

SMG-1400 SÄHKÖMAGNEETTISET KENTÄT JA AALLOT 2

Tentti 7.3.2011 Saku Suuriniemi.

Ei muistiinpanoja, ei laskimia. Kaikki tehtävät 6 pistettä.

Huom! Tehtävistä 1 ja 2 on saatava yhteensä 9 pistettä, jotta tenttisuoritus hyväksytään.

1. Kokoa kuusi kurssin sisältöä koskevaa väitettä: käytä kukin lauseen alku kerran ja loppu korkeintaan kerran. Mielekkäästä ja paikkansapitävästä lauseesta aina yksi piste, muuten nolla. Vastaus konseptipaperille numerojärjestyksessä muodossa 1X, 2Y, 3Z, ...

1	Kelan toiminta	A	luonnehtii johdemateriaalia.
2	Resistanssi	B	kertoo aallon sähkökentästä.
3	Resistiivisyys	C	määrää magneettivuot suljettujen pintojen läpi.
4	Polarisaatio	D	perustuu sähkömagneettiseen induktioon.
5	Aallon heijastuminen	E	määräytyy ominaisimpedansseista η .
6	Jatkuvuusyhtälö $\int_{\partial V} \mathbf{J} \cdot \mathbf{n} da = 0$	F	luonnehtii johdekappaletta.
		G	kertoo että varaukset eivät pakkaudu.

2. (2p kukin) (a) Kirjoita Gaussin laki magneettikentälle. (b) Kerro sanallisesti mitä se kertoo magneettivuon tiheydestä \mathbf{B} - ja missä alueessa. (c) Voiko magneettikentän ratkaista *vain tätä yhtälöä käyttäen*? Perustele vastauksesi.

3. Oikein vai väärin? Perustele lyhyesti tai anna esimerkki.

(a) Muuntaja ei toimi tasavirralla. (b) Pyörrevirtoja voi käyttää hyödyksi. (c) Faradayn laki pätee vain johteissa, koska vain niissä voi indusoitua virrantiheys. (d) Silmukan induktanssi riippuu sitä ympäröivästä väliaineesta. (e) Koska aallon tunkeutumissyvyys ideaalijohteessa on nolla, sen teho muuttuu täydellisesti lämmöksi heti pinnassa. (f) Maxwellin yhtälöt ja väliaineyhtälöt eivät riitä sähkömagneettisten kenttien kuvaamiseen, koska rajapintaehdot ovat välttämättömät.

4. Ohjattu essee: Antenni.

Ideoita vastaukseen: Kerro mihin antennoja käytetään, miten niitä rakennetaan, mitoitetaan ja suunnataan. Kerro toiminnan perusteista ja lanka-antennien mallintamisesta.

5. Kaksi järjestelmää on liitetty toisiinsa z -akselille sijoitetulla koaksiaalijohdolla (pyöreä a_2 -säteinen johdeputki, jonka keskellä juoksee a_1 -säteinen sisäjohdin). Johdon ulkopuolella sähkömagneettiset kentät ovat nollia ja säteiden a_1 ja a_2 välissä (E_0 ja Z pos. reaalityyppisiä)

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = E_0 \frac{\mathbf{i}x + \mathbf{j}y}{x^2 + y^2} \cos(\omega t - \kappa z), \quad \mathbf{H}(\mathbf{r}, t) = \frac{1}{Z} \mathbf{k} \times \mathbf{E}(\mathbf{r}, t).$$

- (a) Kumpi järjestelmä tuottaa tehoa ja kumpi kuluttaa sitä? (b) Paljonko aalto välittää tehoa kaapelin johdeseiniin? (c) Valitse johdosta aallonpituuden mittainen pätkä. Mitä siinä tapahtuu energian kannalta yhden jakson aikana?

$$-\int_V \mathbf{E} \cdot \mathbf{J} dV = \frac{d}{dt} \frac{1}{2} \int_V \mathbf{E} \cdot \mathbf{D} dV + \frac{d}{dt} \frac{1}{2} \int_V \mathbf{H} \cdot \mathbf{B} dV + \int_{\partial V} \mathbf{E} \times \mathbf{H} \cdot \mathbf{n} da, \quad \cos^2(x) = \frac{1 + \cos(2x)}{2}$$