



A XVI-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2016

„... imaginația mercantilă a unui constructor de mașini ...”
Din PROTESTUL „intelighenței” pariziene – „Le Temps”, 14 feb. 1887

INGINERUL ALEXANDRE GUSTAVE EIFFEL (1832 – 1923) Partea I-a

Augustin CREȚU, Rodica CREȚ, Dănuț MATEESCU

L'INGENIEUR ALEXANDRE GUSTAVE EIFFEL (1832-1923) Partie I

Cet article présente, synthétiquement, les principaux repères de la vie et l'activité de l'ingénieur français Alexandre Gustave Eiffel, réalisateur d'une série de structures métalliques audacieuses – ponts, viaducs, édifices – qui ont fait sa célébrité en France et dans le monde. Auteur d'une laborieuse activité scientifique expérimentale – étant considéré comme un des fondateurs de l'aérodynamique – et entrepreneuriale, A. G. Eiffel est aussi le constructeur de la Tour qui porte son nom – devenu le symbole représentatif de Paris. Cette Tour a joué un rôle essentiel pendant la première guerre mondiale, aux débuts de la télégraphie sans fil et, ensuite, de la télévision. Ses remarquables accomplissements, légués en héritage à l'humanité toute entière, sont dignes de notre profonde reconnaissance.

Mots-clés: structures métalliques, ponts, viaducs, édifices, aérodynamique, soufflerie, contraintes, flèche, hélice, projectiles, tour

Cuvinte cheie: structuri metalice, poduri, viaducte, clădiri, aerodinamica, restricții de tunel de vânt, săgeată, spirală, proiectile, turn

1. Începuturile [4, 6, 7, 8]

Alexandre Gustave Eiffel s-a născut în ziua de 15 decembrie 1832, la **Dijon**, într-o familie înstărită. Tatăl său, **Alexandre Eiffel – Bönickhausen** fusese ofițer în armata imperială (napoleoniană) iar din

1811 ajunge secretar al intendenței militare din Dijon, căsătorit, în 1824, cu **Catherine Moneuse** – o femeie de afaceri, îmbogățită din comerțul cu lemn și cu cărbune.

Unul din strămoșii săi, german din Renania, stabilit la Paris, la începutul secolului al XVIII – lea, constatând că francezii nu-i puteau pronunța corect numele real de familie Bönickhausen, cu o consonanță germană, inspirând dubii asupra naționalității sale franceze, cauzându-i „prejudicii” – și-a ales numele Eiffel (pornind de la locul nașterii sale, localitatea Marmagen din regiunea Eifel), consfințit printr-o decizie a Tribunalului primei instanțe din Dijon, din 16 decembrie 1880.

La vârsta de 11 ani, în 1843, Gustave Eiffel intră la Colegiul „Sainte Barbe”, înainte de a deveni admisibil la „*École Polytechnique*” și apoi, mai ales, în 1852, la „*École Centrale des Arts et Manufactures*”, din **Paris**. Urmându-și studiile tehnice superioare, Gustave Eiffel obține diploma de *inginer* în anul 1855. Un an mai târziu, în 1856, își stabilește rezidența în nord-vestul Parisului, la Clichy, în Hauts-de-Seine.

2. Tânărul inginer [2, 5, 6, 8]

Tânărul inginer **Gustave Eiffel** își începe activitatea la Pulberăria din Châtillon-sur-Seine, și și-o continuă la Compania Căilor Ferate din vest, unde – în 1856 – îl întâlnește pe **Charles Nepveu**, antreprenor specializat în construcții metalice, aflate, în acea epocă, într-un remarcabil avânt, datorită înaltei rezistențe, ușurinței în manipulare și avantajelor economice față de materialele tradiționale de construcții.

Revoluția industrială de la finele secolului al XVIII-lea și începutul secolului al XIX-lea a făcut ca *oțelul pudlat* (sudabil și ușor forjabil, rezistent la coroziune – obținut prin afânarea fontei, în cuptorul de pudlare) să fie preferat *fontei* în construcțiile de clădiri și poduri. Oțelul pudlat în platbenzi se obținea încă din secolul al XVIII-lea iar profile laminate – încă din 1820. Ca urmare, cu un astfel de material, în 1851, la **Londra** a fost edificat „*Palatul de Cristal*” de la Expoziția Universală iar la gara din **Liverpool** – cam în același timp – se ridică o fermă cu o deschidere de 47 m. În a doua jumătate a secolului al XIX-lea, noile procedee de fabricat oțelul: 1855 – *Bessemer*, 1863 – *Martin*, 1878 – *Thomas* au condus la obținerea de oțel de calitate mai bună și mai ieftin, înlocuind, îndată, oțelul pudlat.

Talentele sale de constructor încep a se afirma odată cu realizarea Pasarelei care-i poartă numele, la Bordeaux, în 1858, în colaborare cu **Paul Régnault**. Ca director al acestui șantier – la vârsta

de 26 de ani – **Gustave Eiffel** utilizează acolo o nouă metodă de săpare verticală a fundației coloanelor tubulare, fiind și autorul unui studiu privitor la această nouă tehnică, intitulat „*Le fonçage par pression hydraulique des piles*”. Succesele antreprizei industriale în care lucra, alături de Paul Régnault, sunt exprimate la începutul anilor 1860, prin realizarea conectării căilor ferate din sud cu cele din zona pariziană, la Orléans, precum și prin executarea Pasarelei Saint-Paul și a Observatorului Sainte-Cécile, în stațiunea balneară Arcachon, pe malul Oceanului Atlantic, la 60 kilometri sud-vest de Bordeaux.

La vârsta de 30 de ani, în 1862, **Gustave Eiffel** se căsătorește cu **Marguerite Gaudet** – care avea 18 ani – cu care va avea cinci copii (doi băieți și trei fete), născuți între 1863 și 1873. Soția sa a decedat la vârsta de 32 de ani, în 1877.

3. **Entreprise Eiffel** [4, 6, 8]

Stimulat de succesele obținute după un deceniu și jumătate de activitate, **Gustave Eiffel** se hotărăște să-și înființeze propria societate cumpărând, în 1866, Atelierele Michwell – *de construcții metalice* - din apropierea Parisului, la Champigny-de-Sec. Ca urmare, *Antrepriza Eiffel* câștigă mai multe comenzi – în Franța și în lume – de edificare a unor viaducte și structuri de construcții sau șarpante metalice. Succesele Societății Eiffel își au explicațiile, pe lângă talentul lui Gustave Eiffel de bun coordonator al lucrărilor, agerimii sale în a sesiza noutățile unui proiect și, mai ales, datorită capacității sale de a-și atrage colaboratori eminenți precum **Théophile Seyrig** – în 1868, **Émile Nouguier** – începând cu 1875 și **Maurice Koechlin** – începând cu 1879 [aflat la originea conceperii armăturii metalice a „*Statuii Libertății luminând lumea*”, avându-l ca autor pe sculptorul francez **Frédéric Auguste Bartholdi** (1834-1904) și inaugurată la New York, în 1886].

Sunt enumerate, în cele ce urmează, câteva din *structurile metalice* (din oțel moale, turnat sau laminat, elastic și mai ușor decât fonta) a căror realizare îi este atribuită lui Gustave Eiffel sau Societății sale.

Poduri:

- feroviar de la Capdenac – Gare (lângă Figeac), construit în 1860-1861, aflat și azi în serviciu;
- feroviar din Frynaudour, pe Leff, pe Coasta Bretonă;
- rutier (cu grinzi cu zăbrele) de la Cubzac, pe Dordogne (în Gironde), în 1879;
- „Gustave Eiffel” de la Toulon;

- rotitor „Colbert”, la Dieppe, în Sena-Maritimă, în 1888;
- de acces la Stânca Fecioarei de la Biarritz (situat cu câțiva metri deasupra Atlanticului);
- pasarela pietonală, făcând parte din aqueductul de la Avre (pe Sena), între Bois de Boulogne la Paris și Saint – Cloud;
- feroviar, pe Vecchio à Venaco (Haute - Corse), între 1890 și 1894;
- de la Cuenca și cel de la Gerona (Catalonia), peste râul Ter, din Spania;
- feroviar, pe râul Birs, lângă Münchenstein, în Elveția;
- „Maria Pia”, peste râul Douro, la Porto – în Portugalia, în 1877. Proiectul său s-a remarcat prin îndrăzneala soluției (sprijin pe un arc metalic, boltit), simplitate și preț scăzut, ducându-l la câștigarea concursului internațional (în mai, 1875), în fața unor grupări metalurgice însemnate din Franța și din Anglia – ceea ce i-a crescut, definitiv, reputația în lume;
- feroviar, peste Rio Lima, la Viana do Castelo – în nord-vestul Portugaliei (cu dublu tablier, având o lungime de 562 metri), în 1878;
- „Paul Doumer” (actualmente „Long Bien”), la Hanoi, în Vietnam;
- „Georges Clemenceau” (azi, „Trang Tien”), care unește malurile „Râului Parfumurilor”, la Huê – vechea capitală imperială – în Vietnam;
- peste Escaut, la Tamise, în Belgia;
- Skenderija, pe Miljacka, la Sarajevo, în Bosnia-Herzegovina, în 1893;
- feroviar, de la El Ourit, la Tlemcen, în Algeria etc.

Viaducte:

- de la Neuvial și de la Rouzat, pentru linia de cale ferată Commeny – Gannat, în 1869 – creând picioare de rezistență arcuite de felul celor ale viitorului Turn Eiffel;
- de la Soulevre, în Calvados;
- pe linia de cale ferată Paris – Mantes, la Conflans, pe râul Oise: partea de „grindă cheson” (casetă), în 1892 (a fost dinamitat de francezi, în 1940, reconstruit – provizoriu - de ocupanții germani, în 1941-1942, bombardat și rupt în două, în mai 1944, de către celebrul aviator – erou francez **Pierre Clostermann**. Reconstruit, în 1947, de către SNCF);

- din Thouars, peste râul Thouet;
- Garabit, cu o lungime totală de 488 m, situat pe linia ferată Marvejols – Neussargues, lângă Ruynes, pe valea râului Truyère din Masivul Central, în departamentul Cantal (din sudul regiunii Auvergne), din 1884. Anteproiectul lucrării îi aparținea, de fapt, lui **Léon Boyer**. Arcul susținător al tablierului podului - înălțat la 122 metri, cu o deschidere de 165 metri, constituind un record în domeniu – i-a asigurat realizatorului un imens renume. Acest viaduct era reprodus pe ultima bancnotă de 200 de franci, consacrată lui Gustave Eiffel, înaintea trecerii la euro, etc.

Edificii:

- galeria mașinilor pentru Expoziția Universală de la Paris, în 1867;
- oțetăriile „Dessault”, la Orléans;
- bolta Observatorului Astronomic de pe muntele Gros, la Nisa;
- atelierele „Berthier” la Paris – în colaborare cu Charles Garnier – arhitectul Operei din Paris;
- șarpantele metalice și verierele (structura vitraliilor) sediului central al băncii „Creditul Lyonez”, la Paris;
- șarpanta liceului „Lazare Carnot” la Paris;
- șarpanta Poștei Centrale din Saïgon (azi, orașul Ho-și-Min) din Vietnam;
- gara Nyugati(de vest), din Budapesta, 1875, Ungaria;
- autogara din La Paz – capitala Boliviei;
- biserica din Santa Barbara, Santa Rosalia, din Mexic, etc.

Toate aceste realizări i-au creat lui **Gustave Eiffel** și Societății sale un binemeritat prestigiu în lumea edificatorilor de structuri metalice din Franța și din afara acesteia.

4. Turnul [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8]

După înfrângerea de la Sedan (din 1-2 septembrie 1870, când generalul francez **Emmanuel Félix baron de Wimpffen** a negociat, la castelul Bellevue, cu prusacii, capitularea unei armate de 83000 de oameni – incluzându-l pe **împăratul Napoleon al III-lea** și 40 de generali – deveniți prizonieri de război) și pierderea **Alsaciei** și a **Lorrenei**, Franța republicană aflată într-o renaștere fragilă avea nevoie, pentru a marca *Centenarul Revoluției de la 1789*, de o realizare remarcabilă. Încă din anul 1878, guvernul republicanului – de stânga –

Jules Ferry (1832 – 1893) intenționa organizarea, la Paris, a unei mari Expoziții Universale, a cărei inaugurare a fost fixată pentru 5 mai 1889.

Odată proiectul expoziției definitiv adoptat, în 1883, în mai 1884, **Gustave Eiffel** își anunță colegii, din cadrul *Entreprise Eiffel*, că guvernul se află în căutarea unui monument care să uimească lumea și care să marcheze Centenarul Revoluției Franceze. Ideea realizării unui turn monumental „...mai înalt de o mie de picioare” (un picior = 0,3048 m) preocupa spiritul arhitecților din întreaga lume dar dificultățile tehnice de construcție a unui astfel de obelisc din zidărie păreau de neînvins, la acea vreme.

Doi ingineri ai *Entreprise Eiffel* – directorul de studii **Émile Nouguier** și **Maurice Koechlin** – inspirați de Galleria Vittorio Emanuele II din Milano îi prezintă, în 6 iunie 1884, lui Gustave Eiffel schița unui „pilon metalic de 300 de metri înălțime”, care nu-l încântă, însă, pe antreprenor. Dar, îmbogățită după colaborarea cu arhitectul **Stephen Sauvestre** – care-i adaugă o serie de arce decorative la bază și un pavilion din sticlă la primul nivel – versiunea îmbunătățită a turnului proiectat câștigă încuviințarea antreprenorului.

Sub numele companiei, proiectul turnului este prezentat la *Expoziția Artelor Decorative* din toamna anului 1884 iar în primăvara anului următor Eiffel îl prezintă și *Societății Inginerilor Civili*, ca „*simbol al artei ingineriei moderne ...*”. Antreprenorul se străduiește să-și prezinte proiectul ca fiind credibil atât în ochii edililor cât și a opiniei publice, făcându-i reclamă în presă și în relațiile cu guvernarea.

După ce liberalul **Jules Grévy** (1807-1891) îl înlocuise pe mareșalul **Edme Patrice Maurice conte de Mac-Mahon** (1808-1893) la Președinția republicii, fiind reales în 1885, **Édouard Lockroy** devine ministru al Industriei și al Comerțului, iar, ulterior, și *Comisar General al Expoziției* din 1889. Acesta era convins de superioritatea proiectului Eiffel, câștigător al concursului – din 1 mai 1886 – la care se prezentaseră și alți competitori.

Ca urmare, la 8 ianuarie 1877, inginerul **Gustave Eiffel** semnează o convenție cu guvernul în care se precizează amplasamentul turnului, pe malul stâng al Senei, în axa podului Jena – în centrul capitalei – precum și modul de finanțare: el avansează 80 % din costul lucrărilor, estimat la 8,5 milioane franci - aur, iar autoritățile îi acordă o concesiune asupra turnului pe o perioadă de 20 de ani, începând cu 1 ianuarie 1890, după care turnul va deveni proprietate a municipalității pariziene, urmând a fi demolat.

În ziua de 28 ianuarie 1887 șantierul a fost deschis iar lucrările au început prin asanarea terenului din vechiul câmp de manevre

Champ-de-Mars și săparea gropilor pentru fundarea pilierilor, montându-se patru cricuri hidraulice, inventându-se noi soluții în fiecare etapă a construcției. Toate componentele sunt proiectate și pregătite la uzina din apropierea Parisului, de la Levallois-Perret, și, apoi, transferate și asamblate la fața locului, sub privirile parizienilor, zăpăciți sau ... entuziasmați. Antreprenorul urmărește, zi și noapte, avansarea lucrărilor în „*incredibilul ritm*” de 12 metri, în înălțime, pe lună!

* * *

Încă de la început, proiectul turnului a suscitat *ostilități înflăcărâte* din partea a numeroase personalități din lumea artelor și literelor „... scriitori, pictori, sculptori, arhitecți, pasionați de frumusețea, până acum, intactă a Parisului ...”. Protestul – publicat în „*Le Temps*”, în 14 februarie 1887 – adresat directorului Lucrărilor Expoziției Universale, **Charles Alphand** îi are printre semnatari pe: compozitorii **Charles Gounot** (1818-1893) și **Jules Massenet** (1842-1912), arhitectul Operei din Paris – **Charles Garnier** (1825-1898), scriitorii **Alexandre Dumas – fiul** (1824-1895) autorul „*Damei cu camelii*”, **Georges Charles Huysmans** (zis **Joris Karl**) – (1848-1907), **Guy de Maupassant** (1850-1893), poezii **François Coppé** (1842-1908), **Charles Marie Leconte de Lisle** (1818-1894), **René François Armand Prudhomme** (zis **Sully**) – (1839-1907) premiul Nobel pentru literatură în anul 1901, etc. Protestatarii se pronunțau contra ridicării „*inutilului și monstruosului Turn Eiffel*”, împotriva asocierii urbei Parisului „... cu imaginația mercantilă a unui ... constructor de mașini, pentru a se dezona ...”.

Protestul menționat trebuie înțeles și prin invidia stârnită în rândul unor faimoși arhitecți ai vremii, care nu primiseră comenzi importante, din partea statului, pentru realizarea Expoziției Universale din 1889. Aceștia, neputând să-l atace pe **Ferdinand Dutert** – arhitectul Galeriei Mașinilor – cu o suprafață de 5 ha, cu ferma având deschiderea de 110 m și înălțimea de 47 m de la teren – care primise și marele premiu în 1869 – s-au legat de punctul cheie al Expoziției – turnul metalic, înalt de 300 de metri. Până la urmă, era și o revoltă a arhitecților împotriva unui ... inginer, care le ... călcăse teritoriul!

„*Nu ne luăm noi după marile personalități!*” le-ar fi zis, atunci, colaboratorilor săi, Eiffel.

Răspunsul dat de Gustave Eiffel criticilor turnului său – apărut în același „*Le Temps*” – afirmă, printre altele: „Eu cred că Turnul meu va fi frumos. Pentru că noi suntem ingineri, credeți că frumusețea nu ne preocupă și că făcând lucruri solide și durabile nu ne străduim să le facem și elegante? ... Turnul meu va fi cel mai înalt edificiu construit vreodată de om. Nu va fi el, din acest motiv, grandios în felul său? Și

de ce ceea ce este admirabil în Egipt va deveni hidos și ridicol la Paris”?

Comisarul general al Expoziției, **Edouard Lockroy** îl roagă pe **Charles Alphard**, directorul lucrărilor, să „primească protestul și să-l păstreze. El trebuie să figureze în vitrinele Expoziției. O așa frumoasă și nobilă proză, semnată de nume cunoscute în întreaga lume, nu va avea cum să nu atragă mulțimea – și poate chiar să o ... uimească”!

* * *

Sunt demne de menționat aici și *contribuțiile românești* la realizarea Turnului Eiffel. Astfel, laminatele din oțel intrate în structura turnului sunt fabricate în țara noastră, la Gavojdia și Reșița.

Într-un studiu intitulat „*Communication sur le travaux de la tour de 300 m*”- identificat de profesorul **Eugen Stănescu** de la Muzeul Județean de Istorie și Arheologie din Ploiești – inginerul **Alexandre Gustave Eiffel** afirmă că turnul care-i poartă numele nu s-ar fi putut construi fără a folosi tehnica inovatoare utilizată de inginerul român **Gheorghe Panculescu** la construcția tronsonului de cale ferată București-Predeal.

Absolvent al cursurilor Politehnicii din Zürich, inginerul **Gheorghe Panculescu** ajunge să lucreze la recomandarea marelui poet diplomat **Vasile Alecsandri** (ambasador al României la Paris, între 1885 și 1890) – în cadrul *Entreprise Eiffel*.

Revenit în țară, în 1878, și angrenat în construirea căii ferate București-Predeal, inginerul român inventează un sistem de „*prefabricare*”, îmbinând tronsoane de șine cu traverse în afara spațiului căii ferate, reușind să scurteze termenul de predare a lucrării concesionate la un an, în loc de aproape cinci!

Curios să vadă la fața locului modul de lucru elaborat de G. Panculescu – care avea să devină Inspector general al Căilor Ferate Române – A.G. Eiffel se deplasează la Vălenii de Munte, fiind găzduit în casa unde se află acum muzeul „Nicolae Iorga”.

Impresionat de tehnica de îmbinare folosită de gazda sa, G. Eiffel i-a vorbit acesteia despre intenția ridicării turnului său la intrarea în Expoziția Universală, de la Paris, din 1889, folosind subansamble metalice, confecționate la sol și asamblate, apoi, pe măsura înălțării edificiului.

* * *

Lucrările care au debutat în Champ-de-Mars – astăzi un încântător parc – la 28 ianuarie 1887, supravegheate de antreprenor, avansează conform prevederilor astfel că la 14 iulie 1888 era terminat

cel de-al doilea etaj iar la 31 martie 1889 și cel de-al treilea nivel era gata (după 26 de luni de lucru), fără a se înregistra morți sau răniți grav, din rândul celor cca 300 de angajați! **Gustave Eiffel** a celebrat inaugurarea turnului urcând (în, aproximativ, o oră) – împreună cu invitații săi (printre care **Émile Chautemps** – președintele Consiliului Municipal și ziaristi de la „*Le Figaro*” și „*Le monde Illustré*”) – cele 1710 trepte până în vârf (ascensoarele oblice rapide nu erau, încă, în funcțiune), unde a plantat steagul Franței. Fuseseră îmbinate *18038* *piese metalice (cu 2,5 milioane de nituri), cântărind peste 7300 tone!*

Pe suprafața de bază a Turnului de 1,6 hectare, structura sa reprezenta o extindere a utilizării *stâlpilor metalici cu zăbrele și a arcelor cu deschideri mari* – folosite, deja, la construcția viaductului Garabit, între 1880 și 1885, în Franța și a podului „Pia Maria”, peste râul Douro, la Porto, în Portugalia, în 1877.

Greutatea celor peste 7000 tone de oțel a întregii construcții – repartizată în 16 stâlpi (câte 4 pentru fiecare picior al Turnului – dotați cu structuri hidraulice), arcade, antretoaze și cele trei platforme – induce la contactul cu solul, a piciorului, o tensiune care nu depășește 0,4 [N/mm²] iar sub acțiunea presiunii vântului, vârful turnului, înalt de mai bine de 300 m, putea avea o *săgeată* (deplasare orizontală) de cel mult 120 [mm]!

Pentru marele public, accesul a fost deschis pe 15 mai 1889, la nouă zile după debutul oficial al Expoziției Universale. Biletele de acces în turn costau 2 franci pentru urcarea la primul etaj (la 57 m), 3 franci - pentru al doilea nivel (la 115 m) și 5 franci pentru a ajunge până la ultima platformă, la înălțimea de 274 m. Duminica, tarifele erau reduse la jumătate. Până la închiderea Expoziției Universale – la 6 noiembrie 1889 – Turnul fusese vizitat de 1900000 de oameni entuziasmați de perspectiva deschisă precum și de „ascensoarele ultra rapide”- aducând un câștig de 6500000 de franci (din care ar trebui scăzut, circa 1000000 de franci – costul exploatării).

Dacă ținem cont că prețul efectiv al construcției a fost de 7400000 de franci și de subvenția de 1500000 de franci, donați de guvern, afacerea era – aproape – echilibrată !

Cum **Gustave Eiffel** respectase întocmai clauzele contractuale, rezultând o structură magnifică, i se atribuie *Legiunea de Onoare* – distincție rară în acea epocă – iar 1889 poate fi considerat ca

fiind anul triumfului și apogeul dublei sale cariere: *de inginer și de antreprenor*.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Burton, Rosemary, Cavendish, R., *Cele 100 de minuni ale lumii*. Güterslah, UCR, Tipografia Mohndruck, 2001.
- [2] Constantinescu, D-T., *Construcții monumentale*. București, Editura Științifică și Enciclopedică, 1989.
- [3] Popescu, V., *Construcții metalice*, București, Editura Tehnică, 1975.
- [4] Țone, Florentina, *De la „inutilul și monstruosul Turn Eiffel” la cel mai cunoscut simbol al Franței*. În revista „Historia”, an XIV, nr. 146, martie, 2014, București.
- [5] *** *Dictionaire encyclopédique Larousse*. Paris, Librairie Larousse, 1979.
- [6] *** Internet, 2016.
- [7] * * * *Mic dicționar enciclopedic*. București, Editura enciclopedică română, 1972.
- [8] *** Wikipedia – *Gustave Eiffel*, 2016.

Prof. em. Dr. Ing. Augustin CREȚU
Departamentul de Inginerie Mecanică – Rezistența Materialelor,
Facultatea de Mecanică, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
membru AGIR
e-mail: acretu@rezi.utcluj.ro
Conf. Dr. Ing. Rodica CREȚU
Facultatea de Inginerie Electrică, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
membru AGIR
Ing. Dănuț Mateescu
profesor, Colegiul Național „Spiru Haret”, Târgoviște