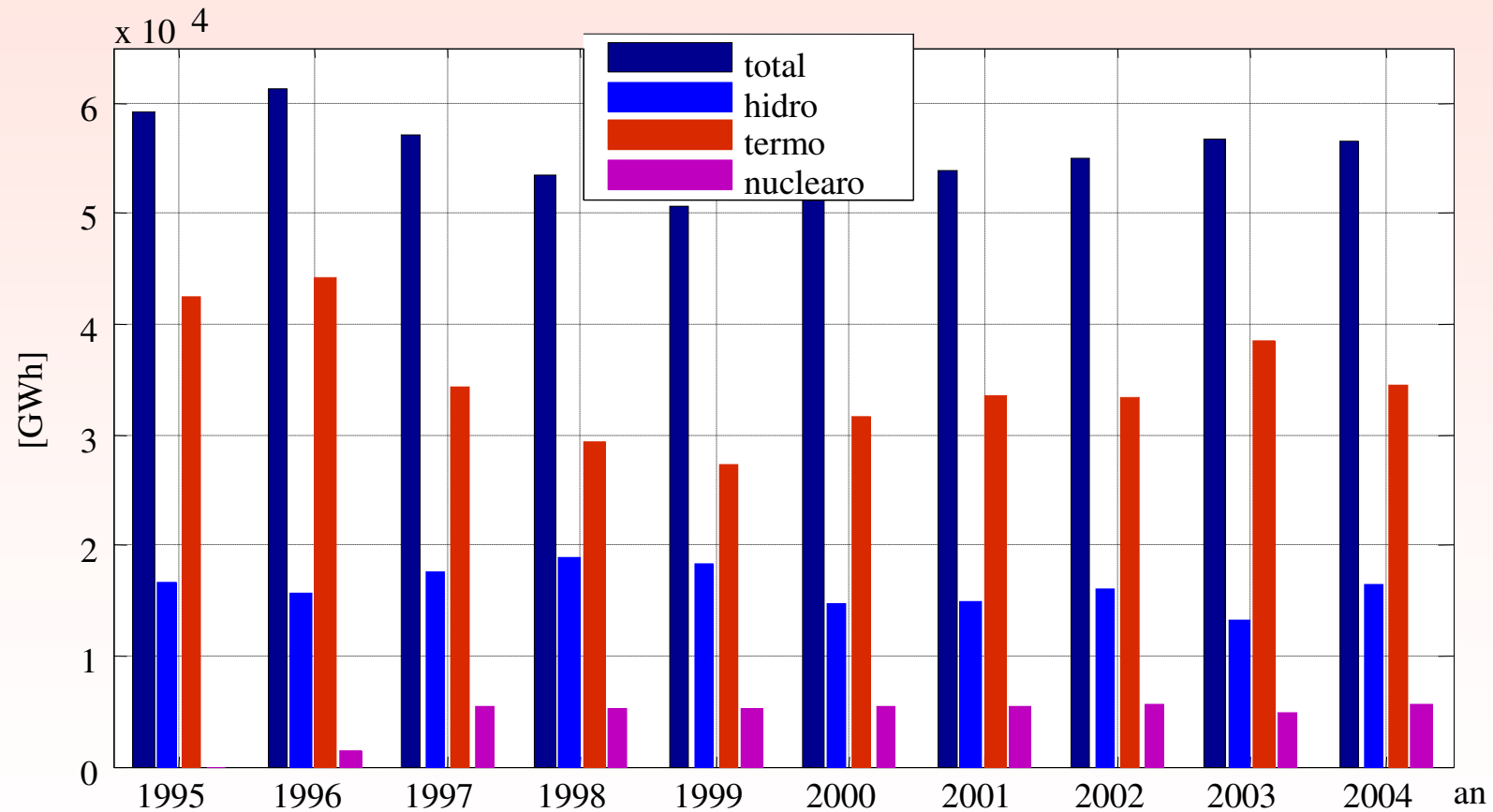


Fig.1.3. Evoluția producției de energie electrică (GWh)

Tabelul 1.1.Evoluția producției de energie electrică (GWh)

Ani	TOTAL	Energie hidroelectrică	Energie produsă în centrale termo-electrice clasice	Energie produsă în centrale nucleare-electrice
1995	59.267	16.694	42.573	-
1996	61.350	15.755	44.209	1.386
1997	57.148	17.509	34.239	5.400
1998	53.496	18.879	29.310	5.307
1999	50.713	18.290	27.225	5.198
2000	51.935	14.778	31.701	5.456
2001	53.866	14.923	33.497	5.446
2002	54.935	16.046	33.375	5.514
2003	56.645	13.259	38.480	4.906
2004	56.482	16.513	34.421	5.548

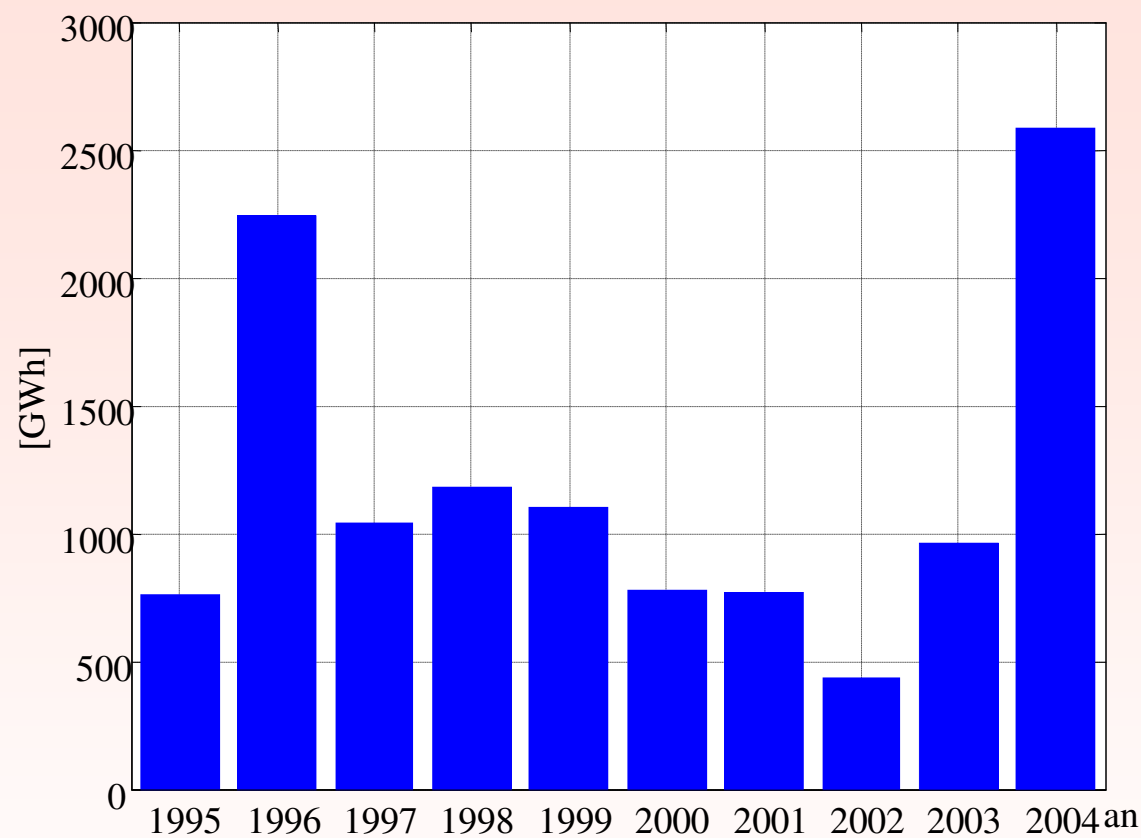


Fig.1.4. Evoluția importului de energie electrică (GWh)

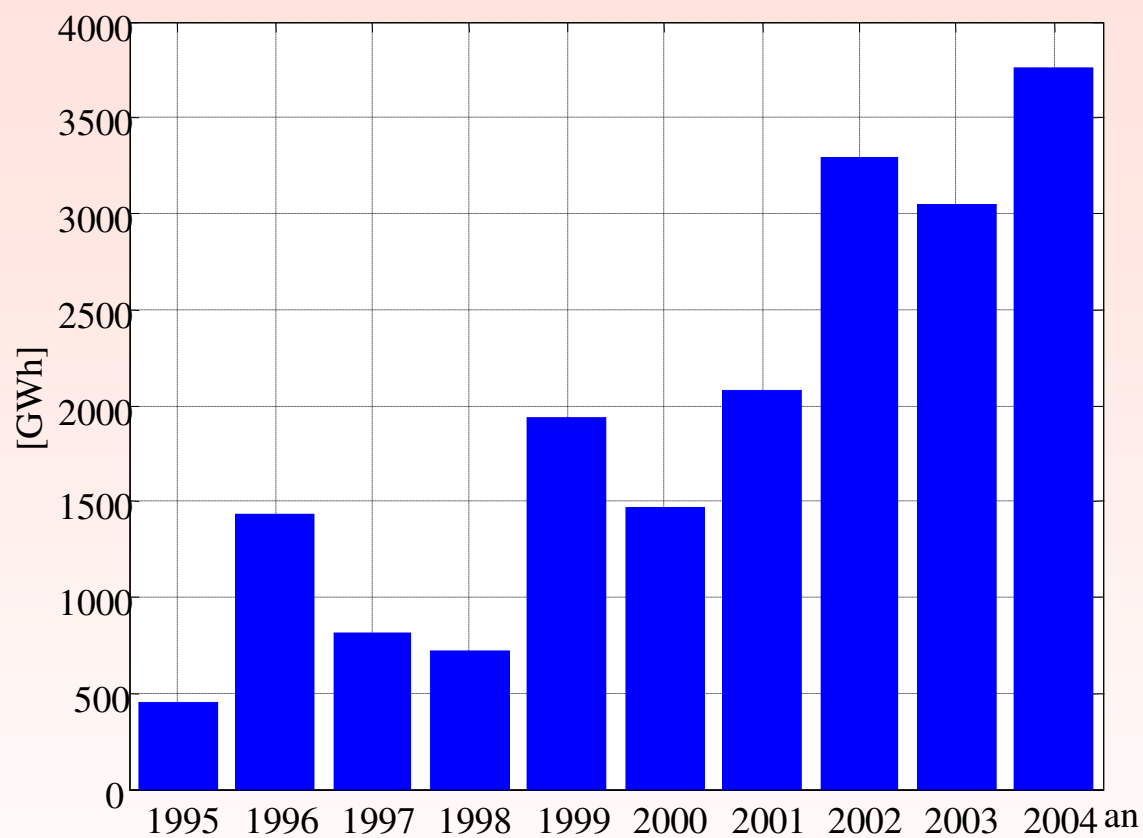


Fig.1.5. Evoluția exportului de energie electrică (GWh)

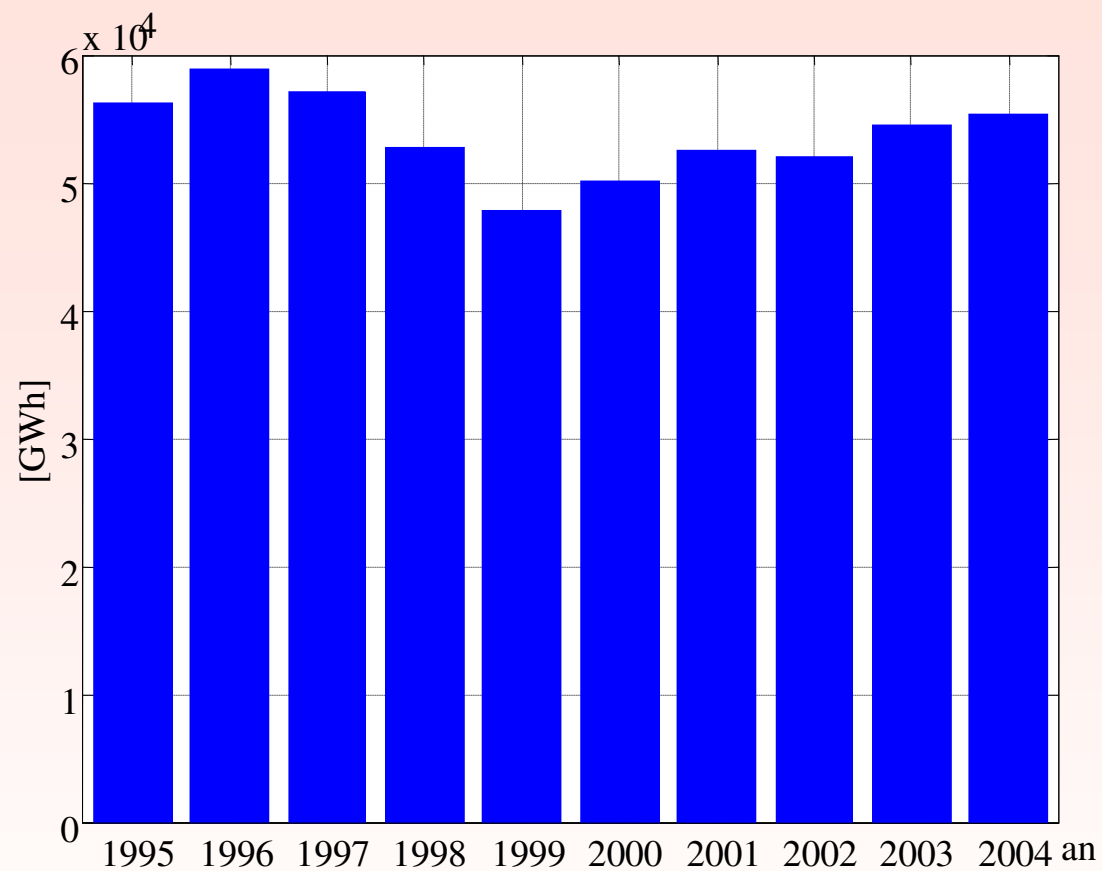


Fig.1.6. Evoluția consumului brut de energie electrică (GWh)

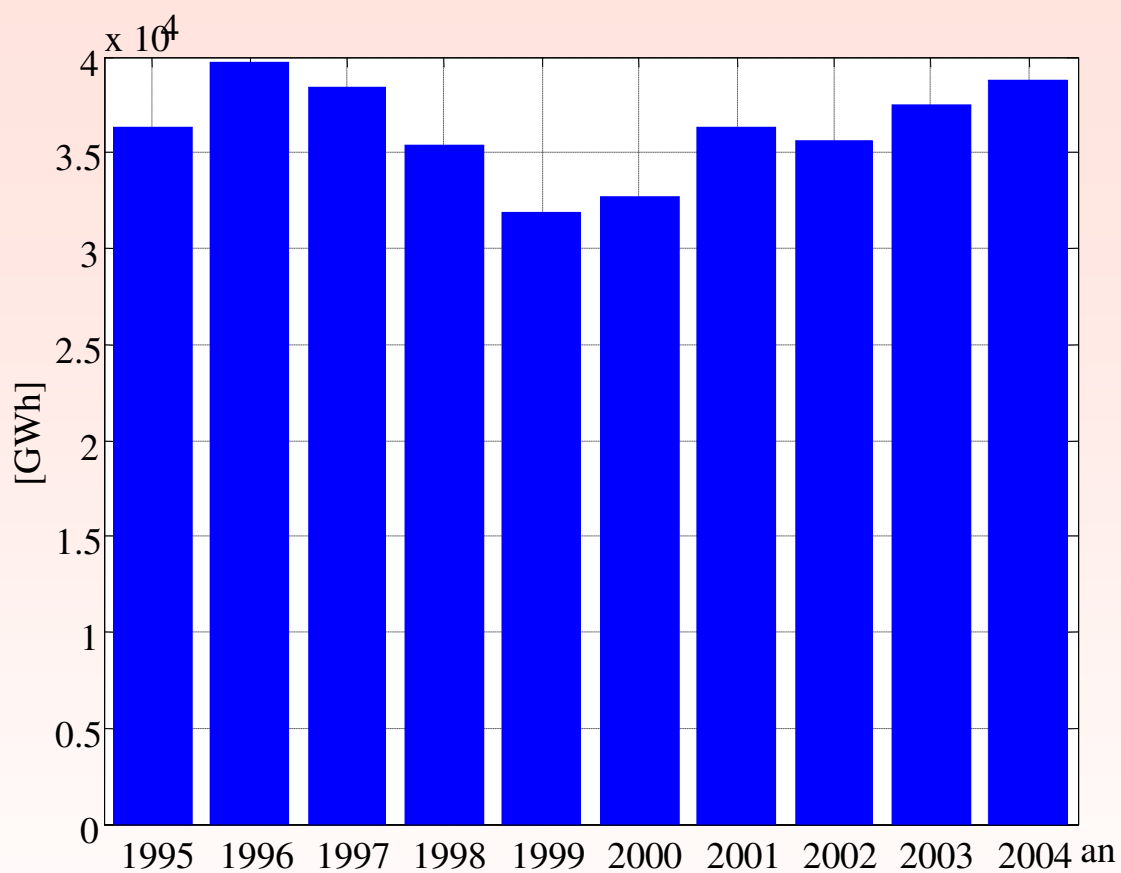


Fig.1.7.Evoluția consumului final de energie electrică (GWh)

Tabelul 1.2. Consumul final de energie electrică pe locuitor.

Comparații internaționale.(MWh/loc.)

Țări/Zone	2000	2001	2002	2003	2004
România	1,459	1,619	1,632	1,726	1,789
UE 25	5,437	5,585	5,587	5,702	5,777
UE 15	5,911	6,066	6,062	6,180	6,250
Franța	6,368	6,499	6,422	6,626	6,709
Germania	5,874	6,143	6,051	6,170	6,220
Italia	4,788	4,868	4,953	5,076	5,097
Belgia	7,573	7,614	7,609	7,694	7,753
Olanda	6,174	6,219	6,193	6,208	6,343
Luxemburg	13,170	12,822	12,780	13,412	14,113
Marea Britanie	5,606	5,644	5,629	5,677	5,696
Irlanda	5,347	5,462	5,598	5,683	5,717
Danemarca	6,090	6,086	6,055	6,010	6,109
Spania	4,706	4,965	5,042	5,280	5,447

Portugalia	3,763	3,894	4,015	4,147	4,265
Grecia	3,957	4,074	4,245	4,416	4,503
Austria	6,473	6,719	6,811	6,811	6,925
Suedia	14,526	14,936	14,735	14,478	14,524
Finlanda	14,589	14,918	15,338	15,530	15,926
Cipru	4,346	4,452	4,797	5,091	5,016
Lituania	1,758	1,838	1,924	2,062	2,211
Letonia	1,865	1,914	2,067	2,220	2,322
Estonia	3,619	3,752	3,870	4,108	4,364
Polonia	2,502	2,532	2,497	2,569	2,613
Cehia	4,801	4,954	4,976	5,134	5,269
Slovacia	4,078	4,361	4,223	4,272	4,466
Ungaria	2,880	2,994	3,094	3,096	3,144
Slovenia	5,295	5,499	5,908	6,039	6,303
Bulgaria	2,946	3,094	3,046	3,200	3,189

Tabelul 1.3. Structura consumului final de energie electrică

Ani	TOTAL	Industrie	Constructii	Transporturi	Casnic	Agricultura	Servicii
	GWh	%	%	%	%	%	%
1995	36.354	62,1	2,1	6,0	19,6	4,8	5,4
1996	39.727	60,1	1,6	5,9	20,4	3,4	8,6
1997	38.430	63,5	1,8	5,8	20,7	4,7	3,5
1998	35.384	62,9	1,2	5,6	22,4	3,7	4,2
1999	31.853	62,1	1,8	4,7	24,7	2,5	4,2
2000	32.735	58,4	2,3	5,7	23,4	1,9	8,3
2001	36.294	55,1	2,1	4,9	21,3	1,3	15,3
2002	35.569	61,0	2,9	5,5	21,8	1,2	7,6
2003	37.501	56,7	2,8	4,9	22,0	0,9	12,7
2004	38.774	57,1	1,8	4,2	20,7	7,0	9,2

1.4.2. Energia și mediul

- ◆ criza “**waldsterben**” (moartea pădurii), care a lovit Europa centrală și care este datorată termocentralelor pe cărbune;
- ◆ **explozia nucleară** de la Cernobîl din 1986 a trimis un nor radioactiv;
- ◆ **efectul de seră** - bioxidul de carbon și metanul absorb energie solară și se încălzesc. Vreme aberantă: inundații, furtuni, secete etc.

Hidrogenul – va evita emisiile de bioxid de carbon în atmosferă, deoarece prin arderea lui se produce apă, care este nepoluantă. Acest combustibil se pare că va domina secolul următor.

- se poate arde în cazane și motoare cu ardere internă fără modificări esențiale, puterea lui calorică fiind dublă față de cea a benzinei;
- se poate utiliza la producerea directă de electricitate în pile de combustie;
- poate fi folosit și ca materie primă pentru industria chimică, metalurgică și alimentară, deja în aceste industrii se folosește pe scară destul de largă;
- se poate înmagazina și sub formă solidă în hidruri metalice.

1.4.3. DESPRE POLITICA DE ENERGIE A UNIUNII EUROPENE

Piețele de energie și intervenția guvernamentală în trecut și în prezent

Monopolurile naturale, fie proprietate de stat, fie sub controlul acestuia, care funcționează într-o configurație tehnic centralizată, încep să se destrame și să se reorienteze spre clienți și competiție (costul incompetenței sau al unor judecăți greșite a fost întotdeauna plătit de consumatori, în dubla lor calitate de consumatori și plătitori de impozite).

Caracteristicile noului model de organizare a sectorului energetic:

- ✓ separarea activităților, pentru a permite concurența ori de câte ori este posibil (în locul integrării pe verticală);
- ✓ libertatea de a investi în activități concurențiale (în locul planificării centralizate);
- ✓ libertatea de a contracta la tarife competitive (în locul tarifului fixat);
- ✓ accesul la rețea și infrastructură;
- ✓ supravegherea sistemului de către regulatori independenți (în locul guvernului);
- ✓ adaptarea la tehnologia informației.

Tabel 1 .4. Balanța de energie electrică în Uniunea Europeană (Sursa: Eurostat)

An	1990	1995	2000
Producția de energie electrică (TWh)	2058,65	2327,23	2598,83
Nuclear	720,20	810,27	863,90
Apă și vânt	296,34	338,63	412,50
Centrale termice	1042,10	1178,33	1322,43

Energia verde

Dacă în anii '70 *energia verde* era considerată o utopie și tratată ca un vis al cercetătorilor, situația s-a schimbat de-a lungul anilor și viziunea unui “viitor solar” a devenit un subiect de dezbatere.

Sursele de energie noi și regenerabile (biomasa, energia solară, energia vântului, hidroenergia, pila fotovoltaică etc) au devenit deja, pentru țările industrializate, obiective naționale în structura producției lor de energie. Aceasta s-a întâmplat mai ales ca urmare a două evenimente. Primul a fost publicarea în 1972 a raportului “*The Limits to Growth*” a Clubului de la Roma, iar al doilea l-a reprezentat prima criză a petrolului și criza energetică din 1973/1974. Raportul prevedea încă de atunci o reducere dramatică a resurselor energetice clasice și o creștere rapidă a poluării mediului. Concurența celor două evenimente a adus în discuție chestiunea siguranței în alimentarea cu energie.

În acest context, energia regenerabilă a fost privită pentru prima oară ca o posibilă soluție alternativă la petrol. Când prețul petrolului a scăzut brusc în anii 80, viziunea “solară” și-a pierdut din nou atractivitatea. Și totuși, evoluțiile ulterioare au confirmat concluziile Clubului de la Roma, iar problemele de mediu au început să se discute la scară planetară, mai ales după Conferințele de la Rio (1992) și Kyoto (1997).

Grupul de lucru Hidrogen

Este o inițiativă de ultimă oră a Comisiei Europene, care va cerceta potențialul hidrogenului ca viitor înlocuitor al surselor de energie convenționale. Hidrogenul este văzut ca sursa de energie a Mileniului 3, ce poate fi folosit de la carburant pentru motoare, la sursă de energie în baterii până la combustibil pentru centrale electrice. Grupul va fi constituit din reprezentanți ai unor reputeate centre de cercetare, producători de componente și pile de combustie, companii de electricitate, producători de automobile și mașini de transport.

Pila de combustie combină hidrogenul cu oxigenul pentru a produce energie electrică, în urma procesului rezultând doar apă și energie termică.

*Comisia Europeană a mai lansat proiectul demonstrativ **CUTE** (Clean Urban Transport for Europe), prin care nouă orașe europene (Amsterdam, Barcelona, Hamburg, Londra, Luxembourg, Madrid, Porto, Stockholm și Stuttgart) vor introduce hidrogenul în sistemul de transport public. Alt program suport – **ECTOS** (Ecological City Transport System), a fost lansat în 2001.*

Protecția mediului și nevoia asigurării unei dezvoltări durabile (concept lansat la Rio), au fost argumentele reconsiderării energiilor noi și regenerabile pentru producția la scară industrială.

Uniunea Europeană s-a angajat prin Protocolul de la Kyoto să reducă emisiile gazelor cu efect de seră cu 8 % până în 2008-2012. Și totuși, în anii imediat următori semnării documentului, nimic semnificativ nu s-a întâmplat. Una din țările care și-a luat în serios angajamentele de la Kyoto a fost Germania, care mai mult decât alte țări membre, și-a impus

un obiectiv extrem de ambițios prin reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră cu 21 %. O asistență financiară masivă pentru cercetare-dezvoltare, însoțită de un set de măsuri fiscale, ajutoare și garanții de stat, împrumuturi pentru investiții, programe regionale și locale specifice, au reprezentat portofoliul oferit partizanilor energiei verzi în Germania. Au început să fie valorificate resurse energetice variate noi și regenerabile – hidro, energia vântului pe apă și pe uscat, pila fotovoltaică, biomasa, energia solară, geotermală și deșeurile urbane. Totuși, utilizarea energiilor verzi nu rezolvă ea singură problemele de mediu și în particular pe cele privind schimbările climatice.

Tabel 1.5. Producția de energie electrică din surse regenerabile în anul 2000 și țintele pentru 2010 (*procent din producția brută internă de energie*) - Sursa: Eurostat.

Țara	Hidro	Vânt	Biomasă	Geotermală	Total	Ținte pentru 2010*
Belgia	0,5 %	0	1,5%	0	1,6 %	6 %
Danemarca	0,1 %	12,3 %	4,8 %	0	17,2 %	29 %
Germania	4,1 %	1,6 %	1,1,%	0	6,8 %	12,5 %
Grecia	6,9 %	0,8 %	0	0	7,2 %	20,1 %
Spania	13,1 %	2,1 %	1,0 %	0	16,2 %	29,4 %
Franța	12,5 %	0	0,65%	0	13,1 %	21 %
Irlanda	3,5 %	1,0 %	0,4 %	0	4,95%	13,2 %
Italia	16 %	0,2 %	0,7 %	1,7 %	18,65%	25 %
Liechtenstein	10,2 %	2,3 %	4,8 %	0	17,3 %	5,7 %
Olanda	0,2 %	0,9 %	3,6 %	0	4,75%	9 %
Austria	67,3 %	0,1 %	2,6 %	0	70 %	78,1 %
Portugalia	25,9 %	0,4 %	3,5 %	0,2 %	30 %	39 %
Finlanda	20,9 %	0,1 %	12,2 %	0	33,3 %	31,5 %
Suedia	54,1 %	0,3 %	2,7 %	0	57,1 %	60 %
M. Britanie	1,4 %	0,3 %	1,2 %	0	2,8 %	10 %
UE	12,4 %	0,9 %	1,5 %	0,2 %	14,9 %	22 %

1.4. Clasificarea Rețelelor Electrice

Se disting două tipuri de rețele electrice :

1. rețelele electrice publice – cu rol de a pune energia electrică la dispoziția societății ;
2. rețelele electrice interne – aparține fiecărui client în parte și au rolul de transmite energia electrică de la « contor » la fiecare consumator electric în parte.

1.4.1. Clasificarea rețelelor electrice după destinație

● **Rețelele de transport** asigură transferul unor mari cantități de energie electrică de la surse la consumatori. Liniile de transport folosesc de regulă tensiuni de 110-750 kV. ***Liniile de repartiție (distribuție în înaltă tensiune – 50 – 300 kV)*** asigură legătură dintre liniile de transport și cele de distribuție.

În Europa transportul este asigurat majoritar de liniile de 400 kV și anumite legături la 225 kV. Rețeaua de 225 kV (220 kV în **România**) joacă un rol complex atât în transport cât și în repartiție. În completare există în general un nivel de tensiune intermediară pentru rețele de repartiție complex buclate – 63 kV, 90 kV și 150 kV în Franța; 150 kV în Belgia, Italia, Portugalia; 132 kV în Spania, 110 kV în Germania, Finlanda, **România** etc.

- **Rețelele de distribuție** distribuie energia din nodurile sistemului electroenergetic consumatorilor. Ele se caracterizează printr-o configurație mai complexă, mai multe trepte de tensiune și transferă cantități mai mici de energie electrică pe distanțe mai scurte. Ele cuprind linii electrice de joasă tensiune, de medie tensiune;

- **Rețelele de utilizare** pot fi: *casnice*, când alimentează receptori casnici de joasă tensiune și *industriale*, când alimentează direct receptoare de joasă și uneori medie tensiune, de puteri relativ mari. La noi în țară prin rețele industriale se înțeleg rețelele de toate tensiunile care servesc la alimentarea cu energie a consumatorilor industriali. În acest fel pot fi și de tensiuni mai mari (110 sau 220 kV).

1.4.2. Clasificarea rețelelor electrice după nivelul de tensiune

Tabelul 1.6. Tensiuni nominale în România.

Nivel de tensiune	Valori nominale	Unitate de măsură
Foarte joasă tensiune (FTJ) <50 V	12, 24, 36	V
Joasă tensiune (JT) 50...1000 V	220/127, 400/230 , 500, 660	V
Medie tensiune (MT) 1...50 kV	3, 5, 6, 10 , 15, 20 , 25, 35	kV
Înaltă tensiune (IT) 50...300 kV	60, 110 , 220	kV
Foarte înaltă tensiune (FIT) ≥300 kV	400 , 750	kV