

**Υπολογιστικά Θέματα για Παράδοση στο Μάθημα
«Συστήματα Κινητών Επικοινωνιών»
9ο Εξάμηνο Ροή Τ
Ακαδημαϊκό Έτος 2022-23**

Διδάσκων Αθ. Α. Παναγόπουλος, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, 12 Δεκεμβρίου 2022

Θέμα 1^ο :

Μια ραδιοζεύξη κινητών επικοινωνιών έχει σχεδιαστεί ώστε να επιτρέπονται μέγιστες απώλειες διάδοσης L_{\max} (dB). Ο κινητός δέκτης έχει ύψος h_r (m).

α) Υπολογίστε την μέγιστη απόσταση κάλυψης συναρτήσει του ύψους του Σταθμού Βάσης χρησιμοποιώντας το μοντέλο COST 231-Hata στη συχνότητα των 1.85GHz. Σχεδιάστε τις καμπύλες απόσταση ραδιοκάλυψης σε km συναρτήσει του ύψους του Σταθμού Βάσης, για αστικές περιοχές και αγροτικές περιοχές.

β) Να υπολογίσετε τη μέγιστη απόσταση κάλυψης στα 1.85GHz για τα παραπάνω περιβάλλοντα διάδοσης συναρτήσει τη πιθανότητας κάλυψης χρησιμοποιώντας τη σύσταση της ITU-R P.1406-1 και θεωρώντας σαν ανωμαλία εδάφους, μεταβολή ύψους μεταξύ 10% και 90%, 10m. Σχεδιάστε τις καμπύλες για το ελάχιστο και το μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος των Σταθμών Βάσης του μοντέλου COST 231-Hata.

γ) Θεωρώντας ότι ο δέκτης έχει κέρδος κεραίας 2dBi και ο πομπός 15Bi να σχεδιάσετε τις καμπύλες της εκπεμπόμενη ισχύος από το Σταθμό βάσης συναρτήσει της απόστασης για πιθανότητες κάλυψης 95%, 97%, 99% και 99.5% για τα παραπάνω περιβάλλοντα διάδοσης και το ελάχιστο και μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος των Σταθμών Βάσης. Η ισχύς κατωφλίου P_{thr} του δέκτη δίνεται.

Τιμές- Εξηγήσεις

- Οι τιμές του L_{\max} (dB), h_r (m) και P_{thr} (dBm) είναι ατομικές και ισούνται με τους αριθμούς 1XY, 1.XY και -1XY όπου XY είναι οι δύο τελευταίοι αριθμοί του Αριθμού μητρώου σας.
π.χ. Ο κωδικός 03092042, θα έχει

$L_{\max} = 142\text{dB}$, ύψος δέκτη $h_r = 1.42\text{m}$ και $P_{thr} = -142\text{dBm}$

- Η σύσταση ITU-R P.1406-1 είναι uploaded στα έγγραφα στο mycourses.

Θέμα 2°

Ένα σύστημα κινητών επικοινωνιών λειτουργεί κάτω από αργές διαλείψεις τύπου Rayleigh. Ο μέσος σηματοθορυβικός λόγος είναι $\bar{\gamma} (dB)$. Η ισχύς θορύβου θεωρείται σταθερή και ίση σε όλους του κλάδους $N (dBmW)$ Υποθέτοντας ανεξάρτητα κανάλια:

α) Να σχεδιάσετε την πιθανότητα αποκοπής (θεωρητικές καμπύλες και καμπύλες προσομοίωσης) συναρτήσει του λόγου $\gamma_{thr}/\bar{\gamma}$ (όπου γ_{thr} ο σηματοθορυβικός λόγος κατωφλίου) για συστήματα διαφορισμού επιλεκτικού συνδυασμού (Selection Combining SC) με 1 (χωρίς διαφορισμό), 2, 4, και 5 κλάδους μέχρι πιθανότητες 10^{-5} . Να επισυνάψετε τον Κώδικα προσομοίωσης (π.χ. MATLAB m file).

β) Να σχεδιάσετε την πιθανότητα αποκοπής του συστήματος διαφορισμού επιλεκτικού συνδυασμού συναρτήσει του σηματοθορυβικού λόγου κατωφλίου γ_{thr} για 1, 3, και 4 κλάδους μέχρι πιθανότητες 10^{-5} . Να επισυνάψετε τον Κώδικα προσομοίωσης (π.χ. MATLAB m file).

γ) Να σχεδιάσετε την πιθανότητα αποκοπής με τη χρήση προσομοίωσης για συστήματα διαφορισμού SC, Maximal Ratio Combining (MRC) και Equal Gain Combining (EGC) συναρτήσει της τιμής κατωφλίου γ_{thr} για 1, 2, 4, και 6 κλάδους μέχρι πιθανότητες 10^{-5} , (3 σχήματα ξεχωριστά, ένα για κάθε τεχνική). Επίσης να σχεδιάσετε σε ένα σχήμα την πιθανότητα αποκοπής συναρτήσει της τιμής κατωφλίου για 3 κλάδους και για τις 3 τεχνικές, καθώς και την περίπτωση του ενός κλάδου. Να επισυνάψετε τον Κώδικα προσομοίωσης (π.χ. MATLAB m files).

δ) Να σχεδιάσετε το κέρδος διαφορισμού συναρτήσει του αριθμού των κλάδων μέχρι 5 για τις 3 παραπάνω τεχνικές για πιθανότητες αποκοπής $10^{-1}\%$ και $10^{-3}\%$. Τι παρατηρούμε;

Τιμές-Εξηγήσεις

- Οι τιμές των $\bar{\gamma} (dB)$ και $N (dBmW)$ έχουν τιμές Y και -10Y όπου Y το τελευταίο ψηφίο του Αριθμού Μητρώου σας.

π.χ. Ο κωδικός 03092042, θα έχει τιμή $\bar{\gamma} = 2dB$ και $N = -102dBmW$

Θέμα 3°

Ζεύξη υποστήριξης κορμού (Backhaul link) λειτουργεί στη συχνότητα $f(GHz)$ με κάθετη πόλωση σε μια περιοχή με συντεταγμένες (lat °N, lon °W). Το Δίκτυο υποφέρει από διαλείψεις λόγω βροχής γιατί λειτουργεί σε συχνότητες πάνω από 10GHz. Χρησιμοποιήστε τις συστάσεις της ITU-R P.530, P.837 & P.838 που είναι uploaded στο mycourses.

α) Σχεδιάστε την καμπύλη πιθανότητας υπέρβασης για το σημειακό ρυθμό βροχόπτωσης (mm/hr) για την εν λόγω περιοχή. Σχεδιάστε σε νέα καμπύλη την πιθανότητα υπέρβασης βροχόπτωσης για την Αθήνα, Ιωάννινα και την εν λόγω περιοχή (όλα στο ίδιο σχήμα).

β) Σχεδιάστε τις καμπύλες πιθανότητας υπέρβασης για την απόσβεση λόγω βροχής i) για μήκη ζεύξης 4, 8, 12 και 15km και ii) για συχνότητες f , $2.5f$.

Δίνονται τα κάτωθι στοιχεία της ζεύξης: κέρδος κεραίας πομπού G_T , κέρδος κεραίας δέκτη G_R , θερμοκρασία θορύβου $T(K)$ και εύρος ζώνης λειτουργίας $B(MHz)$, καθώς και η ισχύ εκπομπής $P_T(dBW)$

γ) Υπολογίστε το SNR καθαρού ουρανού και να πραγματοποιήσετε την πιθανότητα αποκοπής της ζεύξης συναρτήσει του SNR_{thr} i) για τα παραπάνω μήκη για συχνότητα f και ii) για συχνότητες f , $2f$ και $3f$. Σχολιάστε τα αποτελέσματα.

δ) Προτείνετε τρόπους για να αυξήσουμε την πιθανότητα διαθεσιμότητας της ζεύξης

Τιμές-Εξηγήσεις

- Οι τιμές που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι

$$G_T = 1Y \text{ dBi} \quad G_R = 3Y \text{ dBi} \quad , \quad T(K) = 29Y \text{ K} \quad , \quad B = 2Y \text{ MHz} \quad \text{και} \quad P_T = -1Y \text{ dBW}$$

$$f = 1Y \text{ GHz}, \quad lat = 3Y^\circ \text{ N}, \quad long = 2Y^\circ \text{ W}$$

όπου Y το τελευταίο ψηφίο του Αριθμού Μητρώου σας.

π.χ. Ο κωδικός 03092042, θα έχει τιμή $G_T = 12 \text{ dBi}$, $G_R = 32 \text{ dBi}$ κ.λ.π.

Οι ασκήσεις θα πρέπει παραδοθούν μέχρι 12/2/2023 είτε ατομικά είτε σαν ομάδα. Μπορείτε να είστε ομάδα μέχρι δύο ατόμων. Θα γίνει upload ένα zip αρχείο, που θα περιέχει 2 doc/pdf αρχεία (ένα για κάθε σπουδαστή) με απαντήσεις στα ερωτήματα της εργασίας και τα αντίστοιχα σχήματα. Επιπλέον στο zip αρχείο θα έχει τον source κώδικα (m files, .py files) έτοιμα να εκτελεστούν που να αναπαράγουν τα σχήματα των pdf. Μπορεί να τρέχει ο κώδικας για ένα Αριθμό Μητρώου αλλά ο δεύτερος θα είναι σε σχόλιο.

Σημείωση: Τα υπολογιστικά θέματα είναι προαιρετικά. Θα μετρήσουν προσθετικά μέχρι 2 βαθμούς το μέγιστο αν ο εξεταζόμενος στο τελικό γραπτό έχει προβιβάσιμο βαθμό.