

דוח מכין למעבדה 2:

Part_1

1.

- לפי הנוסחה של free space loss נקבל:

$$\frac{P_t}{P_r} = \frac{(4\pi d)^2}{G_r G_t \lambda} = \left[P_r = 1dBm \rightarrow 10^{\frac{(P_{dbm}-30)}{10}} = 1.25mW, \frac{c}{f} = \lambda \rightarrow \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^9} = 0.06, G_r = G_t = 1, d = 10m \right] = \frac{(4\pi \cdot 10)^2}{0.06}$$

$$P_t = \frac{(4\pi \cdot 10)^2}{0.06} \cdot P_r = \frac{(4\pi \cdot 10)^2}{0.06} \cdot 1.25 \cdot 10^{-3} = 5,483.11W$$

- עבור d=100m:

$$\frac{P_t}{P_r} = \frac{(4\pi d)^2}{G_r G_t \lambda} = \left[P_r = 1dBm \rightarrow 10^{\frac{(P_{dbm}-30)}{10}} = 1.25mW, \frac{c}{f} = \lambda \rightarrow \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^9} = 0.06, G_r = G_t = 1, d = 100m \right] = \frac{(4\pi \cdot 100)^2}{0.06}$$

$$P_t = \frac{(4\pi \cdot 100)^2}{0.06} \cdot P_r = \frac{(4\pi \cdot 100)^2}{0.06} \cdot 1.25 \cdot 10^{-3} = 548,311.35W$$

2.

- נשתמש באותו חישוב עבור $f_c = 900MHz$ ורדיוס של האנטנה הוא 100m, $P_r = 10\mu W$

$$\frac{P_t}{P_r} = \frac{(4\pi d)^2}{G_r G_t \lambda} = \left[P_r = 10\mu W, \frac{c}{f} = \lambda \rightarrow \frac{3 \cdot 10^8}{900 \cdot 10^6} = 0.333333, G_r = G_t = 1, d = 100m \right] = \frac{(4\pi \cdot 100)^2}{0.333333}$$

$$P_t = \frac{(4\pi \cdot 100)^2}{0.333333} \cdot P_r = \frac{(4\pi \cdot 100)^2}{0.333333} \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 142.12W$$

- עכשיו נשנה את התדר ל- $f = 5GHz$

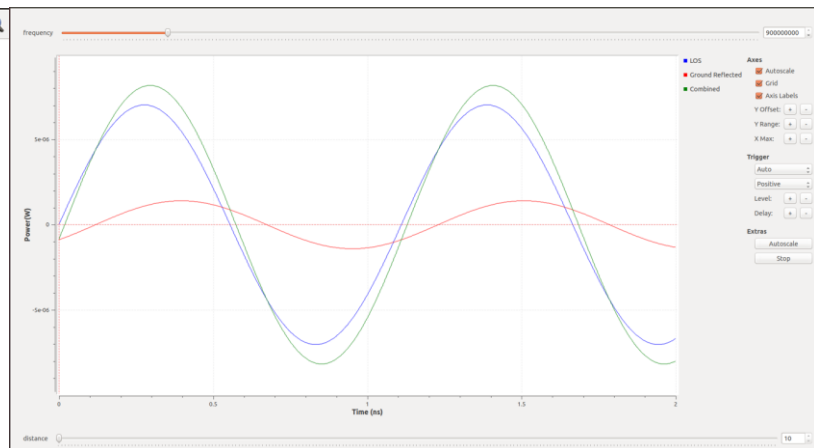
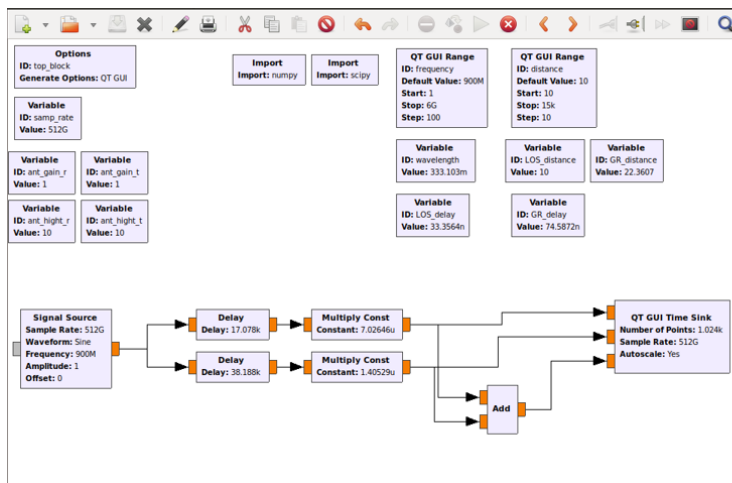
$$\frac{P_t}{P_r} = \frac{(4\pi d)^2}{G_r G_t \lambda} = \left[P_r = 10\mu W, \frac{c}{f} = \lambda \rightarrow \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^9} = 0.06, G_r = G_t = 1, d = 100m \right] = \frac{(4\pi \cdot 100)^2}{0.06}$$

$$P_t = \frac{(4\pi \cdot 100)^2}{0.06} \cdot P_r = \frac{(4\pi \cdot 100)^2}{0.06} \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 4386.49W$$

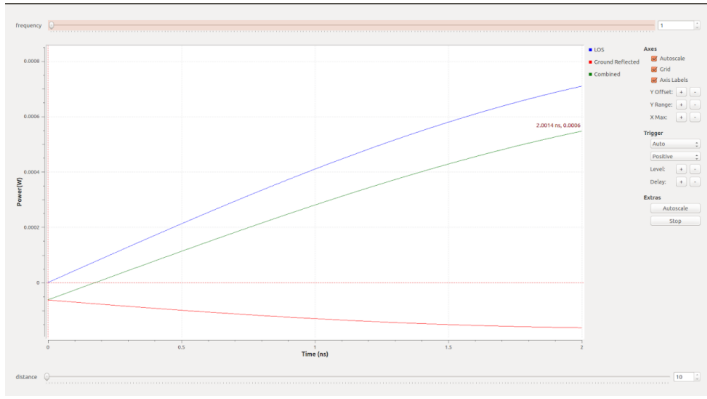
נשים לב כי אם התדר גבוהה יותר אורך הגל שלו יותר קצר, מכאן נובע כי הספק לשידור עבור אותם הפרמטרים גדול משמעותית.

Part_2

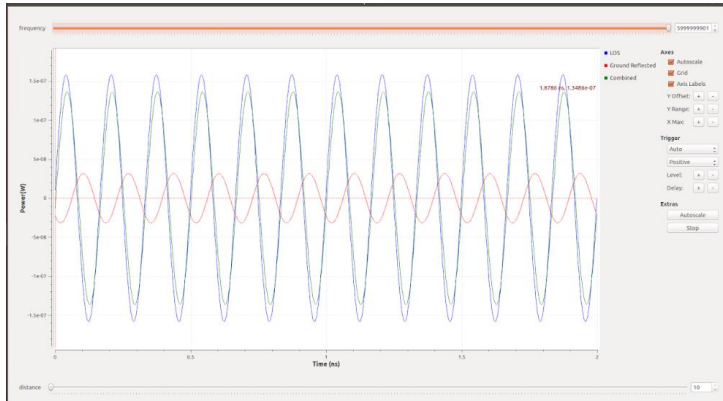
done 1-17 ****



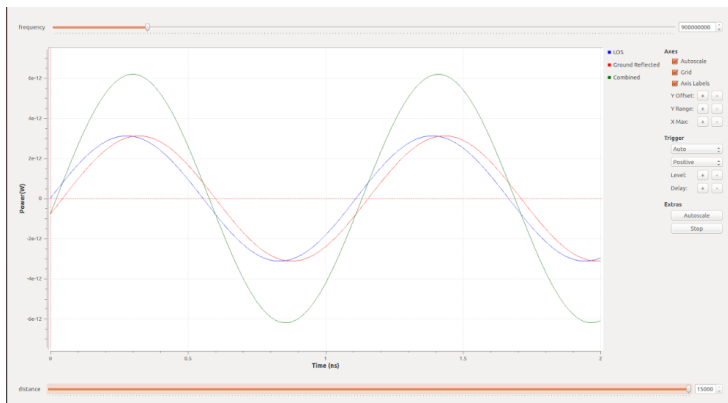
3. א. עבור תדר של 1Hz ומרחק של 10m נקבל שהמתח המקסימלי הוא 0.0006



ועבור תדר מקסימלי נקבל $1.3486 \cdot 10^{-7}$

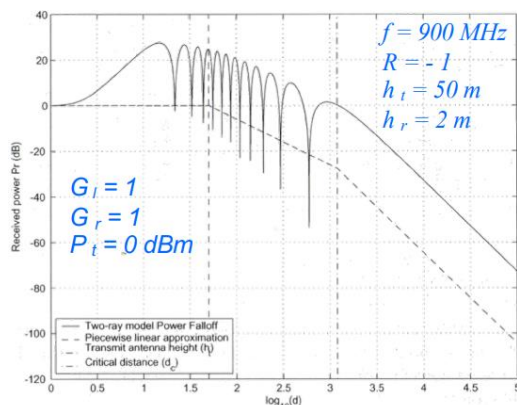


ב. קיבענו את התדר להיות 900MHz והעלנו בהדרגה את המרחק כפי שהתבקשנו, שמנו לב שככל שהמרחק גדל מתח האות שמתקבל קטן כפרופורציה של המרחק. כלומר עבר המרחק הגבוהה במיוחד שהוא 15 קילומטרים השפעה על Path loss תהיה הגדולה ביותר.



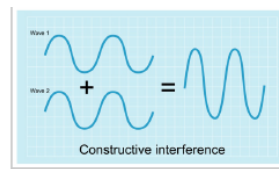
נסביר למה:

ניתן לראות מהנוסחה כי ככל שהמרחק גדל עוצמת האות קטנה, עוצמת האות מושפעת באופן ישר מהמרחק בין האנטנות כפי שלמדנו בכיתה לפי המודל.



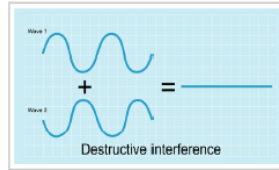
$$P_r = P_t \left[\frac{\lambda}{4\pi} \right]^2 \left| \frac{\sqrt{G_t}}{l} + \frac{R\sqrt{G_r}e^{-j\Delta\phi}}{x + x'} \right|^2$$

- **Constructive Interference** occurs when waves from two coherent sources meet to produce a wave of greater amplitude.



4. תזכורת מההרצאה:

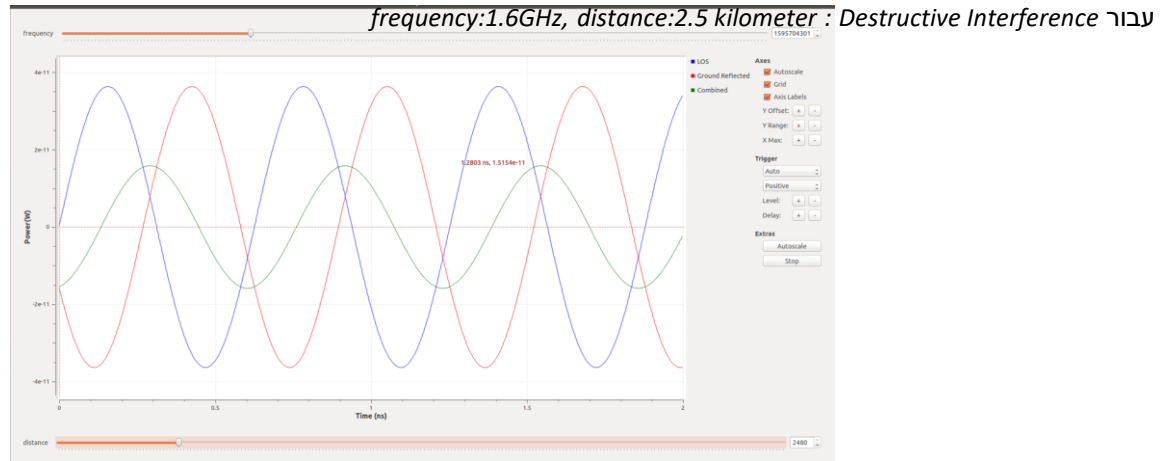
- **Destructive Interference** occurs when waves from two coherent sources meet to produce a wave of lower amplitude.



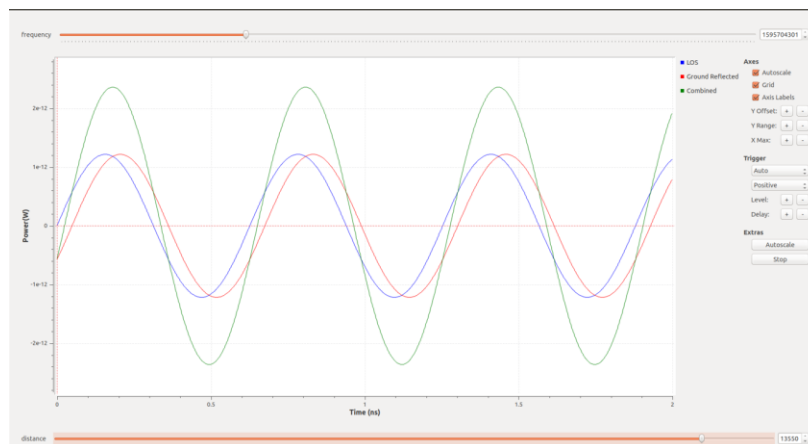
Omer Gurewitz

(371-1-1903) Wireless Networks

אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
Ben-Gurion University of the Negev



frequency:1.6GHz, distance:2.5 kilometer : Constructive Interference עובר



5. מזכר בנוסחה מהכיתה ונראה ש: $P_r = 0, R = -1$ נרצה למצוא את המרחק שמאפשר זאת, לשם כך נדרוש שהפאזה תתאפס על מנת להעלים את אקספוננט ולהביע את המרחק שיוצר את השוויון .

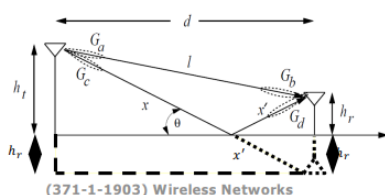
$$P_r = P_t \left[\frac{\lambda}{4\pi} \right]^2 \left| \frac{\sqrt{G_l}}{l} + \frac{R\sqrt{G_r}e^{-j\Delta\phi}}{x + x'} \right|^2$$

- Where $\Delta\phi = 2\pi \cdot \frac{(x+x'-l)}{\lambda}$ is the phase diff. between the two received signal components.

- We showed that: $x + x' - l = \sqrt{(h_t + h_r)^2 + d^2} - \sqrt{(h_t - h_r)^2 + d^2}$

$$\Delta\phi = \frac{2\pi\Delta d}{\lambda} = \frac{2\pi(x + x' - d)}{\lambda} = 2\pi k \rightarrow x + x' - d = \lambda * k$$

$$\frac{\sqrt{G_l}}{d} = \frac{\sqrt{G_r} \cdot e^0}{(x + x')} \rightarrow d = \frac{(x + x') \cdot \sqrt{G_l}}{\sqrt{G_r}}$$



אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
Ben-Gurion University of

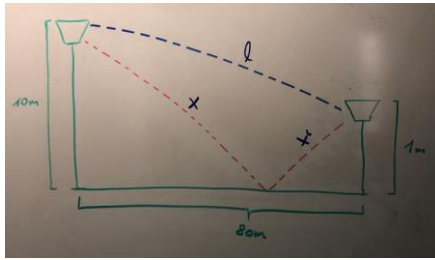
6. עכשיו בעזרת הנתונים נצטרך לחשב את Delay בין הLOS לבין ה Reflection

מתוך ההרצאה:

נתונים:

- $d = l = 80m$
- $c = 3 \cdot 10^8 mps$
- $h_t = 10m$
- $h_r = 1m$
- $f = 900MHz$

- x_i – path length of the i th reflected ray
- $\tau_i = \frac{x_i - l}{c}$ – time delay of the i th reflected ray relative to the LOS ray

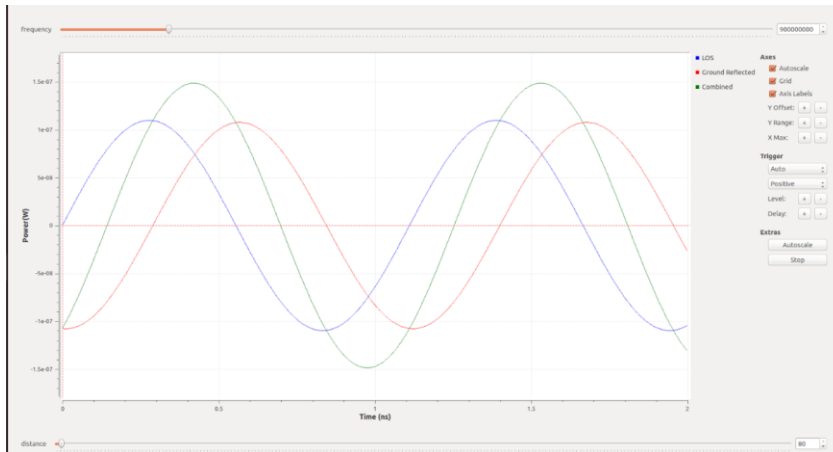


$$l' = \sqrt{d^2 + (h_t - h_r)^2} = \sqrt{80^2 + (10 - 1)^2} = 80.5$$

$$x + x' = x_i, \{\text{סימון}\} = \sqrt{d^2 + (h_t + h_r)^2} = \sqrt{80^2 + (10 + 1)^2} = 80.75$$

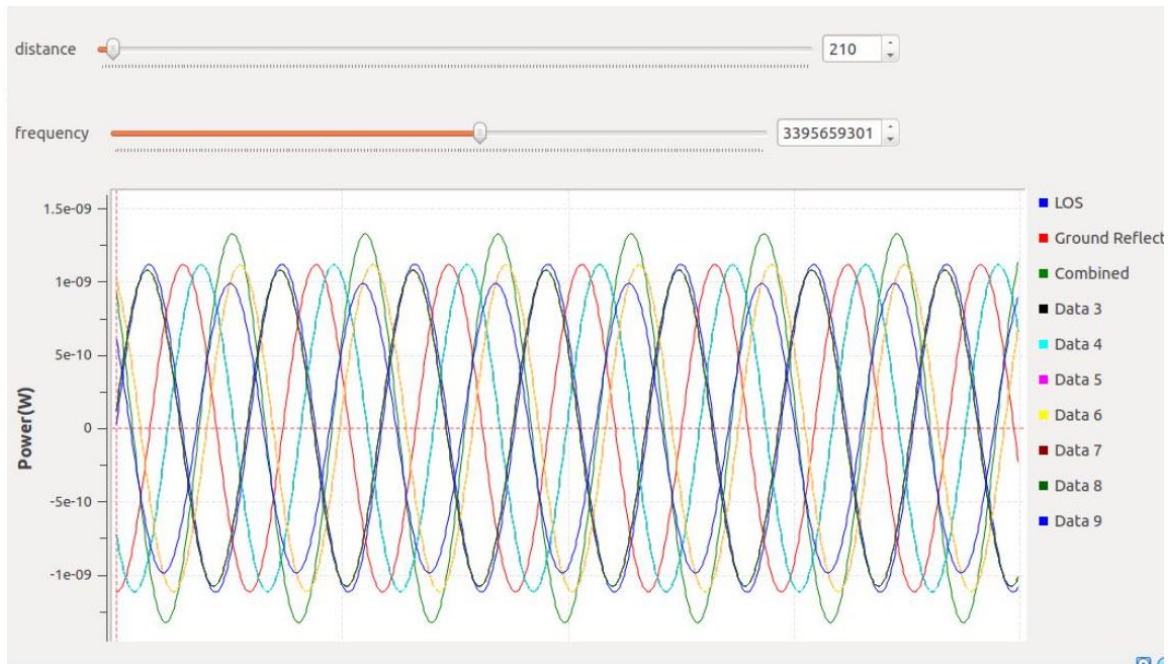
$$\text{delay} = \frac{x_i - l'}{c} = \frac{80.75 - 80.5}{3 \cdot 10^8} = 8.33333333 \cdot 10^{-10} [sec]$$

מהסימולציה, נראה שהם כמעט אותו דבר:



Part_3

- לא הצלחנו לצלם את הקוד במלואו עמכם הסליחה.
- 7. נשים לב כי הגל כמעט הורס:



- לא נוכל למצוא התאבכות הורסת מושלמת/בונה מושלמת, הסיבה שאנחנו חושבים היא בגלל ריבוי קרניים, כמעט בלתי אפשרי למצוא סופר-פוזיציה של פאזות כך שיוצאת כפולה שלמה של פאי כמו במודל ה-*Two-Ray* שמצאנו בפרקים הקודמים. בנוסף נשים לב שככל שנגליד את המרחק בין האנטנות נתקשה יותר למצוא את התאבכות הורסת מאחר והדיליי הנוצר מהרפלקשין זניח מהדיליי שנוצר מהמרחק ובנוסף יש את מקדם השיקוף של שמוחזר מהקיר שמוריד את העוצמה של הגל.

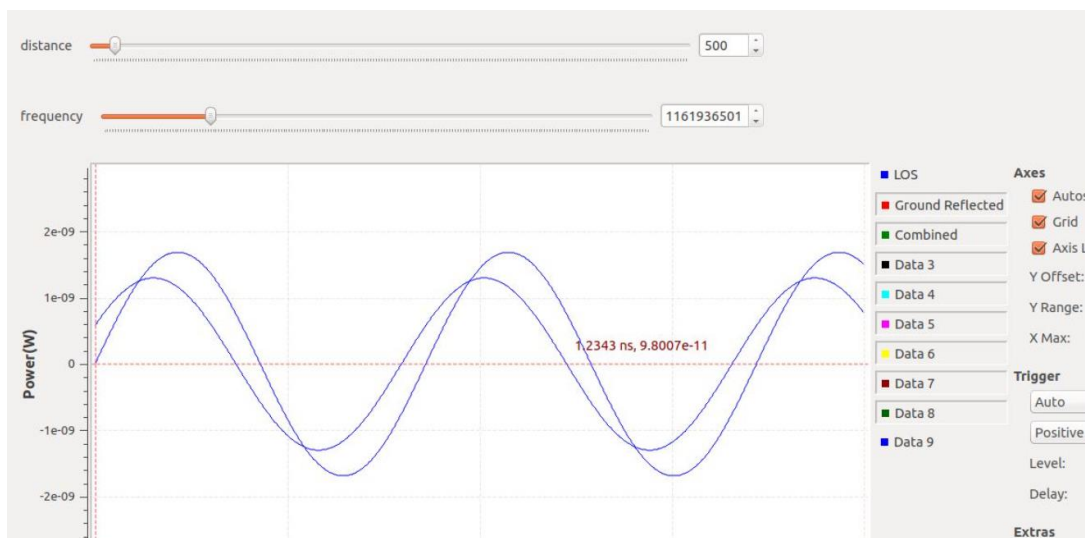
8. הפרש הזמנים הכי גדול הוא בין הקרן הכי מהירה (שהיא ה-*LOS* כמובן) ובין הקרן הכי איטית שהיא ה-*TW*, נחשב זאת לפי הזמנים בין שני הגלי מחזור :

$$LOS: 1.2947 - 0.43 = 0.864ns$$

$$TW: 1.2198 - 0.5647 = 0.6551ns$$

הפרש בניהם :

$$Diffrencens: 0.864 - 0.6551 = 0.2089ns$$



עבור הפרש העוצמות נשים לב כי

$$LOS: 1.6662e^{-9}w$$

$$TW: 1.3022e^{-9}w$$

$$Diffrencens: 4.492 \cdot 10^{-5}w$$

Part_4

9. קודם נמצא את המרחק, ידוע לנו שהאנטנות באותו גובה (שוות ל $10m$) ולכן המרחק בין האנטנות שווה למרחק שקרן ה LOS עוברת, בנוסף הדיילי בין הקרן של LOS לבין הקרן המוחזרת מהקרקע הוא $0.05 \cdot 10^{-6}$ ולכן חשב את $Delay$ לפי המשוואה הבאה :

בנוסף נתון ש- $f_c = 900MHz$

$$Delay = \frac{x + x' - l}{c} = 0.05 \cdot 10^{-6} \rightarrow l = d, \{x + x' = \sqrt{d^2 + (h_t + h_r)^2} = \sqrt{d^2 + (10 + 10)^2}\}$$

$$Delay = \frac{\sqrt{d^2 + (20)^2} - d}{c} = 0.05\mu_s \rightarrow \sqrt{d^2 + 400} = d + c \cdot 0.05\mu_s \quad ()^2, c \cdot 0.05\mu_s = 15m$$

$$d^2 + 400 = d^2 + 30 \cdot d + 225$$

$$30 \cdot d = 175 \rightarrow d = 5.83333m \rightarrow x + x' = \sqrt{(5.83333)^2 + (20)^2} = 20.83m$$

עכשיו נחשב את α_1, α_2 :

נזכר בנוסחאות שניתנו לנו ונחשב עבור מודל 2 קרניים

$$\lambda = \frac{c}{f_c} \rightarrow \lambda = 0.333333m, \alpha_1 = \left(\frac{\lambda \sqrt{G_l}}{4\pi l} \right)^2 \rightarrow G_l \cdot 2.6067 \cdot 10^{-5}$$

$$\alpha_2 = \left(\frac{\lambda \sqrt{G_l}}{4\pi(x + x')} \right)^2 \rightarrow G_l \cdot 1.621 \cdot 10^{-6}$$

10. נשים לב כי במחזוריים של T_0 מתקבל גל ועכשיו נתון לנו שגם עבור כל $2T_0$ מתווסף גל נוסף לשידור . ולכן המחזוריים שלנו נעים בין $0 \leq t \leq kT_0, k \in \mathbb{N}$

$$c(t - \tau_0) = \sum_{n=0}^{|kT_0|} \alpha_n e^{j\phi_n} \delta(t - \tau_n) =$$

$$\alpha_0 e^{j\phi_0} \delta(t - \tau_0) + [kT_0] \alpha_1 e^{j\phi_1} \delta(t - \tau_1) + \left[\frac{kT_0}{2} \right] \alpha_2 e^{j\phi_2} \delta(t - \tau_2)$$

מתחיל מחזור ב kT_0 מסיים ב $2kT_0$

מתחיל מחזור ב $2kT_0$ מסיים ב kT_0

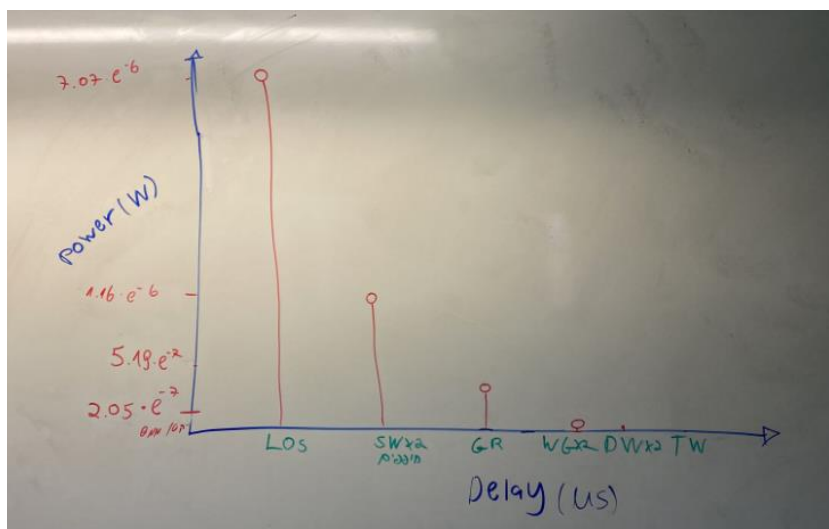
11. הנתונים בסימולציה שלנו:

תדר $f_c = 900MHz$

$d = 10m$

גבהים של האנטנות זהים

חישבנו לפי המתואר בפרקים הקודמים והצבנו בקוד וקיבלנו את הנתונים וציירנו גרף :



גם כאן כפי שציפינו קיבלנו דעיכה ככמות הקרניים שפוגעות בקירות