

DEE-12100 Sähkömagnetiikka 2

Tentti 6.5.2016, Saku Suuriniemi.

Ei muistiinpanoja, ei laskimia. Kaikki tehtävät 6 pistettä.

1. Muodosta 6 paikkansa pitävää virkettä. Käytä kukin alku kerran ja loppu korkeintaan kerran. Kirjoita vastaukseksi vain lista pareja, 1X, 2Y, 3Z, ...

1	Ideaali johde	A	kuvaa sähkökentän aikamuutoksia.
2	Tunkeutumisvyvyys	B	vaatii riittävän korkean taaajuuden.
3	Faradayn laki	C	kuvaa sähkömagneettisen induktion.
4	Antenniryhmän ryhmätekiä	D	kuvaa vaimenemista.
5	Aaltoputki	E	koostuu vähintään kahdesta johtimesta.
6	Siirtolinja	F	heijastaa aallon täydellisesti.
		G	riippuu suunnasta.

2. Selitä korkeintaan kahdella virkkeellä:

(a) Viivästyneet potentiaalit. (b) Hyvä johde ¹. (c) Kokonaisheijastuksen rajakulma.

3. Analysoi Poyntingin teoreemalla sähköisen energian säilyminen seuraavissa tilanteissa:

$$-\int_V \mathbf{E} \cdot \mathbf{J} dV = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \int_V \mathbf{E} \cdot \mathbf{D} dV + \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \int_V \mathbf{H} \cdot \mathbf{B} dV + \int_{\partial V} \mathbf{E} \times \mathbf{H} \cdot \mathbf{n} da$$

1 2 3 4

(a) Ideaali johtavaan käämiin johdetaan järjestelmän V ulkopuolelta vaihtovirta. (b) Käämin sisään sijoitetaan johtava metallikappale, jolloin käämi toimii iduktiokuumentimena. (c) Ns. loistehon kompensoimiseksi käämin kanssa rinnakkain laitetaan kondensaattori, jolloin kuorimitustilanteessa järjestelmään syötetty teho on joka hetki ei-negatiivinen.

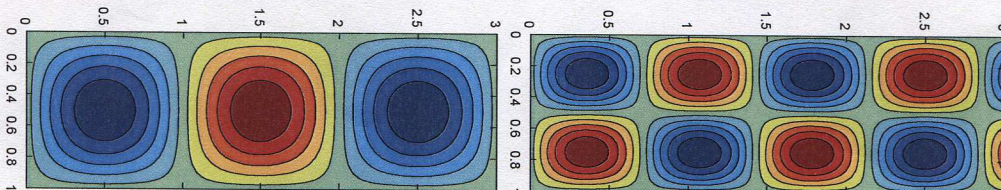
4. Ohjattu essee (max. 1 sivu): **Tasoaalto**.

Kysymyksiä virikkeeksi: Mitä sana "tasoaalto" tarkoittaa? Mihin suuntaan ovat $\mathbf{E}$, $\mathbf{H}$, ja $\mathbf{k}$? Miksi tasoaaltoa tarvitaan? Miten sellaisen saa käytännössä aikaan? Millaisia tasoaaltoja eri väliaineisiin syntyy (paikallisesti)? Minkä asioiden yhteydessä muistat kurssilla käytetyn tasoaaltoja?

5. Suorakulmaisessa aaltoputkessa (leveys a) etenevän TE_{0n} -moodin sähkökenttä on

$$\underline{\mathbf{E}}(\mathbf{r}, t) = E_0 \mathbf{u}_y (e^{j(k_x x + k_z z - \omega t)} - e^{j(-k_x x + k_z z - \omega t)})$$

arvolla $k_x = \frac{\pi n}{a}$. (a) Mikä on aallon magneettikentän voimakkuus $\underline{\mathbf{H}}(\mathbf{r}, t)$? (b) Mikä on putkea pitkin (eli poikkileikkauksen läpi) välittyvän tehon aikakeskiarvo?



Kuva 1: TE_{01} ja TE_{02} -moodien sähkökentät ylhäältä nähtyinä.

¹Aaltolukua sitoo ehto $k^2 = j\omega\mu + \epsilon\mu\omega^2$