



## Παράδειγμα 15

Θεματική ενότητα: Παράμετροι κεραιών

### Εκφώνηση

Για τις επικοινωνιακές ανάγκες, χρησιμοποιείται γραμμική ευθύγραμμη κεραία. Σε κατεύθυνση κάθετη προς τον άξονα της κεραίας και σε απόσταση 2 Km από το μέσον αυτού, πραγματοποιούνται πεδιομετρήσεις, όπου μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η συνάρτηση που δίδει την ένταση του ηλεκτρικού

πεδίου, έχει την έκφραση  $E_{\theta} = j \times \frac{I_0 \times Z_0}{2 \times \pi \times r} \times e^{-j \times \frac{2\pi}{\lambda} \times r} \times \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \times \cos \theta\right)}{\sin \theta}$ . Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου

εκφράζεται σε μονάδες  $\left(\frac{V}{m}\right)$ . Θεωρούμε ότι το μέσον διάδοσης είναι ο ελεύθερος χώρος και ότι η κεραία τροφοδοτείται με ρεύμα, μεγίστου πλάτους  $I_0$ . Να προσδιορισθεί:

α) η τιμή του ρεύματος της κεραίας,  $I_0$  σε μονάδες mA, ώστε στην ανωτέρω κατεύθυνση και απόσταση, η απόλυτη τιμή της πυκνότητας του ηλεκτρομαγνητικού κύματος να είναι  $16.98 \times 10^{-4} \frac{\mu W}{m^2}$ .

β) σε κατεύθυνση  $\theta = 30^\circ$  και στην ίδια απόσταση, η απόλυτη τιμή της πυκνότητας ακτινοβολίας είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη από την τιμή της πυκνότητας ακτινοβολίας που ετέθη στην 1<sup>η</sup> ερώτηση και κατά τι ποσοστό (%)?

γ) να προσδιορίσετε το μήκος της γραμμικής κεραίας (σε cm), για χρήση αυτής στην περιοχή των συχνοτήτων από 90 MHz έως 101 MHz.

### Λύση

α) Το μέγεθος  $\frac{(\text{Ένταση Πεδίου})^2}{\text{Αντίσταση}}$  από πλευράς μονάδων, έχει διαστάσεις πυκνότητας ισχύος (S).

Δηλαδή, μονάδες  $\left(\frac{W}{m^2}\right)$ . Επομένως:

$$\text{Η πυκνότητα ακτινοβολίας είναι: } S = \frac{|E_{\theta}|^2}{Z_0} \quad (1)$$

Προσδιορίζουμε την έκφραση του  $|E_{\theta}|$ . Από την σχέση που μας δίδεται στην εκφώνηση της άσκησης, έχουμε:



$$(E_{\theta})_{\theta=\pi/2} = j \times \frac{I_0 \times Z_0}{2 \times \pi \times r} \times e^{-j \times \frac{2\pi}{\lambda} \times r} \quad (2)$$

και

$$\left| (E_{\theta})_{\theta=\pi/2} \right| = \frac{I_0 \times Z_0}{2 \times \pi \times r} \quad (3)$$

Από την (1) και (3), έχουμε:

$$S = \frac{|E_{\theta}|^2}{Z_0} = \frac{\left( \frac{I_0 \times Z_0}{2 \times \pi \times r} \right)^2}{Z_0} = \frac{Z_0 \times I_0^2}{(2 \times \pi \times r)^2} \quad (4)$$

Τα δεδομένα της άσκησης είναι:

$$S = 16.98 \times 10^{-4} \mu W / m^2 = 16.98 \times 10^{-10} W / m^2 \quad (5)$$

$$r = 2 Km = 2000 m$$

$$Z_0 = 120 \times \pi$$

Από τις σχέσεις (4) και (5), έχουμε:

$$I_0 = 2.66 \times 10^{-2} A = 26.6 mA \quad (6)$$

β) Στην περίπτωση αυτή έχουμε:

$$\left| (E_{\theta})_{\theta=30^\circ} \right| = \frac{I_0 \times Z_0}{2 \times \pi \times r} \times \frac{0.2}{0.5} \quad (7)$$

Άρα:

$$S = \frac{|E_{\theta}|^2}{Z_0} = \frac{\left( \frac{I_0 \times Z_0}{2 \times \pi \times r} \right)^2 \times \frac{4}{5}}{Z_0} = \frac{Z_0 \times I_0^2}{(\pi \times r)^2 \times 25} \quad (8)$$



Αντικαθιστώντας στην (8) τα δεδομένα, λαμβάνουμε:

$$S = 2.7 \times 10^{-4} \frac{\mu W}{m^2} \quad (9)$$

και

|      |                                  |
|------|----------------------------------|
| 100% | $16.98 \times 10^{-4} \mu W/m^2$ |
| X?   | $2.7 \times 10^{-4} \mu W/m^2$   |

$$x = 100 \times \frac{2.7 \times 10^{-4}}{16.98 \times 10^{-4}} \approx 16 \%$$

#### Συμπέρασμα:

Η πυκνότητα ακτινοβολίας μειώνεται κατά ποσοστό περίπου 16%.

γ) Με βάση την έκφραση της έντασης του πεδίου, που μας δίδεται στην εκφώνηση της άσκησης και λαμβάνοντας υπόψη την γενική έκφραση της πυκνότητας ακτινοβολίας για τις γραμμικές κεραίες, δηλαδή:

$$S_r = \frac{\Lambda}{r^2} \times \left[ \frac{\cos(K \times l \times \cos \theta) - \cos(K \times l)}{\sin \theta} \right]^2 \quad (10)$$

προκύπτει εύκολα, ότι η κεραία είναι δίπολο μήκος  $\frac{\lambda}{4}$ , διότι με την τιμή αυτή λαμβάνουμε την έκφραση της

$S_r$ , που αντιστοιχεί στην δοθείσα ένταση πεδίου:

$$E_\theta = j \times \frac{I_0 \times Z_0}{2 \times \pi \times r} \times e^{-j \times \frac{2\pi}{\lambda} \times r} \times \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \times \cos \theta\right)}{\sin \theta}$$

$$f = \sqrt{f_1 \times f_2} = \sqrt{90 \times 101} = 95.34 MHz$$

Επομένως:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{95.34 \times 10^6} = 3.14 m$$

## UNIVERSITY OF PATRAS

Department of Electrical and Computer  
Engineering

Wireless Telecommunications Laboratory

Rion GR-265 00 Patras Greece

Tel: +30 61 997301, +30 61 997300, +30 61 997289,  
Fax: +30 61 997302, E-mail: Kotsop@ee.upatras.gr



## ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και  
Τεχνολογίας Υπολογιστών

Εργαστήριο Ασύρματης Τηλεπικοινωνίας

Ρίον 265 00, Πάτρα

Τηλ: (061) 997301, (061) 997300, (061) 997289,  
Fax: (061) 997302, E-mail: Kotsop@ee.upatras.gr

Άρα, η κεραία, θα έχει μήκος:

$$l = \frac{\lambda}{4} = \frac{3.14}{4} = 0.785m$$

ή

$$l = 78.5cm$$