

# STUDIUL DISPOZITIVELOR DE ÎNCĂLZIRE CU DISPOZITVE DE INDUCȚIE

George Eduard HOLMAN

Universitatea Ștefan cel Mare Suceava

**Abstract:** Scopul lucrării este studierea amănunțită a dispozitivelor de încălzire pe baza fenomenului de inducție electromagnetică destinată ,încălzirii materialelor feromagnetice, folosind fenomenul de rezonanță la înaltă frecvență și electronica de putere. Încălzirea prin inducție este un procedeu care se utilizează pentru a lega ,întări sau înmuia materiale feromagnetice sau alte materiale conductive. Pentru multe procese moderne de fabricație, încălzirea prin inducție oferă o combinație atractivă de viteză și control. Un alt avantaj pe care mi-l aduce această lucrare este acela că este un dispozitiv compact și poate fi transportat cu ușurință. Deasemenea cel mai folosit dispozitiv în zilele noastre este plita cu inducție .În elaborarea acestei lucrări m-am axat pe îndeplinirea mai multor obiective care vor fi detaliate în articol. Am realizat deasemenea și o comparație dintre dispozitivele de încălzire folosite frecvent în diferite domenii. Cel mai răspândit pe piață în acest moment dispozitiv de inducție până în acest moment este plăcuța ZVS comutație de zero volți cu putere debitată de 1000 Watti. Dispozitivul se poate folosi pentru forjare și pentru aplicații unice în industrie. Dispozitivele mai pot fi folosite și pentru aducerea lămpilor la incandescență. Din documentațiile făcute am constatat că dispozitivele pe bază de inducție sunt folosite și în industria auto ,dar și în domeniul metalelor prețioase pentru topirea Au sau Ag.

**Cuvinte cheie:** încălzire, inducție electromagnetică, rezonanță ,înaltă frecvență ,control, comutație naturală;

## Introducere

Principiul încălzirii prin inducție constă în transformarea energiei electromagnetice absorbite de piesa de lucru în energie termică.

Procesul fizic constă în introducerea unor curenți turbionari în piesa de încălzit; energia termică degajată de acești curenți determină încălzirea piesei. În instalațiile de încălzire prin inducție se utilizează ca sursă a câmpului electromagnetic un inductor de formă solenoidală(bobină cilindrică din conductor de cupru plin sau tubular).

Lațul transformărilor energetice care au loc într-o instalație de inducție electromagnetică este indicat în figura1 de mai jos:

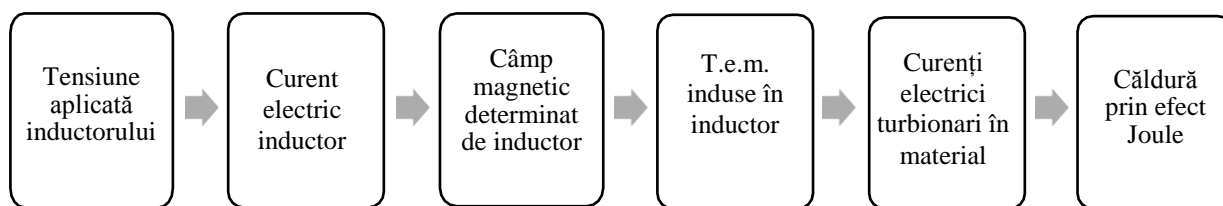


Figura 1. Lanțul transformărilor energetice într-o instalație cu inducție electromagnetică

Principalele caracteristici ale încălzirii prin inducție electromagnetică sunt:

- Căldura se dezvoltă în corpul care urmează a fi încălzit, obținându-se un transfer important de energie,de aici rezultă o viteză mare de încălzire;
- Instalații relativ simple, fiind posibil lucrul în vid sau atmosferă controlată;
- Posibilitate de automatizare și funcționare în flux continuu;

Echipamentul electric al instalațiilor de încălzire prin inducție electromagnetică cuprinde generatorul și aplicatorul care se adaptează la sarcină. Pentru fiecare obiect de încălzit este necesar a alege tipul generatorului cu precizarea caracteristicilor de frecvență și putere ;de asemenea, este necesar să se stabilească dispozitivele auxiliare necesare în funcție de caracteristicile specifice prezentate de sarcină și de aplicatorii asociați și,în mod deosebit de tipul de inductor și de dispozitivul său de adaptare.

## Dispozitiv de Inducție cu comutație naturală

### Simularea dispozitivului de inducție.Varianta 1 dispozitiv necontrolat

Schema electrică realizată este prezentată în figura 2. Toate componentele selectate au fost implementate și în schema practică reală.

### Descrierea funcționării

Schema electrică pe care am dorit să o dezvolt a fost simulată și apoi realizată practic. Alimentarea circuitului se realizează la tensiunea de 12 V cc. Puterea pe care circuitul o debitează în simulare este de 500 W. Condensatoarele folosite au fost de tipul MKP. Pentru a obține o putere mai mare ei au fost legați în paralel. Ca inductor am folosit în secundarul transformatorului un potențiomtru, iar în funcție de reglarea acestuia am obținut o putere debitată de circuit mai mare sau mai mică în dependență de frecvența lui de rezonanță. Această putere debitată de circuit este suficientă pentru a aduce un material feromagnetic la incandescență.

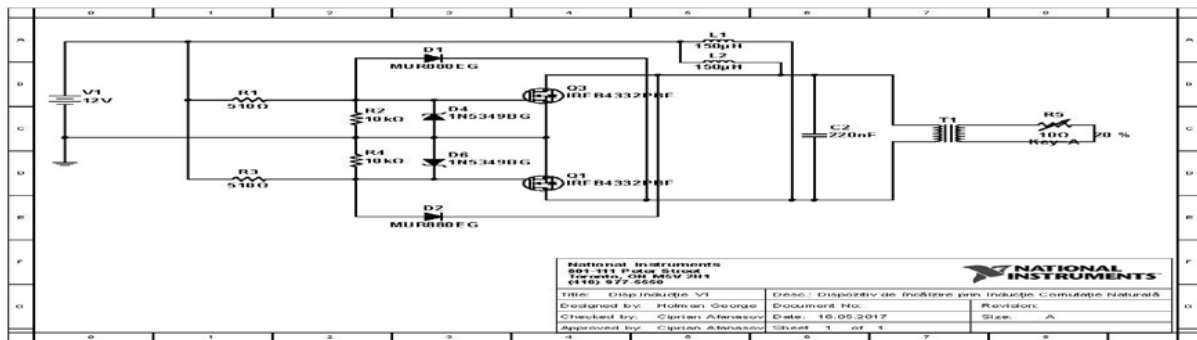


Figura 2. Schema electrică simulată a dispozitivului

Dacă se aplică o tensiune mai mare de 12V simularea nu va mai funcționa deoarece schema nu este adaptată tensiunii crescute și ea funcționează la anumite trepte de tensiune. Sau folosit două tranzistoare MOSFET de parametrii ridicați. Curentul debitat de circuit în secundarul transformatorului este de ordinul zecilor de Am- peri. Datorită curentului debitat tranzistoarele au nevoie de radiator de răcire pentru evitarea supraîncălzirii lor. De asemenea cu cât numărul de condensatoare conectate în circuit este mai mare se obține în simulare o putere de ordinul kW la o setare a potențiometrului de doar 20%. De asemenea pentru a obține astfel de puteri am mărit și tensiunea de alimentare a sursei de la 12 V la 40 V cc

### Realizarea practică a circuitului, proiectarea cablajului

Implementarea practică a circuitului simulat. În realitate am folosit ca inductor din cupru cu 6 spire cu 5 condensatoare conectate în paralel. Alimentarea circuitului se face dintr-o sursă de cc.

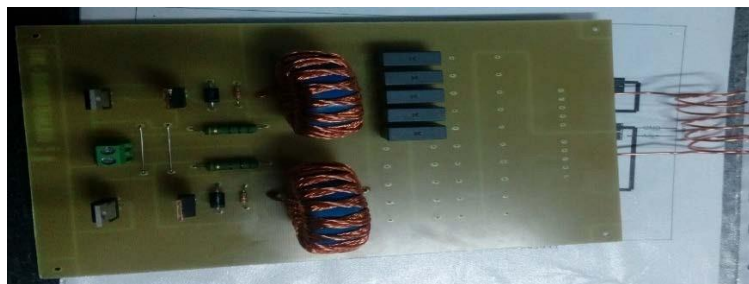


Fig.3. Cablajul final obținut al dispozitivului de încălzire prin inducție varianta 1

### Schema electrică simulată a dispozitivului de inducție. Varianta 2 controlată cu driver IR2153

Datorită irealizării practice a primei variante de schemă simulată, am decis să realizez un dispozitiv de încălzire prin inducție cu ajutorul unui driver specific acestor circuite rezonante. Cu ajutorul acestui driver se poate controla frecvența de rezonanță a circuitului. Datorită faptului că Multisim-ul nu are acest driver implementat în librăriile sale, am folosit alt driver care este existent în librăria softului.

Schema dispozitivului este prezentat în figura nr.26. Ca inductor de această dată am folosit o bobină normală. În simulare s-a folosit driverul IR2104. Deasemenea am modificat și tranzistorii folosiți am folosit IRFP260N, față de cei folosiți în varianta 1 a simulării, deoarece din documentațiile făcute am constatat că sunt cei mai folosiți la realizarea acestor circuite rezonante. Bobina de lucru s-a păstrat și pentru această topologie a schemei realizate.

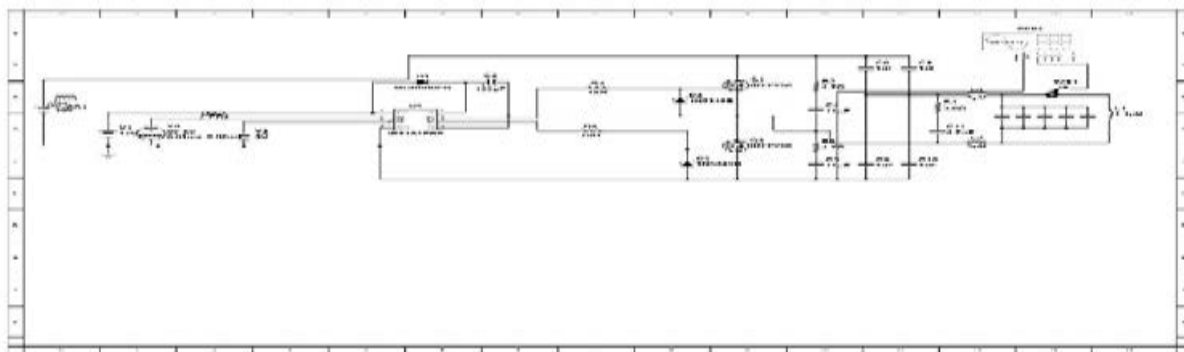


Figura 4. *Schema electrică a dispozitivului de inducție controlat cu driver IR2104, în schema practică IR2153*

### Stand experimental pentru studiul dispozitivelor de inducție

Standul experimental realizat este format dintr-un ansamblu de dispozitive de inducție existente pe piață. Partea practică a lucrării a constat în proiectarea dispozitivului de încălzire prin inducție controlat cu driver IR2153.

O vedere de ansamblu asupra standului experimental cât și a dispozitivelor auxiliare utilizate în realizarea standului este prezentată în figura nr.5 de mai jos.



Figura 5. *Stand experimental realizat. Vedere din față cu denumirile tuturor componentelor folosite în realizarea ansamblului.*

Prezentarea dispozitivelor folosite în realizarea standului din imaginea de mai sus este prezentată în cele ce urmează:

1. Plita cu inducție alimentată direct de la rețeaua electrică de ca
2. Sursă dublă de cc pentru alimentarea dispozitivului de inducție de putere 120W
3. Sursă de cc de 30 V pentru alimentarea dispozitivului controlat, pentru alimentarea părții de comandă a dispozitivului
4. Rezistența de limitare a curentului pentru prevenirea distrugerii elementelor electronice sensibile.
5. Autotransformatorul pentru alimentarea părții de forță a circuitului inductor realizat
6. Ampermetru pentru monitorizarea curentului absorbit de inductor
7. Ampermetru pentru monitorizarea curentului pentru circuitul de încălzire de 120W
8. Separator de alimentare a circuitului rezonant
9. Dispozitiv de încălzire prin inducție de 120 W
10. Dispozitiv de încălzire prin inducție proiectat și controlat cu driver IR2153
11. Profil feromagnetic de prelucrat pentru compararea rezultatelor celor 3 dispozitive inductoare folosite.

## Date experimentale Dispozitiv de Inducție 120W

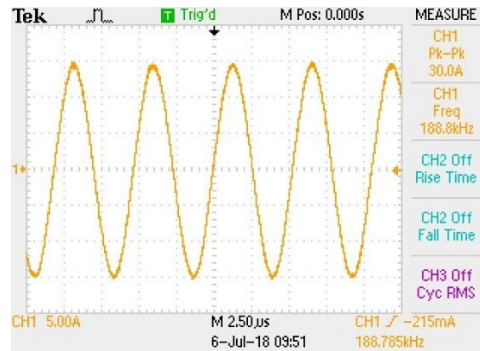


Figura 6. Semnal preluat la funcționarea dispozitivului la mersul în gol

În figura 6 se poate observa forma semnalului la funcționarea în gol a dispozitivului cu un curent de vârf absorbit de 30 A, la o frecvență de rezonanță de 189 Hz

## Dispozitiv de inducție controlat cu driver IR2153

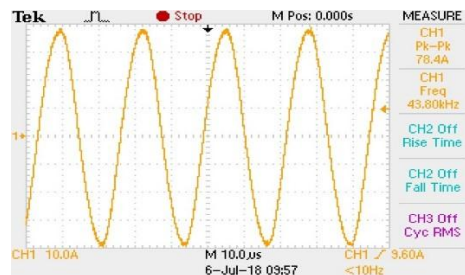


Figura 7. Test la funcționarea în gol a dispozitivului proiectat  $U=30V$

Din graficul de mai sus se poate observa un curent de vârf de 78,4 A, la o frecvență de 43,8 kHz. Tensiunea de alimentare de la AT este de 30V, iar curentul absorbit din sursă este de 2A.

Pentru plita cu inducție am efectuat teste la diferite trepte de putere de la putere minimă de 200W până la puterea de 2kW. Pe baza datelor obținute am întocmit grafice care prezintă evoluția în timp a temperaturii, dar și eficiența încălzirii prin inducție la puteri diferite.