

Általánosított Hertz vektor a disszipatív elektrodinamikában

Friday 26 August 2022 15:05 (15 minutes)

Általánosított Hertz vektor a disszipatív elektrodinamikában

Kivonat: Az elektromágneses térelméletben a matematikai úton bevezetett Hertz-vektor csökkenti a potenciálok számát a szabad terekben. Ennek a potenciálnak további előnye, hogy egyes sugárzási folyamatokat sokkal könnyebb matematikailag megoldani. Ez azt jelzi, hogy a kapcsolódó módszer esetenként hatékonyabb, mint a skalár- és vektorpotenciál alapú összefüggések. A megoldást követően a mérhető térváltozók, az elektromos és mágneses térmennyiségek közvetlen számítással következtethetők a Hertz-vektorból. Eddig azonban a Hertz-vektor bevezetése akkor működött, ha a konduktív áramokat figyelmen kívül hagytuk. Ezért javasoltunk egy általánosítást olyan esetekre, amikor ohmikus vezetők is jelen vannak, azaz olyan esetekre, amikor az elektromágneses tér energiája Joule hővé disszipálódik.

Ily módon a Joule-disszipáció a potenciálok szintjén jelenik meg. A Hertz-vektor ezen általánosítása lehetővé teszi, hogy létrehozzuk a Lagrange-féle leírását olyan elektromágneses tér esetében, amelyben kezelni tudjuk az elektromágneses energia veszteségét. A folyamathoz tartozó Hamilton-sűrűségfüggvény egyértelműen mutatja, hogy az elektromágneses tér energiája Joule-hővé disszipálódik. Ha a térben nincs konduktív áram, az elektromágneses energia megmarad a folyamat során. A bemutatott matematikai eljárás lehetővé teszi, hogy bevezessük a tárgyalt csillapodó elektromágneses hullámok Lagrange-sűrűségfüggvényét is, amely új utat nyithat a jövőbeli kutatások előtt. A megadott Lagrange-sűrűségfüggvény segítségével az elektromágneses és a termikus (hőmérsékleti) terek összekapcsolhatók lesznek, amivel további matematikai vizsgálatok válnak lehetségesek pl. a közegben lévő elektromágneses sugárzás esetében.

Generalized Hertz vector in the dissipative electrodynamics

Abstract In the electromagnetic theory, the Hertz vector reduces the number of potentials in the free fields. The further advantage of this potential is that it is much easier to solve some radiation processes. It indicates that the related method is sometimes more effective than the scalar and vector potential-based relations. Finally, the measurable field variables, the electric and magnetic fields, can be deduced by direct calculation from the Hertz vector. However, right now, the introduction of the Hertz vector operates if the conductive currents are neglected. We suggest a generalization for the case of conductive currents, i.e., for such cases when the electromagnetic field dissipates irreversibly into Joule heat. In this way, the Joule dissipation appears on a potential level. The presented procedure enables us to introduce also the Lagrangian formulation of the discussed dissipated electromagnetic waves. If there is no conductive current in the space, the electromagnetic energy is conserved during the process. We hope that based on the presented Lagrangian formulation, the electromagnetic and the thermal fields can couple, by which further studies may be possible in the case of electromagnetic radiation in media. It opens a new way for future studies.

Acknowledgement:

TKP2021-NVA-16 has been implemented with the support provided by the Ministry of Innovation and Technology of Hungary from the National Research, Development and Innovation Fund.

Referenciák

- Márkus, F. and Gambár, K. J. Non-Equilib. Thermodyn. 16, 27 (1991).
- Gambár and Márkus, F. Phys. Rev E 50, 1227 (1994).
- Szeglet, A. and Márkus, F. Entropy 22, 930 (2020).
- Rayleigh, J. W. S. The Theory of Sound (Dover, New York, 1929).
- Morse, Ph. M. and Feschbach, H. Methods of Theoretical Physics (McGraw-Hill, New York, 1953), Part I, pp. 275-347.
- Lebon, G. Principles in Thermodynamics (in Recent Developments in Thermodynamics of Solids, eds. G. Lebon and P. Perzyna) (Springer, 1980).
- Gambár, K., Lendvay, M., Lovassy, and Bugyjas, R. J. Acta Polytechn. Hung. 13, 173 (2016).
- Jackson, J. D. Classical Electrodynamics (J. Wiley and Sons, New York, 1999).
- Faraday, M. Experimental Researches in Electricity Vol 3. (Taylor and Francis, London, 1855).

- Doncely, M. G and de Lorenzo, J. A. Eur. J. Phys. 17, 6 (1996).
- Konopinski, E. J. Am. J. Phys. 46, 499 (1978).
- Gambár, K., Rocca, M. C. and Márkus, Acta Polytechn. Hung. 17, 175 (2020).
- Stratton, J. A. Electromagnetic Theory (McGraw-Hill, New York, 1941).
- Essex, E. A. Am. J. Phys. 45, 1099 (1977).
- Kannenberg, L. Am. J. Phys. 55, 370 (1987).
- Gough, W. Progress In Electromagnetics Research, PIER 12, 205 (1996).
- Elbistan, M. Phys. Lett. A 382, 1897 (2018).
- Ornigotti, M. and Aiello, A. J. Opt. 16, 105705 (2014).

Primary author: Dr GAMBÁR, Katalin Mária (NKE HHK Természettudományi Tanszék - Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Természettudományi Tanszék)

Presenter: Dr GAMBÁR, Katalin Mária (NKE HHK Természettudományi Tanszék - Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Természettudományi Tanszék)

Session Classification: 2. szekció