



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale
2014-2020

CAD, ANSYS folosind GPU



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA



Adrian Sabou¹, Adrian Bojiță²
Departamentul Calculatoare¹,
Departamentul Electrotehnică și măsurări²
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
*adrian.sabou@cs.utcluj.ro*¹,
*adrian.bojita@ethm.utcluj.ro*²

Proiectul CLOUDUT



- **Titlu:** Cloud Cercetare UTCN – CLOUDUT
[\(<http://cloudut.utcluj.ro>\)](http://cloudut.utcluj.ro)
- **MySMIS ID:** 124493
- **Contract nr:** 235/ 21.04.2020
- **Tip Proiect:** Program Operațional Competitivitate 2014-2020 (POC)
- **Axa prioritara 1:** Cercetare, dezvoltare tehnologică și inovare (CDI) în sprijinul competitivității economice și dezvoltării afacerilor
- **Acțiunea 1.1.2:** Dezvoltarea unor rețele de centre CD, coordonate la nivel național și racordate la rețele europene și internaționale de profil și asigurarea accesului cercetătorilor la publicații științifice și baze de date europene și internaționale
- **Finanțare:** Fonduri Europene pentru Dezvoltare Regională, Valoarea totală: 4.955.000 RON, din care 4.950.000 RON din fonduri Europene.



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

Introducere

- Simulări în inginerie
 - Computational Fluid Dynamics (CFD)
 - Finite Element Analysis (FEA)
 - Computational Electromagnetics (CEM)
- Nevoie de resurse de calcul
 - Flexibilitate
 - Scalabilitate
 - Accelerare calcule
 - Accelerare trasare grafică
- Soluția - rularea simulărilor în Cloud

Infrastructura Cloud

20 x 16 core CPU, 2GHz, suport pentru virtualizare VMWare și hyperthreading

- 2 servere GPU. Fiecare server este echipat cu 2 x 20 core CPU, 512GB RAM, 1TB stocare, 2 x GPU cu 5120 nuclee CUDA, 32 GB, suport pentru virtualizare
- 16GB RAM per nucleu CPU, capacitate de stocare 70TB, RAID 5
- Conectivitate internă și externă de 25Gbps

Infrastructura Cloud

- 2 x Dell Poweredge R740
 - (fiecare cu) 2 x NVIDIA V100 GPU, 32 GB



Dell Poweredge R740 [4]

Optimizat pentru
accelerarea calculului

Optimizat pentru
GPGPU



NVIDIA V100 (PCIe) [1]

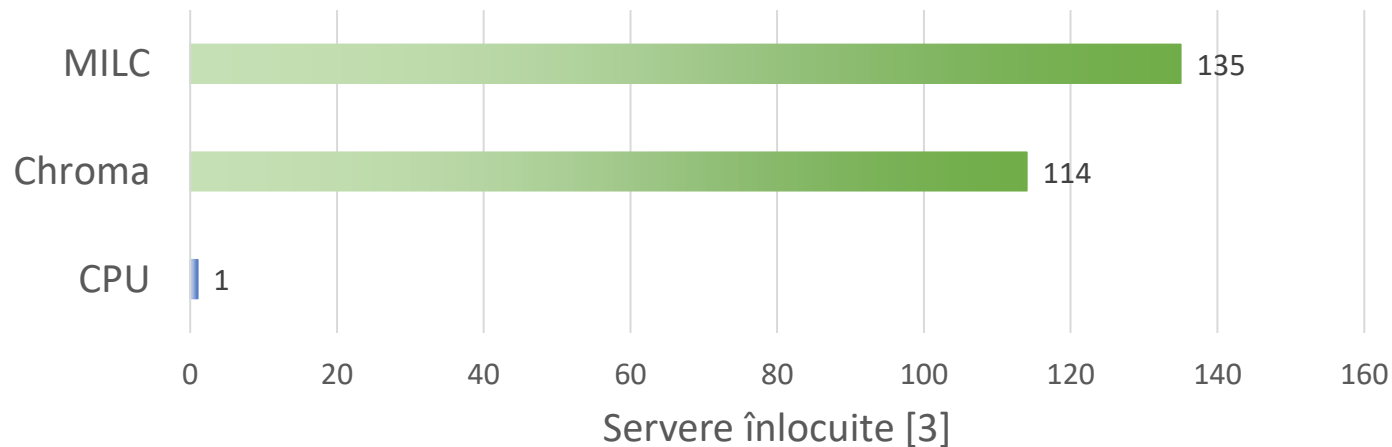
NVIDIA V100 – Specificații

Specificație	V100 PCIe	V100 SXM2	V100S PCIe
Arhitectura GPU	NVIDIA Volta		
Nuclee Tensor	640		
Nuclee CUDA	5120		
Performanțe în precizie dublă	7 TFLOPS	7.8 TFLOPS	8.2 TFLOPS
Performanțe în precizie simplă	14 TFLOPS	17.7 TFLOPS	16.4 TFLOPS
Performanțe Tensor	112 TFLOPS	125 TFLOPS	130 TFLOPS
Memorie GPU	32 GB / 16 GB HBM2		32 GB HBM2
Lățime de bandă memorie	900 GB/sec		1134 GB/sec
API-uri de calcul	CUDA, DirectCompute, OpenCL, OpenACC		

Specificații NVIDIA V100 [2]

NVIDIA V100 – Exemplu Accelerare

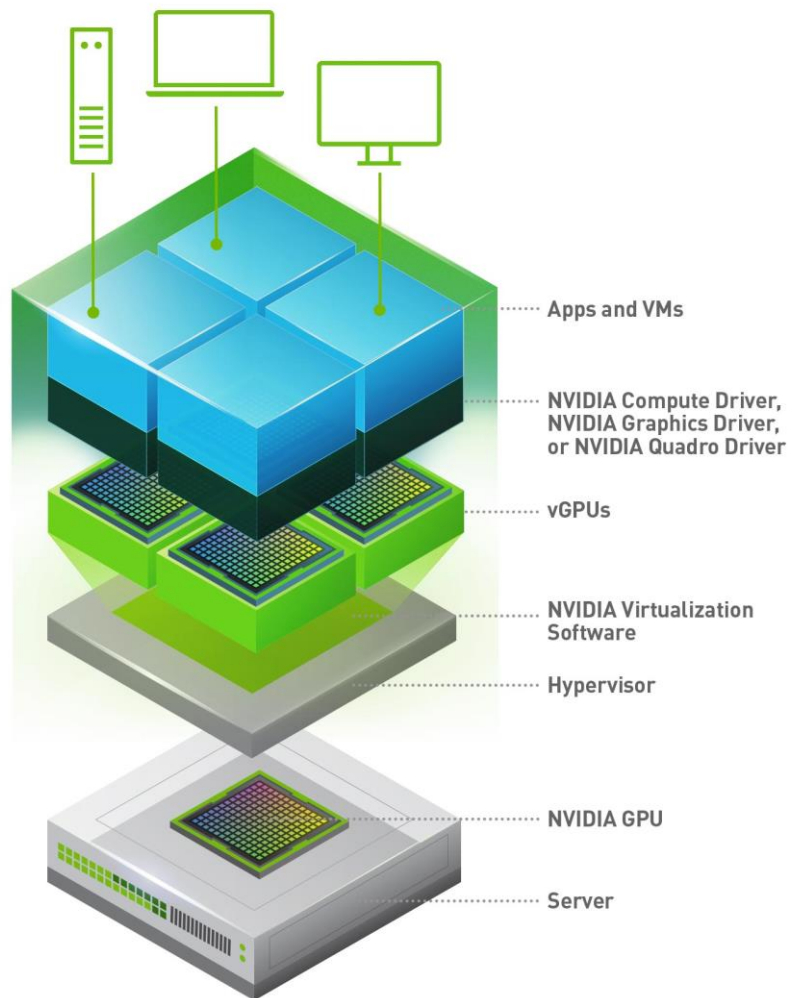
HPC: Un server V100 înlocuiește până la 135 de servere doar cu CPU-uri



16x V100-SXM2-32GB in NVIDIA HGX-2™ | Application (dataset): MILC (APEX Medium) and Chroma (szscl21_24_128) | CPU server: dual-socket Intel Xeon Platinum 8280 (Cascade Lake) [2]

Detalii suplimentare despre performanțe în HPC -
<https://developer.nvidia.com/hpc-application-performance>

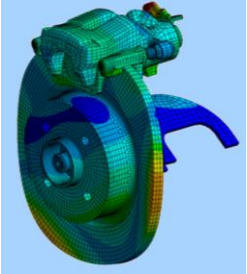
NVIDIA V100 – Virtualizare



Stiva NVIDIA de virtualizare GPU [3]

- Virtualizare GPU
- Soluții software NVIDIA Virtual GPU
 - NVIDIA GRID (Virtual PC (GRID vPC) și Virtual Apps (GRID vApps)) (VDI)
 - NVIDIA Quadro Virtual Workstation (Procesare Grafică)
 - NVIDIA Virtual Compute Server (Virtualizare pentru sarcini complexe de calcul)

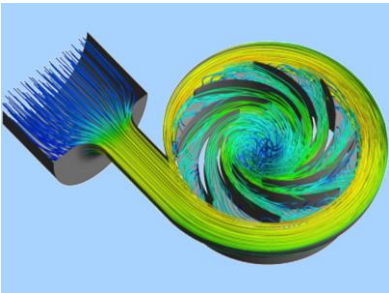
Ansys



Structural Mechanics - Suita de aplicații de analiză structurală Ansys, rezolvă cu ușurință probleme complexe de analiză liniară și neliniară statică și dinamică.

Ansys® Mechanical Pro: Analiză structurală cu Ansys Mechanical Pro oferă posibilitatea efectuării analizelor, rapide și precise, în domeniul structural, termic, analize modale și de oboseală.

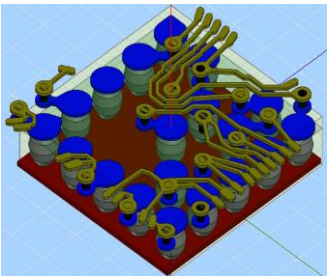
Ansys® LS-DYNA: Ansys LS-DYNA combină capacitățile matematice de analiză structurală atât în domeniul liniar cât și neliniar, cu facilități complete de 'pre' și 'post' procesare.



Fluid Dynamics (CFD)- Software-ul de simulare Ansys pentru calculul dinamicii fluidelor (CFD) vă permite să determinați, cu încredere, impactul curgerii fluidului asupra unui produs - în faza de proiectare cât și în cea de fabricație, precum și în timpul utilizării acestuia

Ansys Fluent: Oferă o gamă completă de modele fizice ce pot fi utilizate pentru un spectru larg de aplicații, din diverse industrii.

Ansys TurboGrid: Ansys Turbogrid este un instrument special creat pentru inginerii proiectanți și analiști ce lucrează în domeniul mașinilor rotative.



Electromagnetics: Ansys oferă cele mai performante instrumente de analiză în domeniul electromagnetic, utilizate cu precădere pentru mașini și echipamente electrice, circuite și echipamente electronice de înaltă performanță, precum și pentru o mare varietate de dispozitive electromecanice.

Frecvență joasă (LF): **Ansys® Maxwell Ansys® Simplorer Ansys® Pexprt Ansys® Optimetrics**

Frecvență înaltă (HF): **Ansys HFSS Ansys Siwave Ansys Q3D Extractor Ansys DesignerRF**

Exemplu - Ansys SIWave analiză DC/IR drop

Intel Galileo PCB design



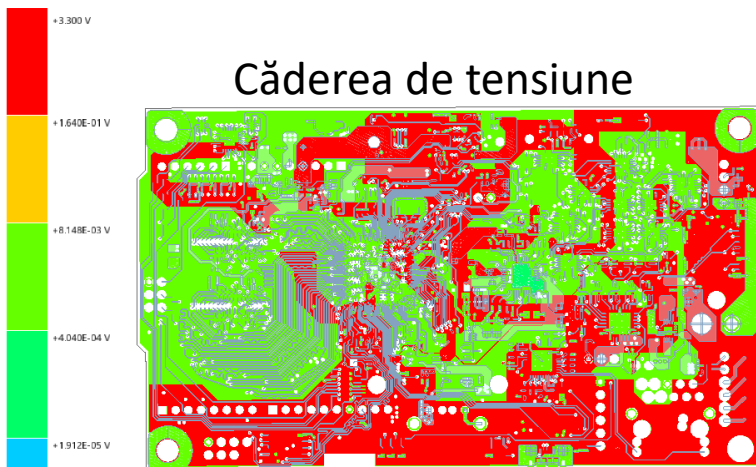
Layer Name	Thickness	ID
DIELECTRIC-1	0.015mm	
TOP	0.04826mm	1
UNNAMED_002	0.06731mm	
PWR	0.03302mm	2
UNNAMED_004	0.2032mm	
LYR_1	0.03048mm	3
UNNAMED_006	0.2032mm	
LYR_2	0.03048mm	4
UNNAMED_008	0.2032mm	
GND	0.03302mm	5
UNNAMED_010	0.06731mm	
BOTTOM	0.04826mm	6
DIELECTRIC-2	0.015mm	

Layer stack

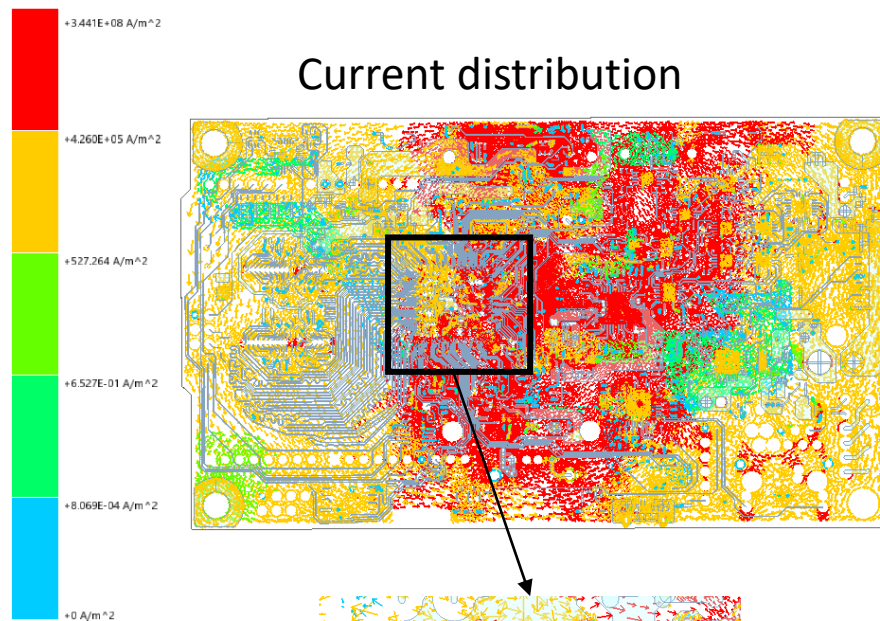


Rezultate SIWave - DC and IR drop

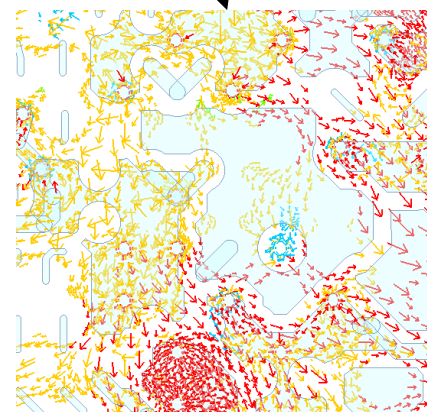
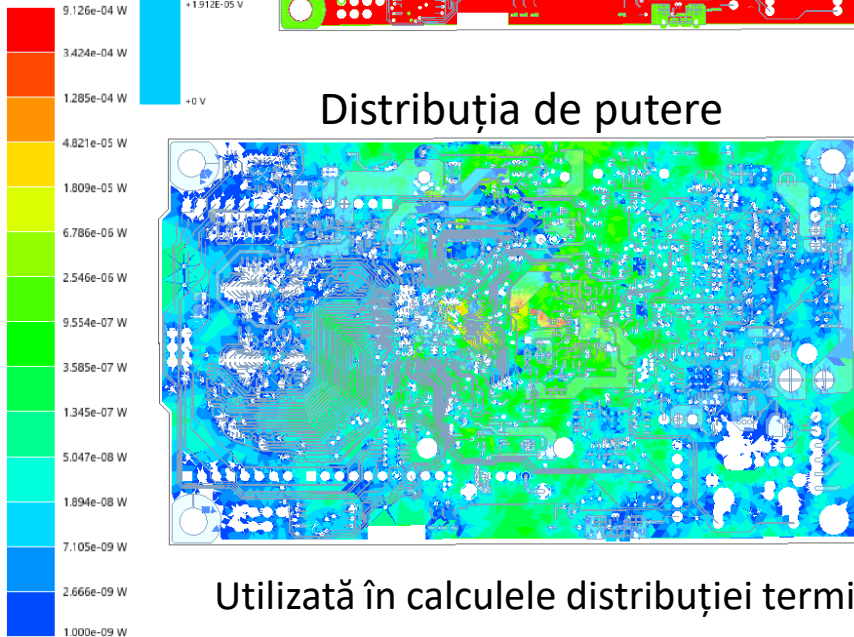
Căderea de tensiune



Current distribution



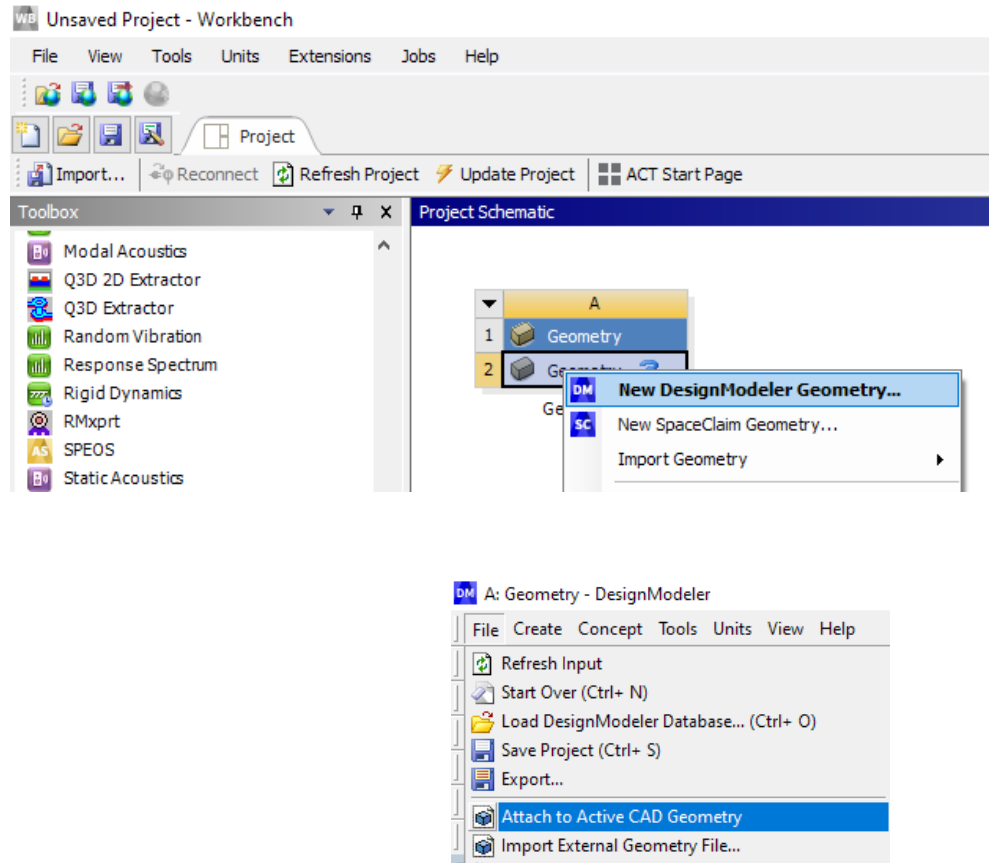
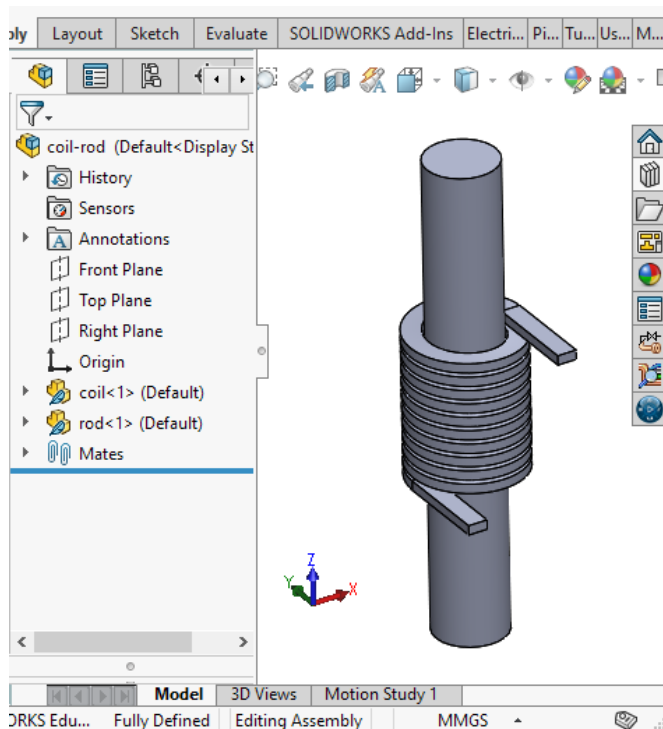
Distribuția de putere



Utilizată în calculele distribuției termice -> IcePack

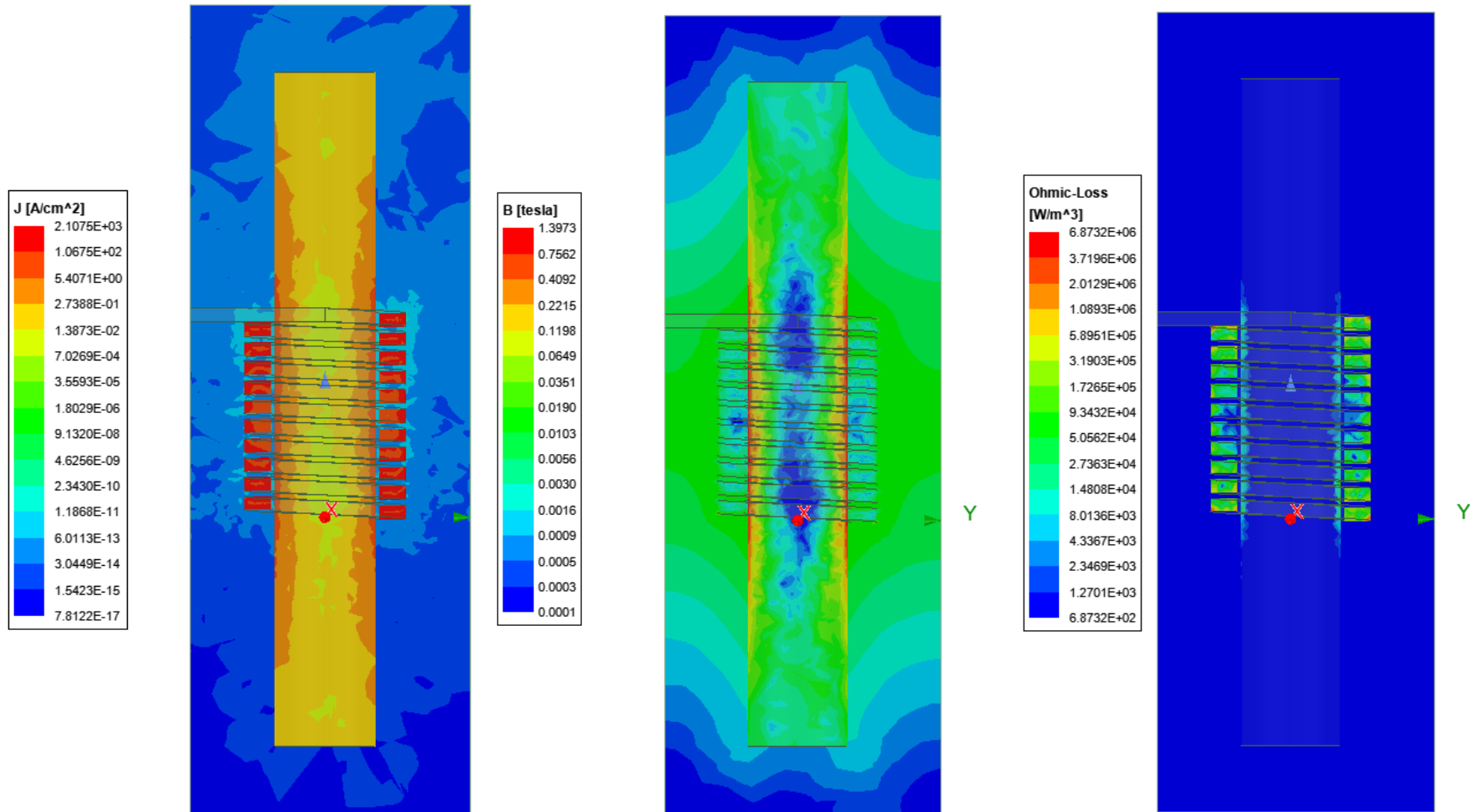
Exemplu – Maxwell 3D + Workbench

Încălzirea prin inducție electromagnetică



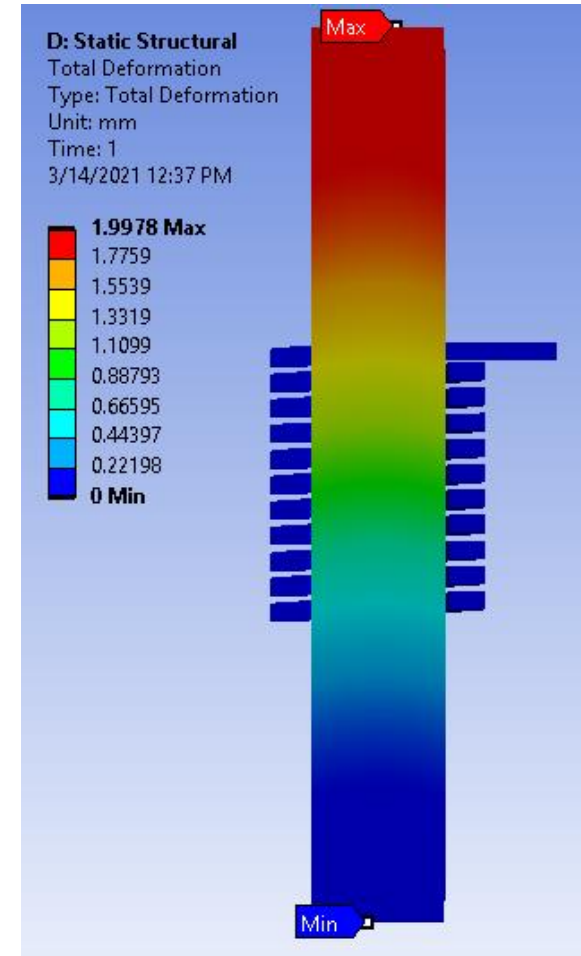
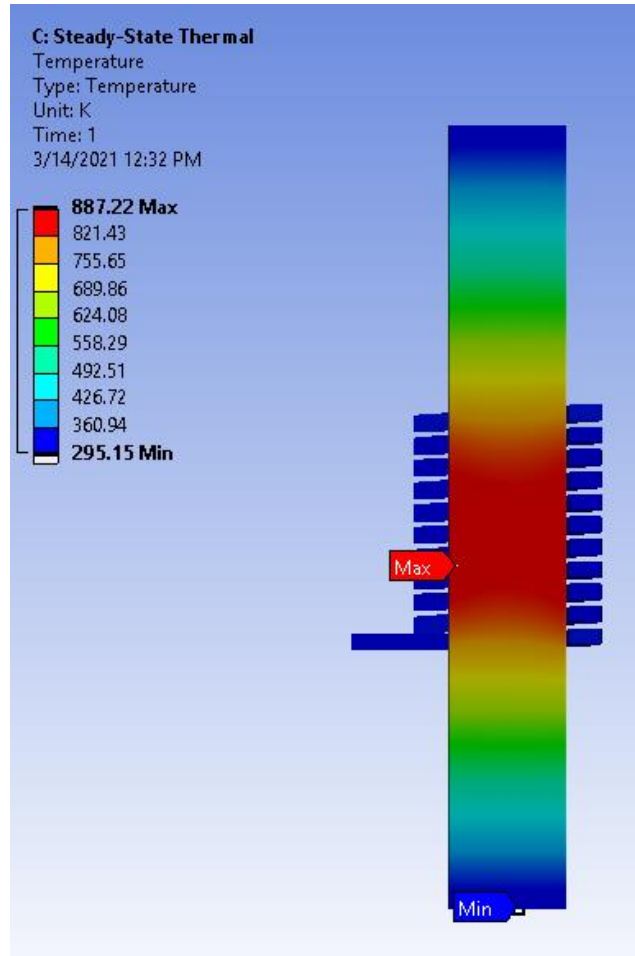
Exemplu – Maxwell 3D + Workbench

Rezultate: distribuția de densității de curent, inducției magnetice și a pierderilor Joule.



Exemplu – Maxwell 3D + Workbench

Rezultate: distribuția de temperatură și a deformărilor mecanice.



Accelerare GPU – Teste de referință

PCG Lanczos eigensolver, symmetric matrix, 4.6m DOFs, modal, linear, structural analysis requesting 10 modes.

Dimensiuni model de calcul:

Elemente = 3.151.390

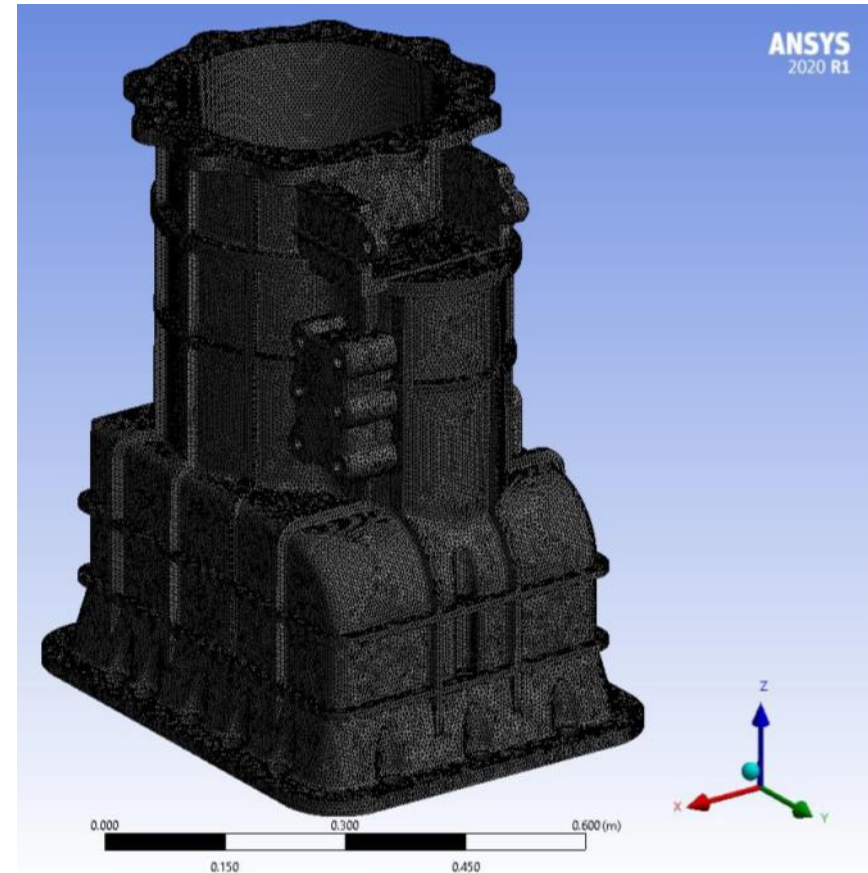
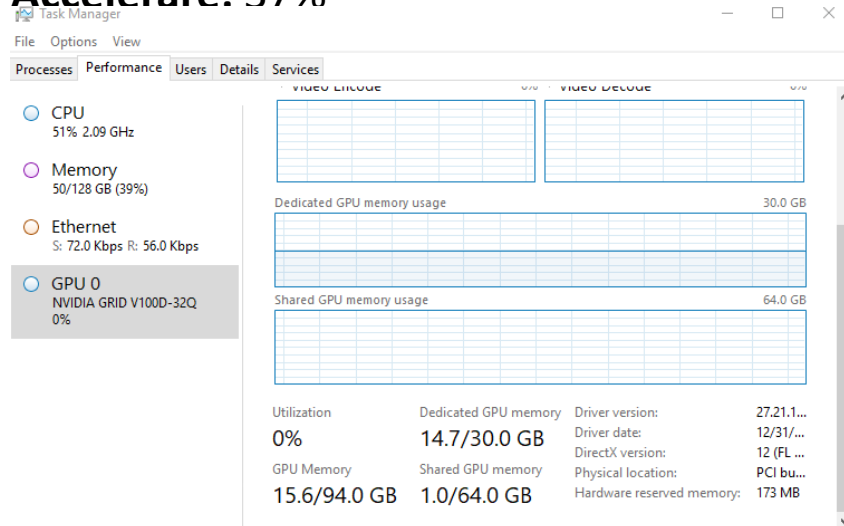
DoF = 4.687.947

Timp de simulare:

8CPU, 1GPU: 599s

8CPU: 944s

Accelerare: 37%



[Fewer details](#) | [Open Resource Monitor](#)

Accelerare GPU – Teste de referință

PCG solver, symmetric matrix, 8.98m DOFs, static, linear, structural analysis

Dimensiuni model de calcul:

Elemente = 8.090.449

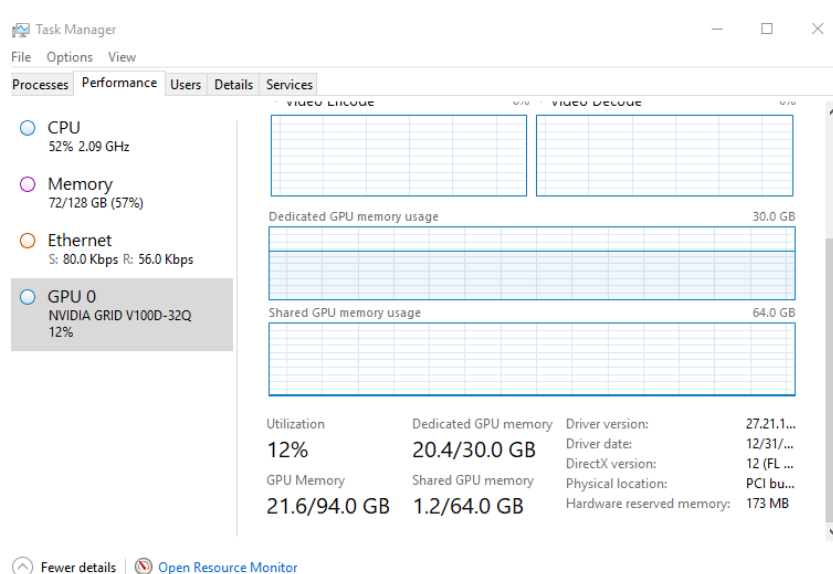
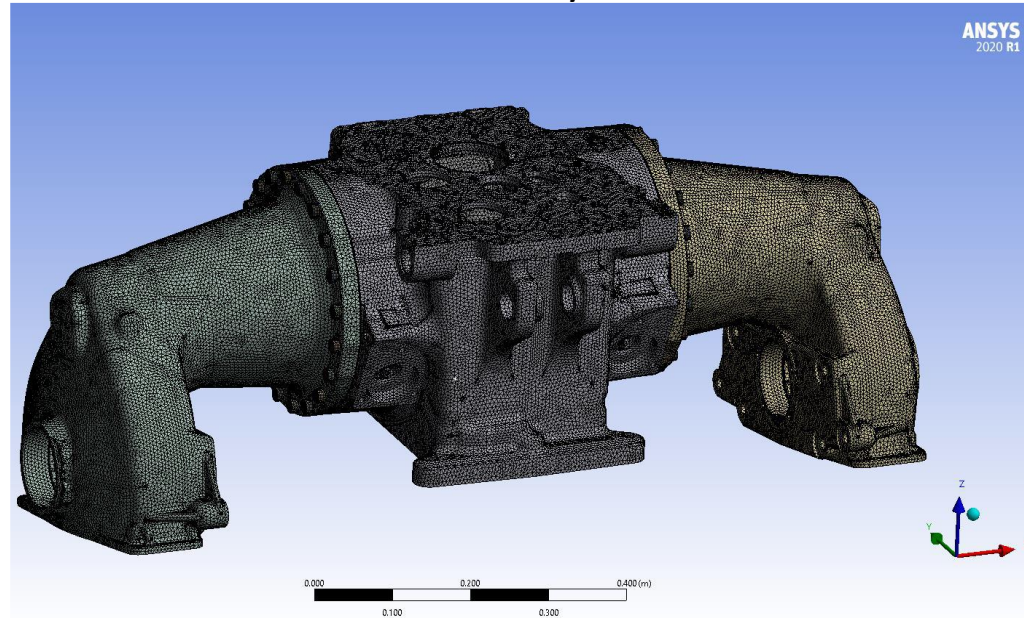
DoF = 8.980.591

Timp de simulare:

8CPU, 1GPU: 669s

8CPU: 892s

Accelerare: 25%



Studii de caz

- Studiu de caz 1 - Proiectarea și trasarea grafică a obiectelor și scenelor 3D complexe în aplicații CAD folosind accelerare GPU
 - Software CAD utilizat - **Blender** - set de unelte software gratuite și open-source folosite pentru crearea filmelor de animație, a efectelor vizuale, a modelelor 3D, a animației grafice, a aplicațiilor 3D interactive, a conținutului pentru realitate virtuală și a jocurilor pe calculator
- Studiu de caz 2 – Modelarea fenomenului de încălzire prin inducție prin cuplarea de fenomene electro-termo-mecanice. Îmbunătățire calcul utilizând GPU.
 - Software de simulare utilizat - **Ansys** – Software utilizat pentru analiza FEM/BEM a fenomenelor structural mecanice, CFD, electromagnetic, analizei modale de structuri mecanice, ș.a.

Concluzii

- Rularea simulărilor pe Cloud
 - Flexibilitate
 - Scalabilitate
 - Performanțe
 - Eficiență

- Accelerare GPU
 - Pentru trasare grafică în aplicații CAD
 - Pentru calcule

Referințe

[1] NVIDIA, "NVIDIA V100 Tensor Core GPU," 2020. [Online]. Available: <https://www.nvidia.com/en-us/data-center/v100/>.

[2] NVIDIA, "NVIDIA V100 Tensor Core GPU Datasheet," 2020. [Online]. Available: <https://images.nvidia.com/content/technologies/volta/pdf/volta-v100-datasheet-update-us-1165301-r5.pdf>.

[3] NVIDIA, "NVIDIA Virtual GPU Technology," 2020. [Online]. Available: <https://www.nvidia.com/en-us/data-center/virtual-gpu-technology/>.

[4] Dell, "PowerEdge R740 Rack Server," 2020. [Online]. Available: <https://www.dell.com/en-us/work/shop/povw/poweredge-r740>.



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale
2014-2020

Mulțumim pentru atenție!



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA



Adrian Sabou¹, Adrian Bojiță²
Departamentul Calculatoare¹,
Departamentul Electrotehnică și măsurări²
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
*adrian.sabou@cs.utcluj.ro*¹,
*adrian.bojita@ethm.utcluj.ro*²