

تمرین سری اول مخابرات بی سیم

۱- با فرض مدل افت مسیر فضای آزاد و $G_T = 1$ ، برای اینکه در فرکانس $f_c = 5GHz$ و در فاصله ۱۰ متری توان دریافتی برابر $p_r = 1dBm$ باشد، توان ارسالی را تعیین کنید. حال اگر فاصله برابر ۱۰۰ متر شود، توان ارسالی چه تغییری می کند؟

۲- فرض کنید یک فرستنده سیستم انتقال بی سیم به طور همزمان در دو فرکانس ۹۰۰ و ۱۸۰۰ مگاهرتز با دو گیرنده متناظر در این فرکانس ها کار می کند (یک گیرنده در فرکانس ۹۰۰ و دیگری در فرکانس ۱۸۰۰). فرض کنید حداکثر توان فرستنده ۵ وات است که بین سیگنال ارسالی به این گیرنده ها تقسیم می شود. فرض کنید که توان دریافتی گیرنده های این سیستم (چه در فرکانس ۹۰۰ و چه در فرکانس ۱۸۰۰) باید بیشتر از ۱ میکرو وات باشد. با فرض مدل افت مسیر فضای آزاد و $G_T = 1$. اگر فاصله بین فرستنده و گیرنده اول دو برابر فاصله بین فرستنده و گیرنده دوم باشد، حداکثر فاصله بین فرستنده و گیرنده دوم چقدر خواهد بود؟

۳- فرض کنید توان نویز در گیرنده برابر $p_n = -160dBm$ باشد. فرض کنید از مدل افت مسیر ساده شده استفاده شده است و $d_0 = 1m$ ، $f_c = 1GHz$ ، $\gamma = 4$ ، و مقدار K از رابطه مربوطه در مدل فضای آزاد بدست می آید. به ازای توان ارسالی $p_t = 10mW$ ، بیشینه فاصله بین فرستنده و گیرنده چه قدر باشد تا نسبت توان سیگنال دریافتی به توان نویز در گیرنده برابر ۲۰ دسی بل شود؟

۴- فرض کنید اندازه گیری های انجام شده برای انتشار امواج در یک کانال به صورت جدول زیر باشد. پارامترهای مدل ساده شده افت مسیر را بدست آورید. افت مسیر در فاصله ۱۰۰ متری و ۱۵۰۰ کیلومتری چقدر خواهد بود؟ فرض کنید فرکانس کاری برابر ۹۰۰ مگاهرتز و $d_0 = 1$ متر است.

Distance from Transmitter (meter)	$\frac{P_r}{P_t} (dB)$
10	-75
20	-81
50	-97
100	-119
300	-137
1000	-156

۵- فرض کنید اندازه‌گیری‌های انجام شده برای انتشار امواج در یک کانال به صورت جدول زیر باشد. پارامترهای مدل ساده شده افت مسیر را بدست آورید. افت مسیر در فاصله ۱ کیلومتری و ۲ کیلومتری چقدر خواهد بود؟ فرض کنید $d_0 = 1$ متر است (اطلاعاتی در مورد فرکانس نداریم. در نتیجه علاوه بر نمای افت مسیر خود k نیز مجهول بوده و باید پیدا شود. یعنی تابع نهایی به صورت $f(\gamma, k)$ خواهد بود).

Distance from Transmitter (meter)	$\frac{P_r}{P_t} (dB)$
5	-60
25	-80
65	-105
110	-115
400	-135
1000	-150

۶- احتمال قطع را در فاصله ۱۵۰ متری برای یک کانال بر اساس مدل تلفیقی افت مسیر و اثر سایه‌ای بدست آورید. فرض کنید $p_t = 10mW$ ، $p_{min} = -110.5dBm$ ، $\log(k) = -3.154$ ، $\gamma = 3.7$ ، $d_0 = 1m$ و $\delta_{\psi_{dB}} = 3.65$.

۷- ناحیه تحت پوشش یک میکروسل را با فرض اینکه افت مسیر از مدل ساده شده تبعیت می‌کند و شعاع سلول ۱۰۰ متر است، بدست آورید. فرض کنید $\gamma = 3$ ، $d_0 = 1$ و $K = 0dB$ ، $\delta_{\psi_{dB}} = 4dB$ ، $p_t = 80mW$ و $p_{min} = -100dBm$.

۸- در یک کانال با محوشوندگی رایلی، رابطه توان ارسالی و دریافتی به صورت $p_r = \alpha p_t$ است که در آن α

$$f(\alpha) = \begin{cases} \frac{1}{\bar{\alpha}} e^{-\frac{\alpha}{\bar{\alpha}}} & \alpha \geq 0 \\ 0 & o.w. \end{cases}$$

بهره توان کانال بوده که یک متغیر نمایی با تابع چگالی $\bar{\alpha}$ متوسط α است.

الف: فرض کنید $\bar{\alpha} = \frac{1}{2}$ و $p_t = 10$ وات است. مطلوب است محاسبه توان متوسط دریافتی یعنی \bar{P}_r

تابع چگالی احتمال p_r ، مقدار احتمال $\Pr(p_r \leq 5)$ ، و مقدار احتمال $\Pr(\frac{1}{2} \leq p_r)$.

ب: با فرض $p_t = 20$ وات، مقدار $\bar{\alpha}$ چقدر باشد که داشته باشیم $\Pr(p_r \leq \frac{1}{2}) \leq 10^{-3}$

۹ - در یک کانال با محوشوندگی رایلی، توان دریافتی به صورت یک متغیر تصادفی نمایی با تابع چگالی

$$f(p_r) = \begin{cases} \frac{1}{\bar{p}_r} e^{-\frac{p_r}{\bar{p}_r}} & p_r \geq 0 \\ 0 & o.w. \end{cases}$$

متوسط توان دریافتی است که در آن \bar{p}_r متوسط توان دریافتی است که از رابطه افت مسیر ساده شده

$$\bar{p}_r = p_t \left(\frac{1}{d}\right)^3$$

محاسبه می‌شود که در آن p_t توان ارسالی فرستنده است.

الف: فرض کنید $p_t = 10$ وات و $d = 10$ متر است. مطلوب است محاسبه مقدار احتمال $\Pr(p_r \leq 10^{-4})$

و مقدار احتمال $\Pr(10^{-3} \leq p_r)$. اگر فاصله دو برابر شود، مقدار این احتمال‌ها چقدر خواهد شد؟

ب: حال فرض کنید $p_t = 20$ وات باشد. برای اینکه داشته باشیم $\Pr(p_r \leq 10^{-2}) \leq 0.1$ مقدار d چقدر

خواهد بود؟

ج: برای اینکه در فاصله $d = 25$ متر داشته باشیم $\Pr(p_r \leq 10^{-3}) \leq 0.01$ ، توان ارسالی را تعیین کنید.

۱۰- یک سیستم بی سیم به صورت نشان داده شده در شکل زیر شامل یک فرستنده، یک فرستنده-گیرنده و یک

گیرنده است. طرز کار سیستم به صورت زیر است. فرستنده پیام را با توان p_t^1 ارسال می‌کند. فرستنده-گیرنده

شماره ۱ این پیام را با توان p_r^1 دریافت کرده و مجدداً با توان p_t^2 ارسال می‌نماید. در نهایت گیرنده سیگنال را

با توان p_r^2 دریافت می‌کند. فرض کنید هر دو کانال تحت تاثیر اثر محوشوندگی مستقل از یکدیگر با تابع چگالی

$$f(\gamma) = \frac{1}{\bar{p}_r} e^{-\frac{\gamma}{\bar{p}_r}}$$

قرار دارند که در آن \bar{p}_r توان متوسط دریافتی در گیرنده است که از مدل افت مسیر به صورت

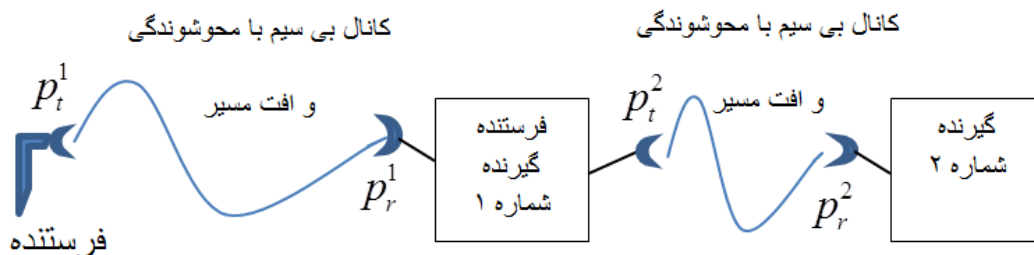
$$p_r = p_t \left(\frac{1}{d}\right)^2$$

پیروی می‌کند. با فرض $p_t^1 = p_t^2 = 10$ وات، در صورتی که بخواهیم داشته باشیم

$$P(p_r^1 \leq 1mW) < 0.01 \text{ و } P(p_r^2 \leq 1mW) < 0.05$$

طول هر کانال را معین کنید. با فرض اینکه طول هر کانال

۱۰۰ متر است، احتمال اینکه هر یک از توان‌های دریافتی کمتر از ۱۰۰ میکرو وات شود چقدر است؟



۱۱ - فرض کنید یک کانال بی‌سیم داده شده است. فرض کنید افت توان از رابطه ساده شده فضای آزاد یعنی $P_r(d) = P_t \left(\frac{d}{d_0}\right)^2$ بدست می‌آید که در آن $d_0 = 1m$. فرض کنید پهنای باند کانال $B = 40KHz$ و $N_0 = 10^{-10} \frac{W}{Hz}$ باشد.

- اگر توان ارسالی برابر $P_t = 2W$ باشد، ظرفیت کانال برای مسافت‌های $d = 20m$ و $d = 50m$ چقدر خواهد بود؟
- اگر در فاصله $d = 20m$ بخواهیم ظرفیت کانال برابر $C = 20kbps$ (bit per second) باشد، توان ارسالی چقدر خواهد بود؟
- اگر بخواهیم در فاصله $d = 50m$ همین ظرفیت $C = 20kbps$ را داشته باشیم توان ارسالی چه خواهد بود؟

۱۲ - فرض کنید یک کانال بی‌سیم داده شده است. فرض کنید افت توان از رابطه ساده شده فضای آزاد یعنی $P_r(d) = P_t \left(\frac{d}{d_0}\right)^3$ بدست می‌آید که در آن $d_0 = 10m$. فرض کنید پهنای باند کانال $B = 50KHz$ و $N_0 = 10^{-10} \frac{W}{Hz}$ باشد.

- اگر در فاصله $d = 20m$ بخواهیم ظرفیت کانال برابر $C = 20kbps$ (bit per second) باشد، توان ارسالی چقدر خواهد بود؟ اگر این توان ارسالی دو برابر شود، ظرفیت کانال چه تغییری خواهد کرد؟ اگر بخواهیم ظرفیت کانال دو برابر شود، توان ارسالی را چند برابر کنیم؟
- با شرایط قسمت قبل، اگر توان را دو برابر کنیم، در فاصله چند متری ظرفیت کانال مجدداً $C = 20kbps$ خواهد بود؟ اگر فاصله را دو برابر کنیم برای ثابت ماندن ظرفیت، توان ارسالی چه تغییری خواهد کرد؟