

Calculul parametrilor rezonatoarelor utilizate in transferal wireless al puterii

Guinea Sorin Mihai anul IV 1411A, Georgiana Zainea anul II master Asistent dr. ing. Dragoș Nicolae
Prof. dr.ing Mihai Iordache „Universitatea „Politehnica” Bucuresti, Inginerie Electrica, secția de
Informatică aplicată

Abstract

Acesta lucrare rezuma stadiul actual al tehnologiei Witricity. Cadrul teoretic folosit în literatura de specialitate pentru a descrie acest concept este prezentat și discutat într-un mod simplificat. De asemenea, avantajele și dezavantajele cunoscute ale tehnologiei sunt expuse.

Cuvinte cheie: witricity, transfer de putere, wireless, câmp electromagnetic

1. INTRODUCERE

Witricity (Wireless electricity) reprezintă o tehnologie experimentală utilizată pentru a transfera putere electrica între doua sau mai multe surse electrice de emisie recepție fără a se utiliza mijloace de transport convenționale.

Transferul este făcut wireless la o distanță la care câmpul electromagnetic nu scade atât de mult pentru un transfer de putere rezonabil. Aceasta este posibilă dacă atât emițătorul cât și receptorul au aceeași frecvență de rezonanță.

Witricity se bazează pe o cuplare magnetica puternica între doua obiecte electromagnetice rezonante. Aceasta diferă de metodele de transfer tradiționale și mai simple cum sunt cele prin inducție, microunde, și ionizarea aerului. Sistemul consta din emițătoare și receptoare care conțin antene cu bucle magnetice acordate la aceeași frecvență. Datorită operării în câmpuri electromagnetice receptorul nu trebuie să se găsească la o distanță mai mare de 1/4 din lungimea de undă pentru un transfer optim de putere.

Tehnologia Witricity reprezintă un mod sigur neradioactiv, care se bazează în special pe câmpuri magnetice. Acestea au impact foarte redus asupra organismelor biologice (oameni și animale), și sunt științific demonstrate ca fiind sigure.

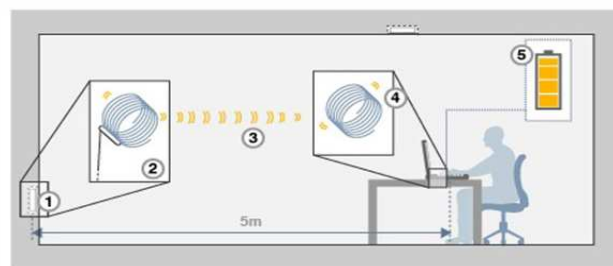
Termenul de „Witricity” a fost introdus de către profesorul **Marin Soljačić (1)** de la MIT, unde împreună cu echipa sa a început să lucreze la acest subiect în anul 2005. Prima lor lucrare a fost intitulată :”**Wireless power transfer via strongly coupled magnetic resonance**”, publicată în anul 2007. Pentru o promovare mai eficace a acestei tehnologii **Marin Soljačić** a înființat o companie împreună cu câțiva oameni din echipa sa.

Lucrarea din 2007 prezenta un rezultat experimental în care un bec de putere 60W era alimentat wireless la o distanță de 2m față de sursa cu un randament de 45%, cele doua bobine aflându-se la o frecvență de rezonanță de 9.9MHz.

Ideea de transfer a energiei electrice nu este noua, Nicolae Tesla fiind primul care a încercat dorind ca întreaga lume să fie alimentată în acest mod, însă proiectul sau a fost oprit din, după ce J.P.Morgan a încetat finanțarea pe motiv ca nu au existat rezultate practice.



Figure 1. Marin Soljačić 1st experiment MIT[1].



- 1. Magnetic coil (Antenna A) is housed in a box and can be set in wall or ceiling.
- 2. Antenna A, powered by mains, resonates at a specific frequency.
- 3. Electromagnetic waves transmitted through the air.
- 4. Second magnetic coil (Antenna B) fitted in laptop/TV etc resonates at same frequency as first coil and absorbs energy.
- 5. Energy charges the device.

Figure 2. How power wireless works

2. DESCRIEREA PROGRAMULUI Q3D

Q3D extractor reprezintă un soft, care caracterizează electric structuri tridimensionale interconectate, cum ar fi cele întâlnite în conectori „Printed Circuit Boards (PCBs), Ball Grid Arrays (BGAs), and Multi-Chip Modules (MCMs).”

Este folosit pentru determinarea următorilor parametri:

- Matrici de capacitate
- Analiza DC
 - matrici de inductivitate parțială și rezistivitate
- Analiza AC
 - de frecvență înaltă, matrici de rezistivitate, inductivitate parțială

Procedura presupune selectarea matricei ce se dorește a fi creată, desenarea modelului, specificarea proprietăților materialului, identificarea elementelor conductoare, și specificarea sursei de excitație.

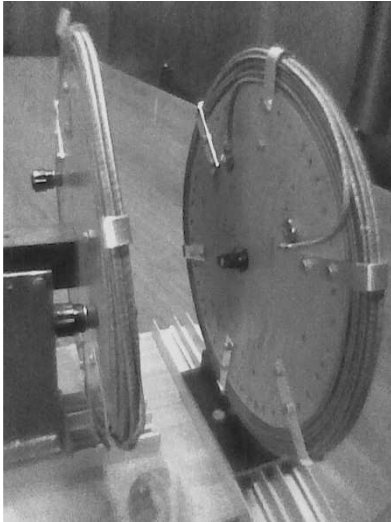
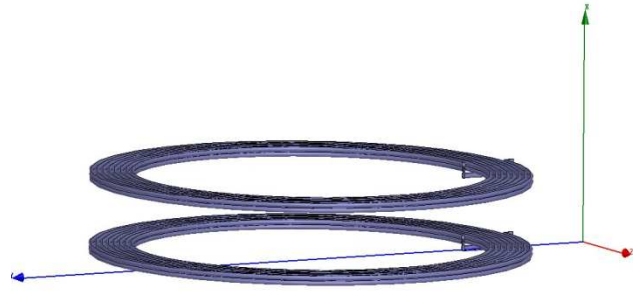
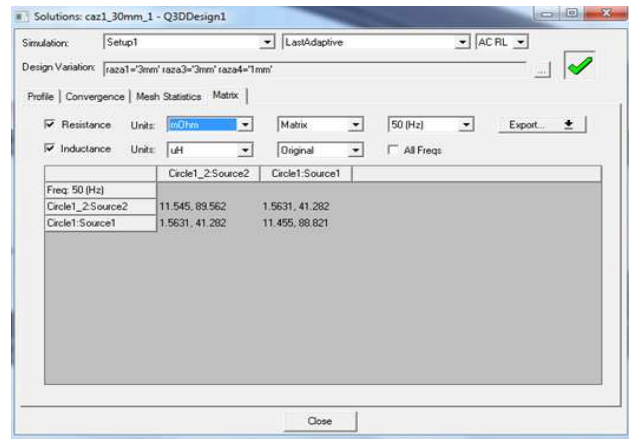


Figura 3: Bobinele după care s-a făcut modelarea în Q3D extractor

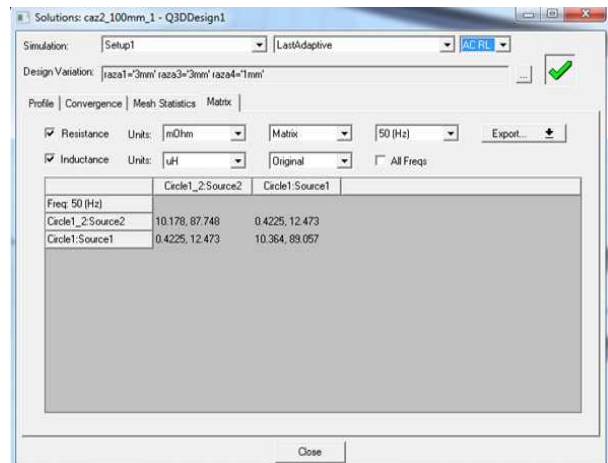
Exemple:
Exemple de modelare în programul Q3D:

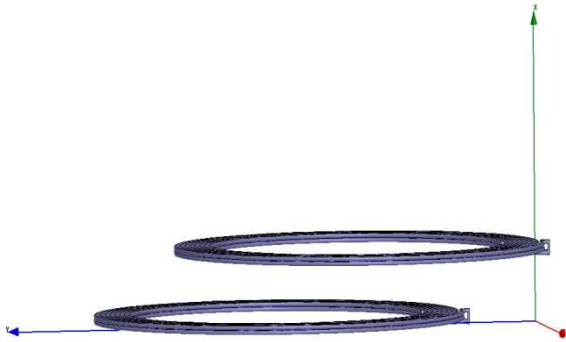


Caz1: h=30mm

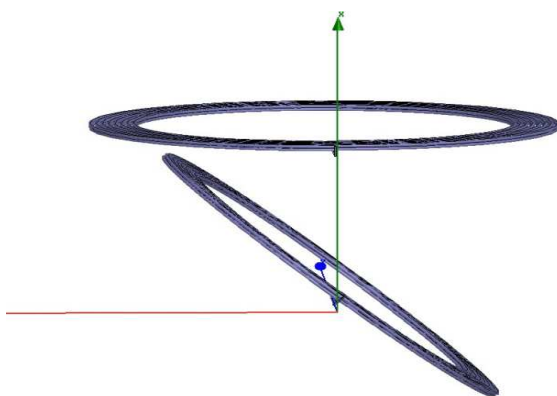
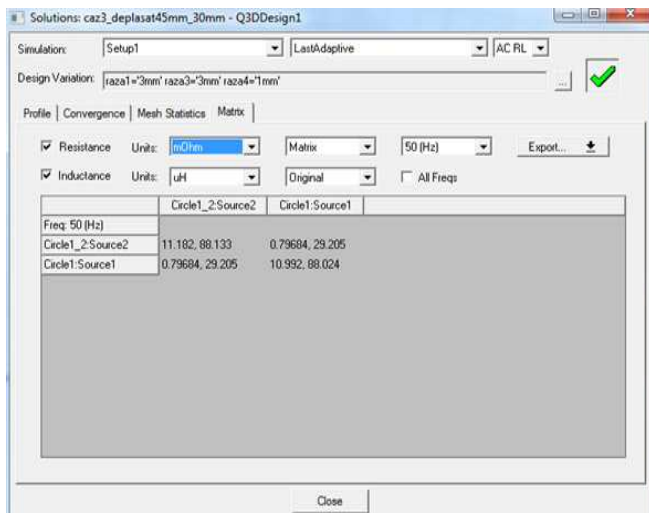


Caz2: h=100mm

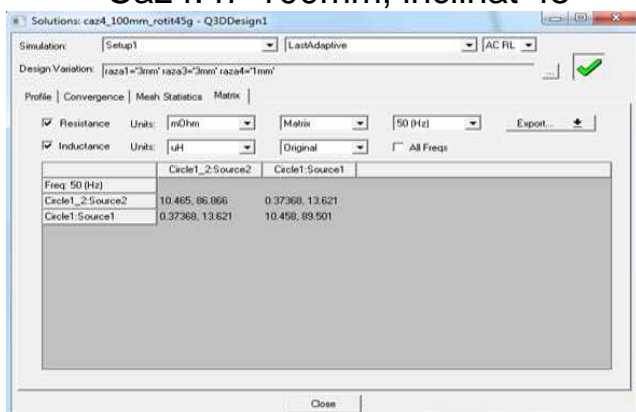




Caz3: $h=30\text{mm}$, deplasat 45°



Caz4: $h=100\text{mm}$, inclinat 45°



S-a folosit urmatoarea configurație:
 raza bob:114mm, raza spira 1 mm.
 caz1-L=30mm;
 caz2-L=100mm;
 caz3-L=30mm, deplasat una din bob cu 45%;
 caz4-L=100mm, una din bob rotita la 45%;
 Toate lungimile sunt calculate centru-centru,
 Raza interioara bob:90mm, raza exterioara 114mm.
 $f=50\text{Hz}$

Rezultate obtinute pentru cele patru cazuri:

- Caz 1: $M= 41.28 \mu\text{H}$;
- Caz 2: $M= 12.47 \mu\text{H}$;
- Caz 3: $M= 29.20 \mu\text{H}$;
- Caz 4: $M= 13.62 \mu\text{H}$;

Pentru o comparatie a datelor obtinute cu ajutorul programului Q3D, s-a folosit setul de date obtinut de dl. asistent dr. ing Dragos Niculae cu ajutorul unei proceduri Matlab, date verificate si foarte apropiate de cel masurate cu ajutorul dispozitivului din fig.4 .

Rezultate obtinute in matlab:

- Caz 1: $M= 44.38 \mu\text{H}$;
- Caz 2: $M= 13.28 \mu\text{H}$;
- Caz 3: $M= 30.37 \mu\text{H}$;
- Caz 4: $M= 14.68 \mu\text{H}$;

3. VALORI ALE PUTERILOR ACTIVE TRANSMISE SARCINII IN FUNCTIE DE CULPAJUL K

Se presupune două circuite RLC care nu se află la aceeași frecvență, o parte din câmpul magnetic emis ajunge la receptor, acesta se notează cu „k” si este cunoscut ca coeficient de cuplare, și depinde de distanță, de mărimea bobinei si de poziționarea acestora. Pentru a se ajunge la o cuplare magnetica puternică prin rezonanță magnetică, sistemul trebuie sa fie apropiat si la o frecvență de rezonanță egală.

Folosind teoria circuitului se poate determina ca rezonanța aste atinsă pentru doua frecvențe distincte(pentru fiecare circuit) egal distanțate față de frecvența naturală dacă k are o valoare îndeajuns de mare. Aceste fenomen se întâmplă deși ambele circuite RLC sunt acordate la aceeași frecvența de rezonanță. Lungimea intervalului între doua frecvențe este proporțional cu coeficientul k .

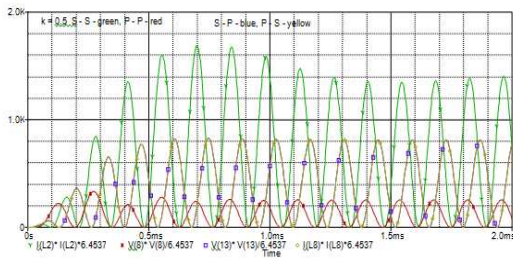


Figura 4: calculul puterii active pentru k constant, $k=0.5$

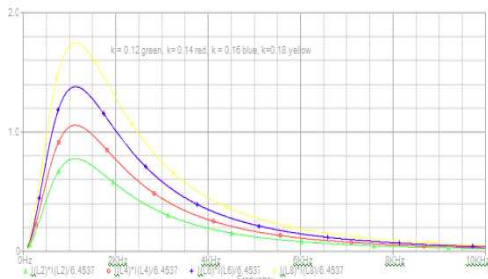


Figura 5: calculul puterii pentru $k_1=0.12, k_2=0.14, k_3=0.16, k_4=0.18$

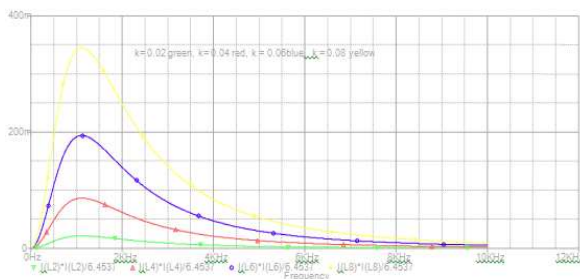


Figura 6: calculul puterii pentru: $k_1=0.02, k_2=0.04, k_3=0.06, k_4=0.08$

4. AVANTAJE SI DEZAVANTAJE:

4.1 Avantaje

- Metoda Witricity este mai bună față de transferul convențional de putere prin inducție electromagnetică care utilizează spații mici de aer, de asemenea este superior față de energia radiativă a unei antene.

- Efectul corpurilor nerezonante este redus. Dacă corpurile apropiate nu sunt capabile să oscileze la frecvența de rezonanță a ansamblului emitor-receptor, atunci influența lor este neglijabilă. Chiar și dale de metal amplasate între emițător și receptor au un efect redus. De aceea transferul de putere prin Witricity nu este afectat de către obstacole și nu necesită o cale goală între sursa și receptor.

- Alte avantaje ar putea fi ca aceasta este omni-direcțională, datorită naturii câmpului

înconjurător. Singura situație când sistemul nu transmite energie este atunci când bobina emițătorului și receptorului sunt amplasate ortogonal.

- O provocare este utilizarea tehnologiei pentru a transmite energie peste distanțe medii (câțiva metri). Aplicațiile medicale implică transferul unei cantități mici de putere pe distanțe scurte.

4.2 Dezavantaje

- Investigațiile arată că valorile inițiale ale amplitudinile câmpului magnetic și electric, aflate undeva între emitor și receptor sunt de câteva ori mai mari decât ordinele de siguranță. Lucrurile se înrăutățesc când apropiem bobinele emițătorului sau receptorului în locul în care valorile câmpului de amplitudine cresc de câteva sute de ori decât limitele de siguranță.

- Un alt dezavantaj îl reprezintă amplitudinea câmpului electric, mult mai periculos pentru oameni decât câmpul magnetic.

În studiul inițial o bobină elicoidală a fost folosită singură, aceasta a atins frecvența de rezonanță la 10MHz, deoarece efectul de rezonanță conduce la tensiuni înalte la borna comună ale L și C, ceea ce induce folosirea unui dispozitiv de înaltă tensiune pentru C.

5. Concluzii:

WiTricity are o eficacitate de numai 40-45%, pentru a concura cu bateriile chimice tradiționale ele trebuie să fie de două ori la fel de eficiente

Cercetătorii de asemenea, lucrează în prezent la problemele de sănătate legate de acest concept și au spus că într-un timp, de trei-cinci ani, ei vor veni cu un sistem de WiTricity pentru uz comercial.

Diferența datelor obținute prin programul Q3D extractor și cele în matlab, este destul de mică, însă datele obținute în Q3D sunt influențate de mesh.

REFERENCES

André Kurs et al - *Wireless power transfer via strongly coupled magnetic resonances* Science Express, Vol. 317. no. 5834, pp. 83 - 86, June 2007

Aristeidis Karalis et al - *Efficient wireless non-radiative mid-range energy transfer*, Annals of Physics, Vol. 323, pp. 34-48, January 2008

Witricity Corporation at://www.witricity.com/index.html

What is Witricity

<http://www.pcti.pctiltd.com/download/articals/Witricity.pdf>

David Schneider - Electrons Unplugged: Wireless power at a distance is still far away, IEEE Spectrum Magazine, pp. 35-39, May 2010

Robert A. Moffatt - *Wireless Transfer of electric power*, thesis for Bachelor of Science in Physics under the supervision of Marin Soljačić, June 2009

Q3D manual v8.0