
PROIECTAREA COMPONENTELOR MAGNETICE

Prof. univ. dr. ing. Valentin IONIȚĂ
valentin.ionita@upb.ro

De ce?

Viitorul este electric (deviza facultății)

DAR

- Mai există un echipament electric **fără** componente magnetice ?
 - **Vă provoc să găsiți** un echipament electrotehnic **static fără** inductoare, transformatoare, invertoare, surse în comutație și alte convertoare statice, ecrane de protecție la interferențe electromagnetice !
 - Acest curs vă oferă **posibilitatea de a parcurge alfabetul “magnetic”** necesar înțelegerii termenilor și noțiunilor din cataloage de produse, interfețe online de proiectare, analiză și comandă a componentelor magnetice.
-

Unde apar componente magnetice?

Componentele magnetice sunt prezente peste tot, de exemplu în:

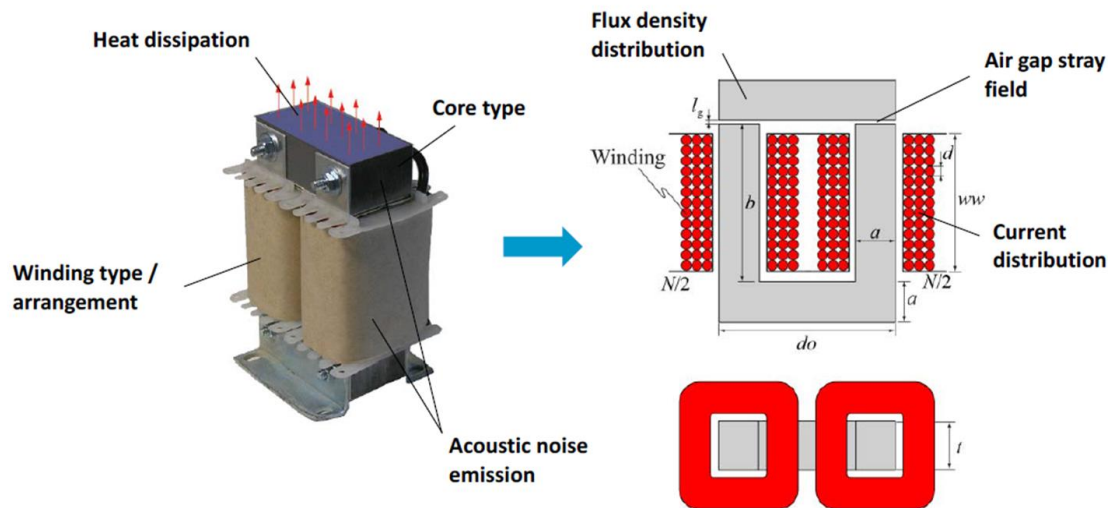
- Autovehicule electrice și hibride (tracțiune, control, încărcare, iluminat etc.)
 - Surse de energie regenerabilă (invertoare)
 - Convertoare de putere (pentru stocare, filtrare, izolare galvanică, cuploare)
 - Surse de putere AC-DC în comutație (regulatoare de tip “buck”, “boost”, transformatoare “flyback”)
 - Inductoare (bobine cu miez) pentru frecvențe mari
 - Miezuri magnetice pentru transformatoare planare / de distribuție / de măsură.
 - **ETC.**
-

Care sunt avantajele acestei discipline?

- Disciplina asigură **completarea pregătirii ingineresti cu elemente inexistente** până acum în Planul de Învățământ și **valorifică sinergic multe dintre cunoștințele deja acumulate.**
 - Structura disciplinei este flexibilă, **adaptată necesităților individuale de elaborare a proiectului de diplomă, cât și modului online.**
 - Caracterul **interdisciplinar** al cursului crează **oportunități suplimentare de angajare a absolventului.**
 - Experiența didactică și de cercetare a titularului permite **adaptarea sarcinilor impuse la nevoile reale ale fiecărui student.**
-

Ce învățați?

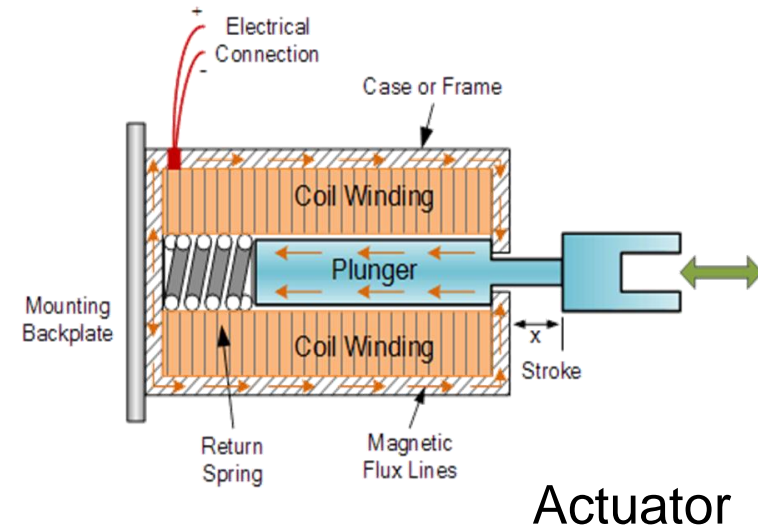
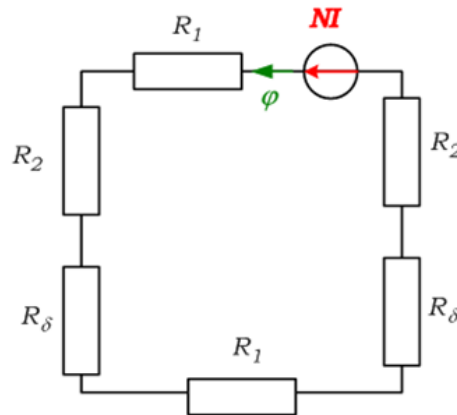
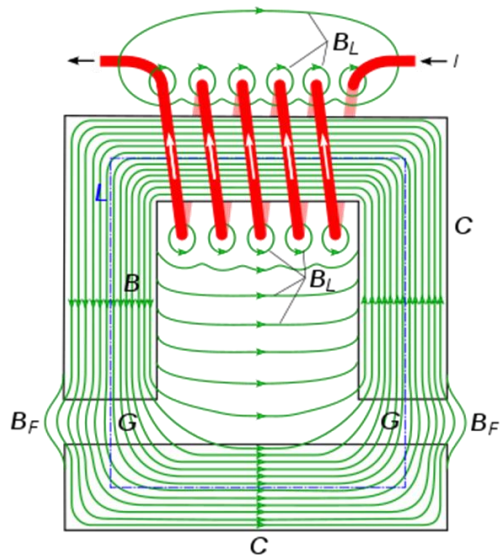
- ✓ **Să cunoaștem mărimile caracteristice (de catalog) ale unui subansamblu magnetic comercial (miezuri magnetice, bobine, filtre EMI etc.) și vocabularul necesar interacțiunii cu alți specialiști.**
- ✓ **Să alegem / dimensionăm /proiectăm corect subansambluri magnetice din sistemele electrice și electronica de putere – miezuri magnetice, inductoare, electromagneți, transformatoare, filtre EMI.**
- ✓ **Să asigurăm respectarea normelor de interferență electromagnetică (EMI) prin utilizarea filtrelor EMI și a ecranelor electromagnetice.**



CONȚINUTUL CURSULUI

- ❑ Noțiuni de proiectare a **electromagneților**
 - ❑ Generalități privind alegerea, analiza și proiectarea componentelor magnetice (**inductoare, transformatoare**) din invertoare, surse în comutație și alte convertoare statice de putere
 - ❑ Metode de proiectare analitică a inductoarelor
 - ❑ Utilizarea instrumentelor de **proiectare online a inductoarelor, inclusiv prin algoritmi de inteligență artificială.**
 - ❑ Generalități privind **componentele magnetice planare și integrarea lor pe plăci de circuite integrate.**
 - ❑ Dimensionarea unui **filtru** de interferență electromagnetică
 - ❑ Elemente de configurare a **ecranelor** electromagnetice
-

Noțiuni de proiectare a electromagneților

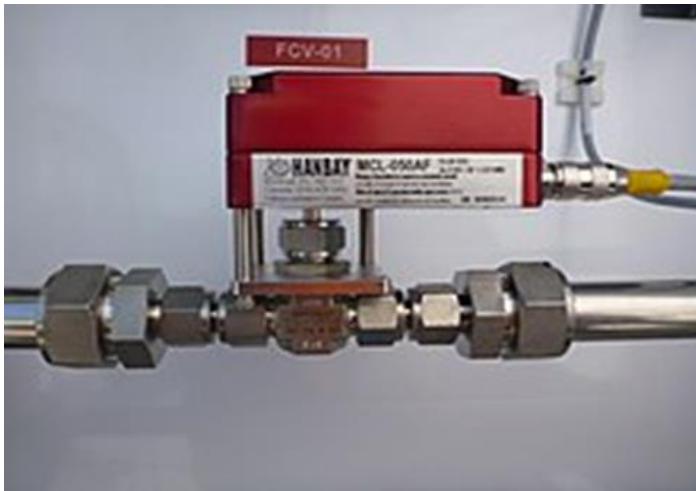


Încuietoare
electromagnetică

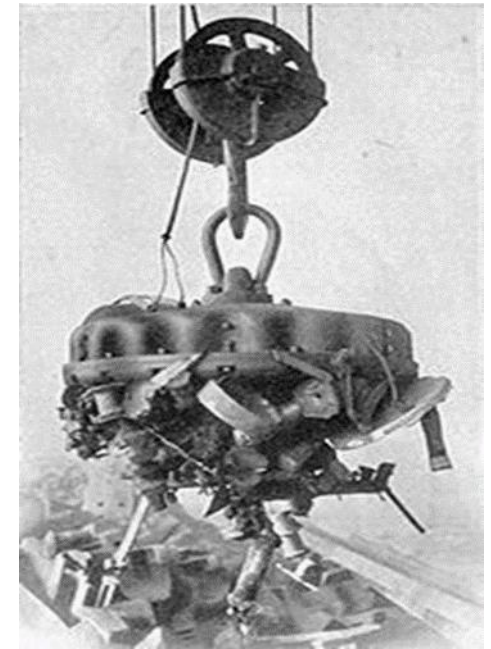
Mașini electrice,
frâne și ambreiaje



Noțiuni de proiectare a electromagneților



Supape (valve)
electromagnetice



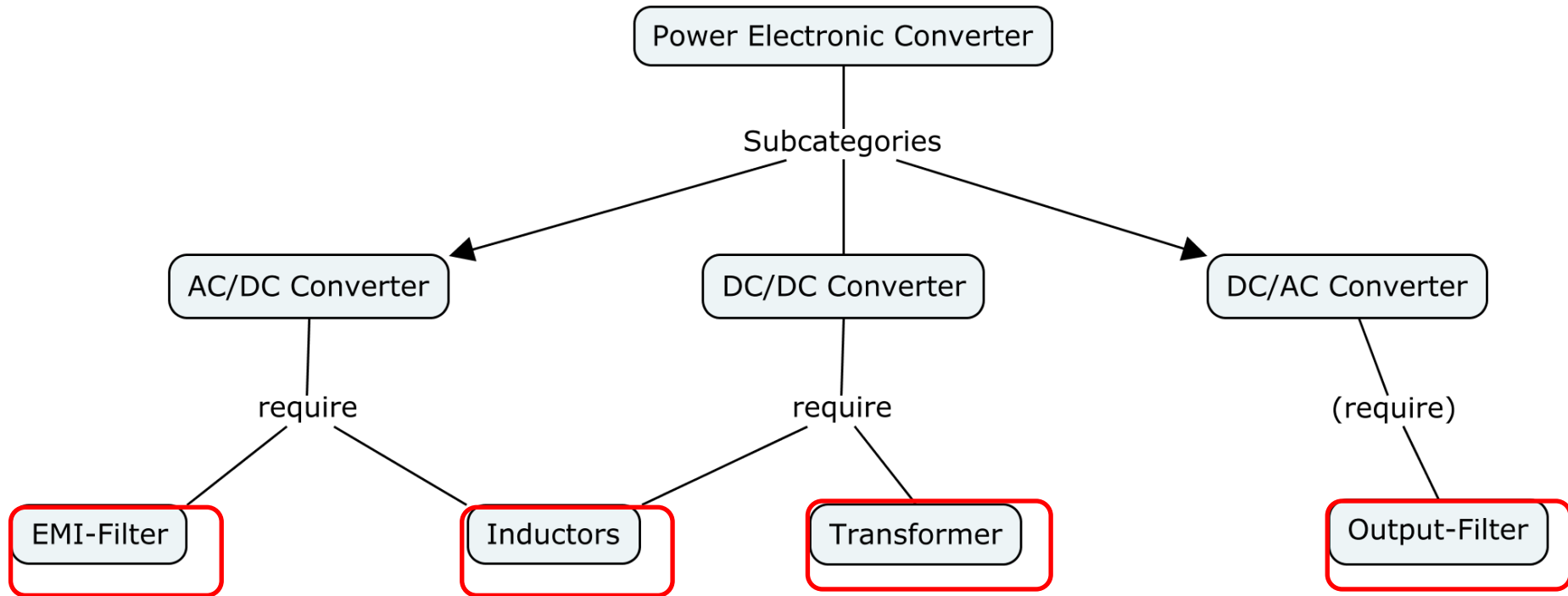
Separatoare / macarale
magnetice (1914)

Electromagnet de
laborator (2 T, 20 A)



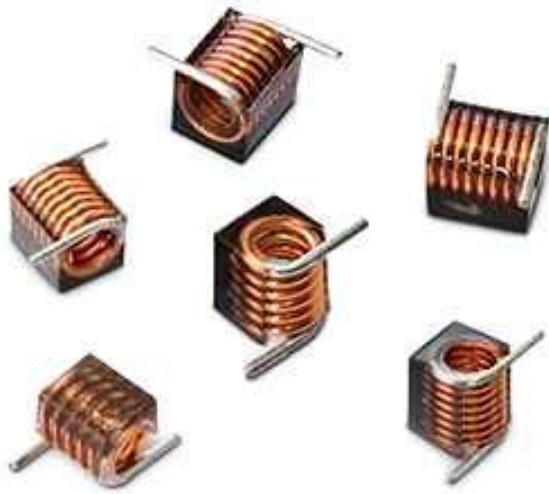
Generalități privind alegerea, analiza și proiectarea componentelor magnetice din electronica de putere

Cum alegem un filtru, inductor sau un transformator pentru orice echipament electric (de exemplu, convertoarele statice) din oferta unui producător?



Metode de proiectare analitică a inductoarelor

Cum estimăm, cu formule simple de dimensionare, ce tip de inductor (miez + înfașurări) putem folosi pentru un sistem electric?



Bobine de soc



Miezuri magnetice



Inductor 10 kHz

Proiectarea și alegerea online a inductoarelor

Toroid Design | **E Shape Design**

Step 1: Design Input

Material Selection:

DC Current: Amps

Peak to Peak Ripple: Amps

Frequency: KHz

Full Load (L): mH

Specified Current: Amps

Temp Rise: °C

Stack Cores:

Magnetics Part Numbers

77908	77776	77737
	77775	77736
		77735
		77734

Core OD (mm)

77.8	77.8	74.1
------	------	------

Step 2: Enter Selected Part Number

OD mm HT mm U

ID mm Al

Design Output

Inductance @ Full Load min: mH

Inductance @ No load nom: mH

Specified Current Inductance min: mH

Core Loss: W

Copper Loss: W

Total Loss: W

Temperature Rise: °C

Number of Turns:

Wire Size: AWG

Winding Factor:

DC Resistance: mΩ

Finished OD: mm

Finished HT: mm

Total Wire Length: mm

Adjust


Adjust Turns:

Adjust AWG:

Adjust Strand:

Magnetics Headquarters
110 Delta Drive
PO Box 11422
Pittsburgh, PA 15238 USA
Phone: 1.800.245.3984
+1.412.696.1333
Email: magnetics@spang.com

Magnetics International
13/F 1-3 Chatham Road South
Tsim Sha Tsui
Kowloon, Hong Kong
Phone: +852.3102.9337
+86.139.1147.1417
Email: asiasales@spang.com



www.mag-inc.com

Proiectarea online, asistată de inteligență artificială, a inductoarelor

Waveform
List of Designs
Core
Winding
Overview

T (°C) = Min Max

Lmag (uH) = ± (%)

fsw (kHz) = Min Max

fr (kHz) =

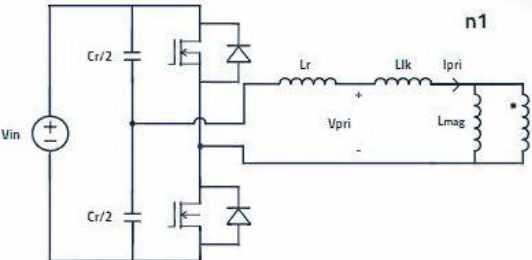
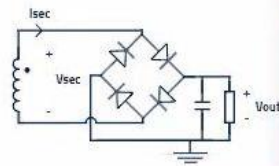
Vin (V) = Min Max

Lr (uH) = ± (%)

Noise =

Inductor integrated No Yes

Shielding

n2

If critical, Max Llk (uH) =

If critical, Max C between windings (pF) =

m2=n1/n2 = ± (%)

Vout (V) = Min Max

Power (W) =

+ Winding
+ Winding

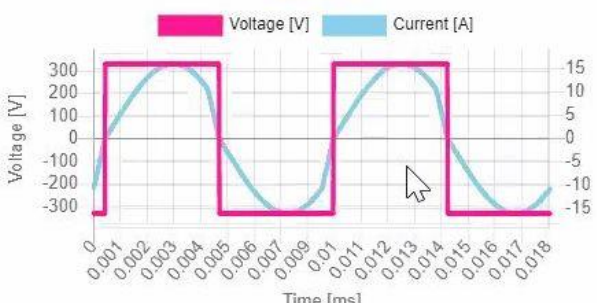
Results Secondary ▾

Vrms[V]	331,4
Irms[A]	11,9
Vpk[V]	331,4
Ipk[A]	16,1
Idc[A]	0
THDv[%]	46,5
THDi[%]	11,3

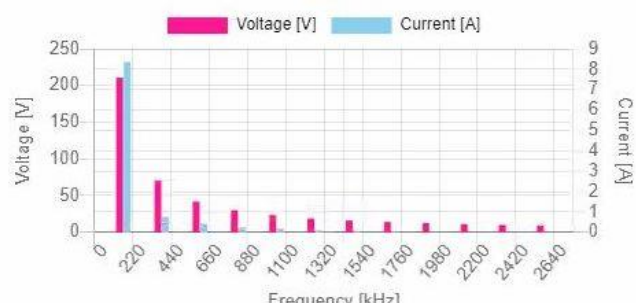
[Upload CSV](#)

[CSV example](#)

Waveform



DFT



T (°C) = P_T (W) =

SAVE

SUGGEST DESIGN ▶

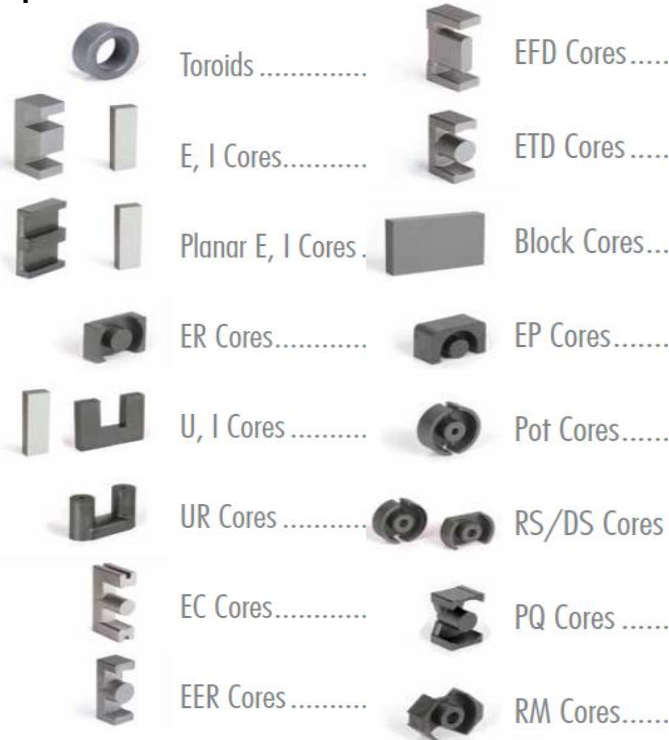
RUN ▶

Proiectarea și alegerea transformatoarelor de frecvență mare, cu miez de ferită

Tipuri de materiale



Tipuri de forme



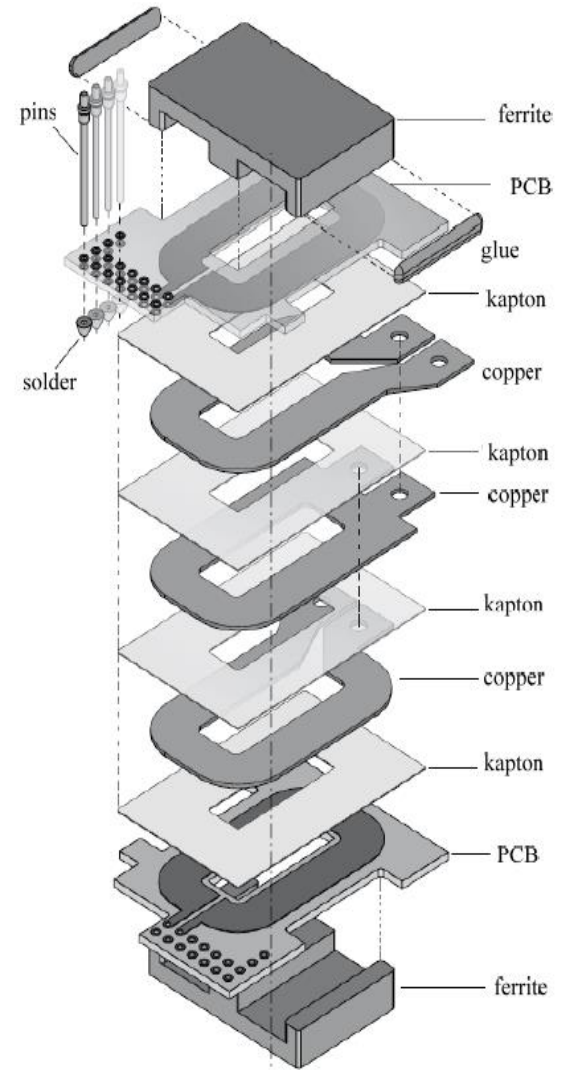
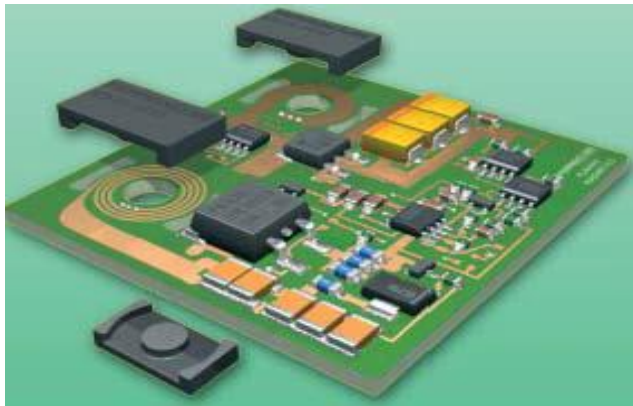
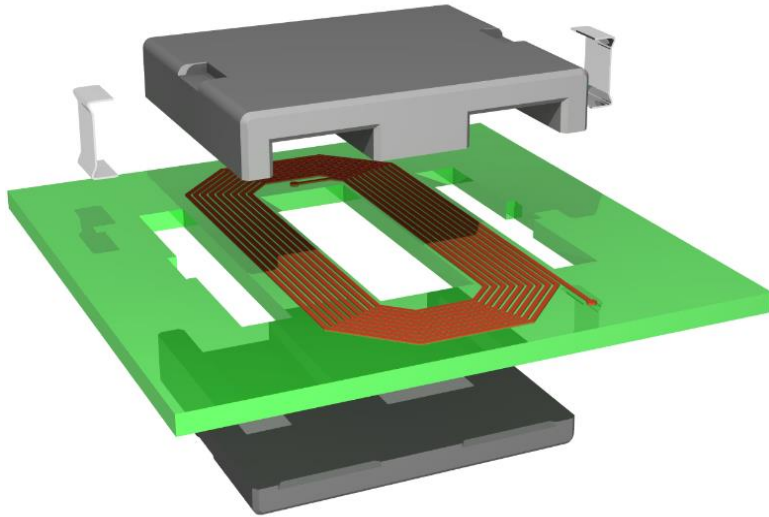
FERRITE MATERIAL CORE LOSS CALCULATOR

$$P_{cl} = \frac{af^xB^yL(T)}{1000}$$

	Enter Values Here	Units
P_{cl}	Core Loss (mW/cm ³)	
f	Frequency (Hertz)*	100,000 Hertz
B	Peak Flux Density (Tesla)	0.1 Tesla
T	Temperature (°C)	60 (°C)
$L(T) =$	b-c(T)+d(T ²) For All Other Temperatures	
$L(T) =$	1 for 100°C	

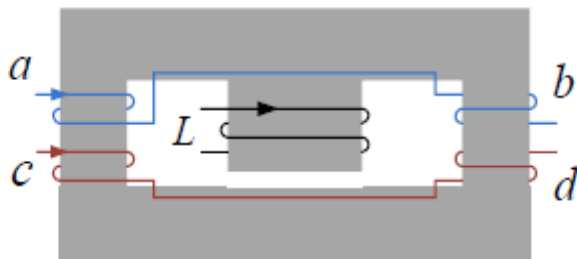
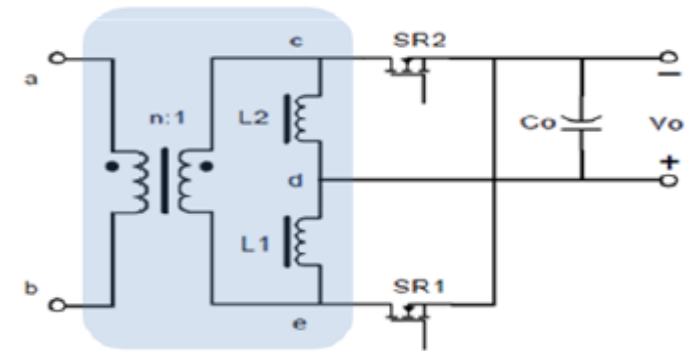
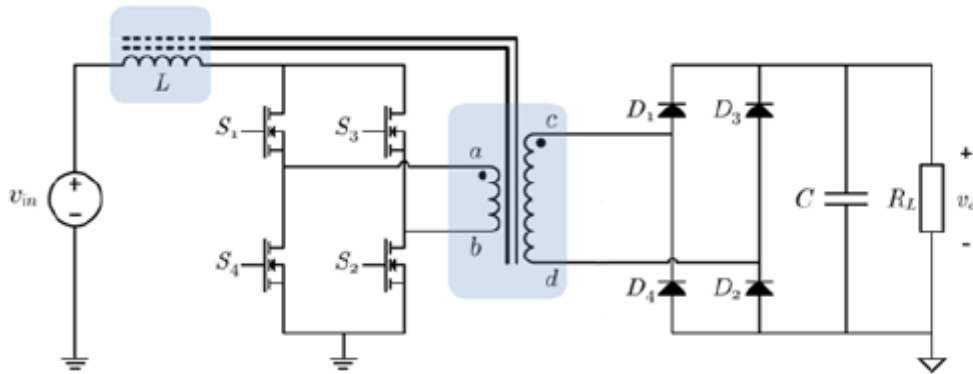
Material	Frequency Range	a	x	y	b	c	d	Core Loss P_{cl} (mW/cm ³)
R Material	20kHz-150kHz	3.53	1.420	2.880	1.970000000	0.022260000	0.0001250000	63.53
	150kHz-400kHz	5.88E-04	2.120	2.700	2.160000000	0.023270000	0.0001170000	
P Material	20kHz-200kHz	3.2	1.460	2.750	2.450000000	0.031000000	0.0001650000	134.43
F Material	10kHz-200kHz	3.5	1.400	2.500	0.880000000	0.013000000	0.0001420000	67.65
T Material	20kHz-150kHz	92.1664345	1.045	2.440	1.332363000	0.007939800	0.0000461615	57.42
	150kHz-300kHz	0.00747062	1.955	3.070	1.654230800	0.012600000	0.0000605769	
L Material	500kHz-1 MHz	0.003753067	1.940	2.775	6.147474747	0.104000000	0.0005252530	
	1 MHz-2 MHz	3.27561E-10	3.060	2.510	3.639797980	0.071600000	0.0004520200	

Caracteristici ale componentelor magnetice planare

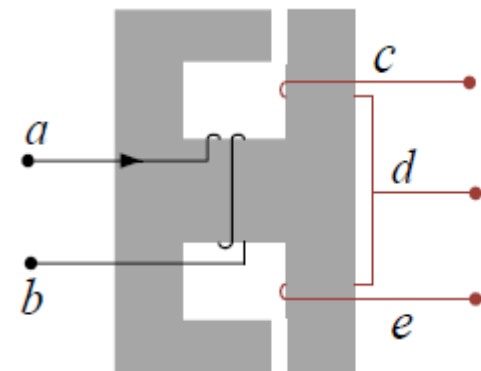


Integrarea magnetică

Cum micșorăm gabaritul și ieftinim produsul prin partajarea miezului și înfășurărilor mai multor componente ?

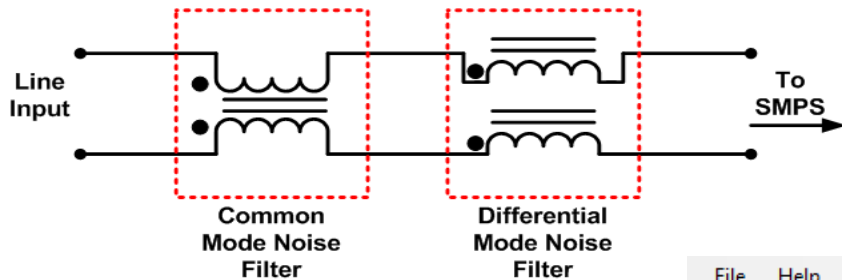


Partajarea miezului între inductor și transformator




Partajarea miezului și a înfășurărilor între transformator și 2 inductoare de ieșire

Alegerea filtrelor pentru interferență electromagnetică



File Help

Magnetics Common Mode Inductor Design



Ferrite Material

F 3000 μ

J 5000 μ

W 10000 μ

Select Design Mode

Voltage Mode

Impedance Mode

Inductance Mode

Design Inputs

Inductance (mH)

Current (A)

Current Density (A/sq cm)

Cutoff Freq. (Hz)

Design Outputs

Core Number Turns per Side

Header Number Wire Size (AWG#)

Inductance (μ H) Length of Wire

Cutoff Frequency Wound Dimensions:

DC Resistance OD

Required Area Product (cm⁴) ID

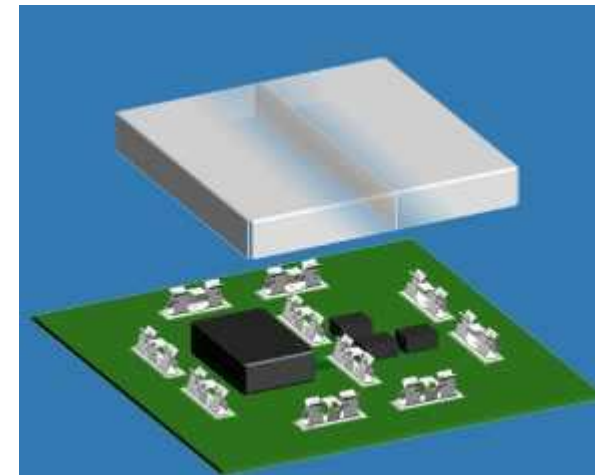
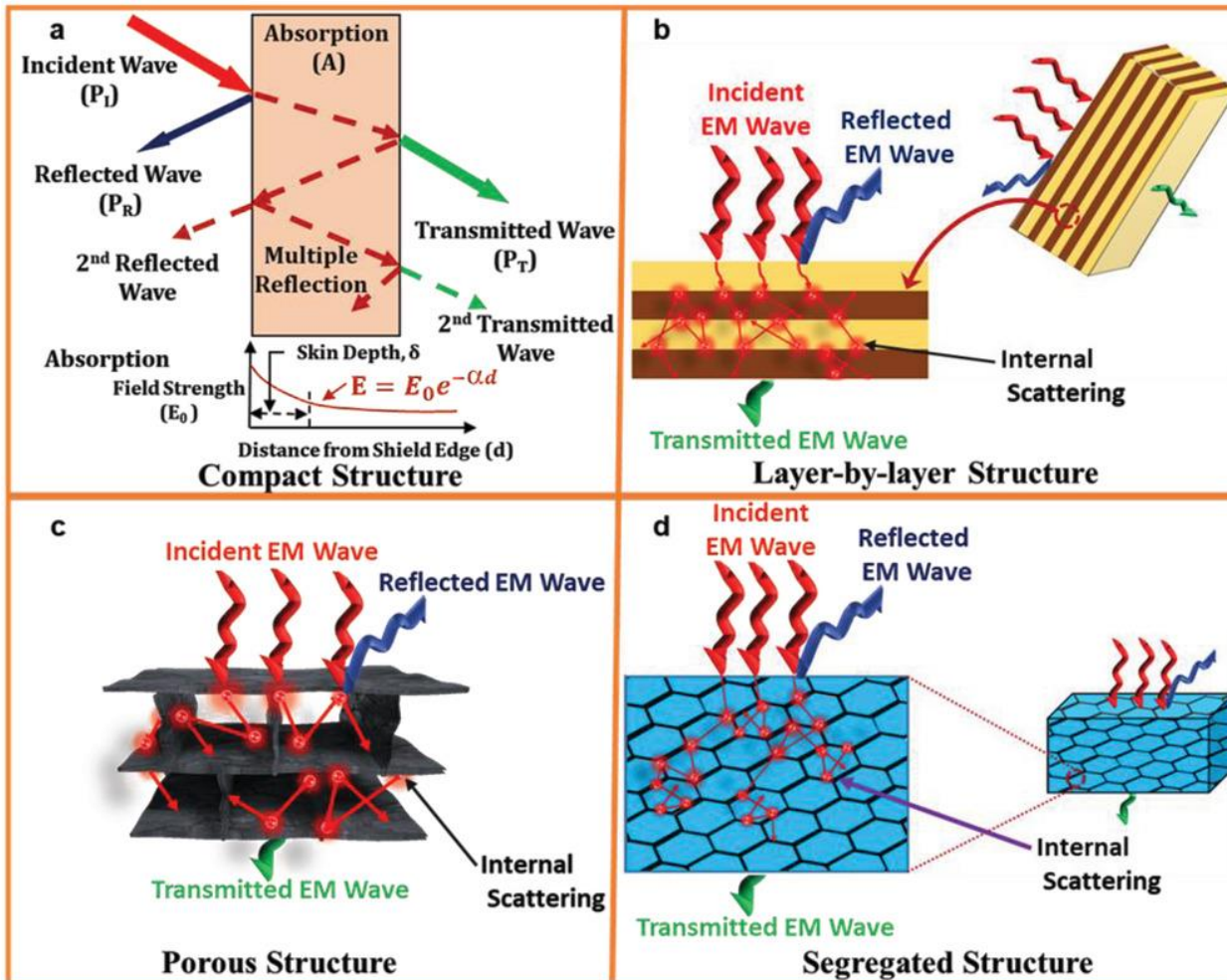
Trise (degrees C) Diff. L (μ H) HT

Core Data

English Metric

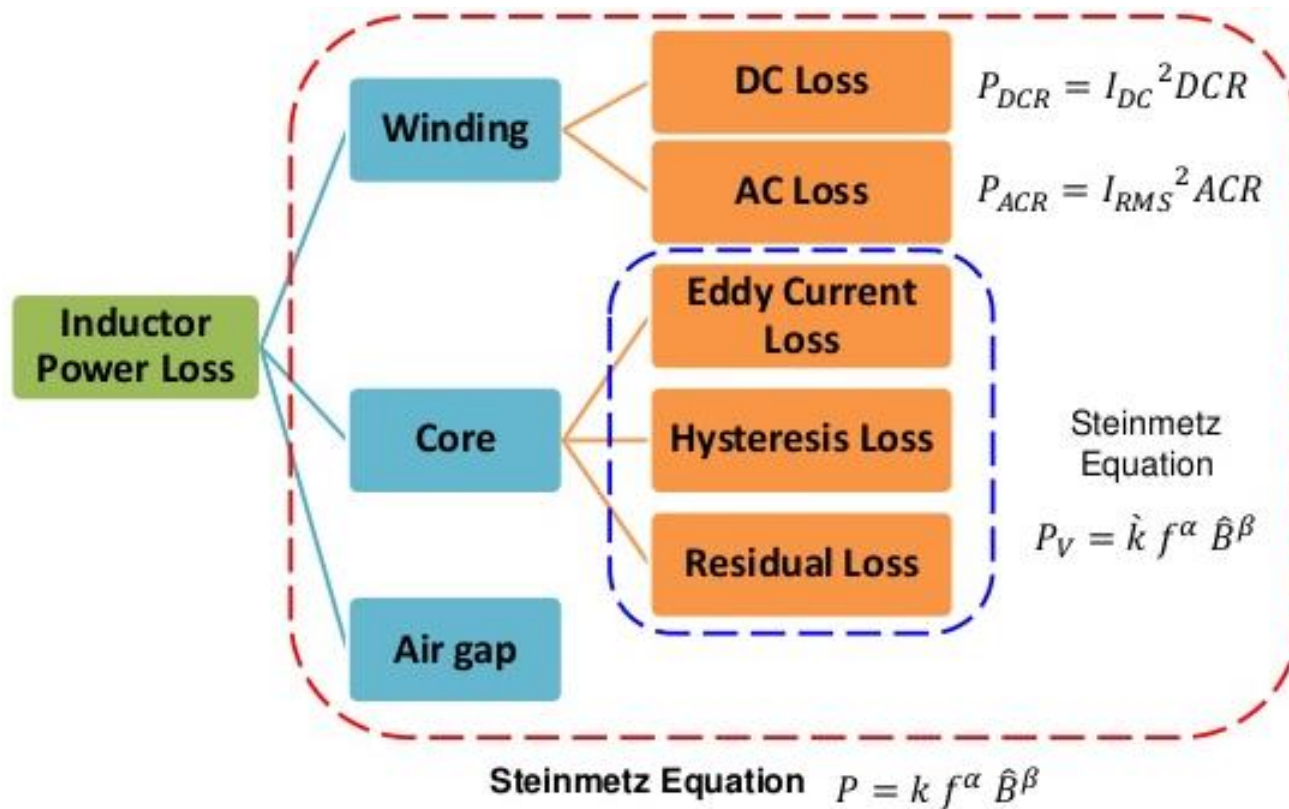
OD ID HT AL value (mH/1000T) Area Product (cm⁴)

Ecrane electromagnetic moderne



Estimarea comportării termice a componentelor magnetice

Cum putem micșora pierderile (încălzirea) componentelor magnetice ?



INSTRUMENTE DE LUCRU

- **Formule** analitice
- **Algoritmi** de dimensionare
- **Grafice și tabele** din cataloage comerciale
- **Interfete online** de dimensionare și selectare a componentelor dorite
- **Foi de calcul tabelar** (EXCEL)
- **Modele** numerice 2D în FEMM

Lucrările de laborator **pot fi adaptate** nevoilor specifice fiecărui student (pentru proiectul de diplomă) și **utilizează instrumente online.**

CUM SE OBȚIN PUNCTELE

10 pct. – **Activitate** curs și laborator

3 x 10 pct. – **Referate** (scris/digital) pentru 3 lucrări de laborator

20 pct. – **Proiect individual**, în timpul laboratorului:

Dimensionarea și alegerea unui inductor specificat.

20 pct. – **Tema de casă** (*la alegere, în echipă*):

Proiectarea/simularea/funcționarea/testarea unui dispozitiv ce include componente magnetice SAU prezentarea unui studiu de caz ce include componente magnetice.

20 pct. – **Verificare finală** – subiecte tip grilă (săptămâna 13-14)

La final ...

**Profitați de oportunitatea dezvoltării
competențelor voastre „magnetice”,
prin alegerea acestei discipline !**

Va mulțumesc pentru timpul acordat.
