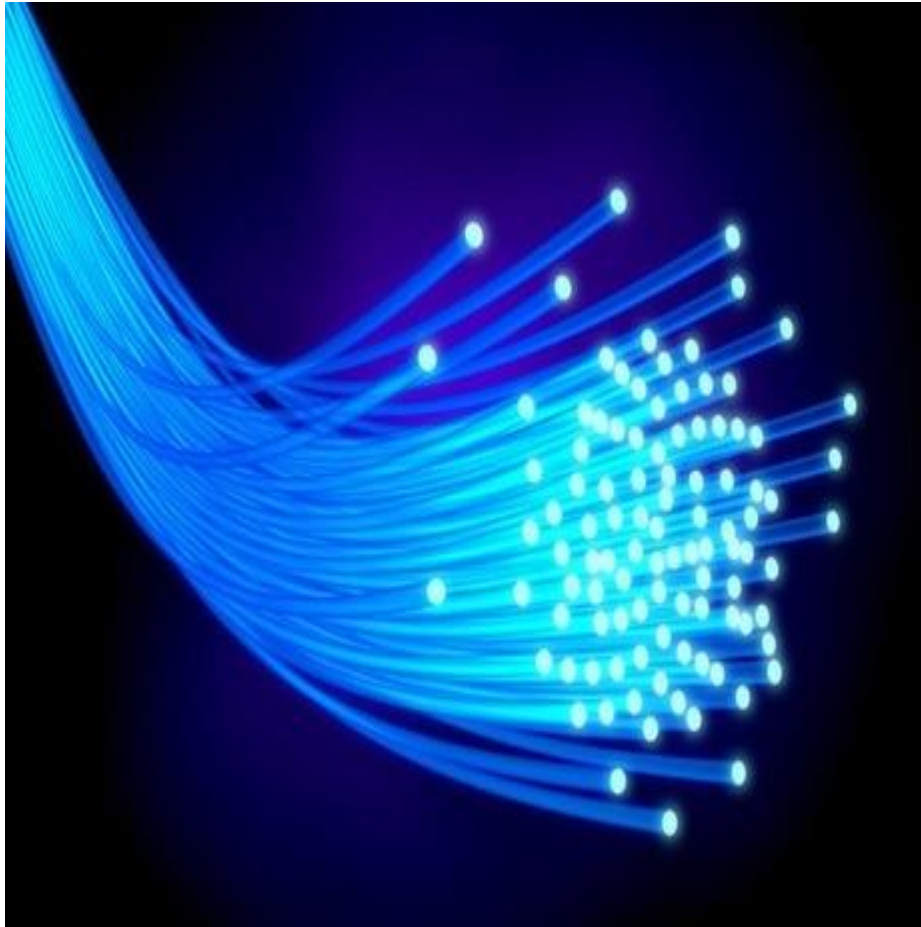


Οπτικές Επικοινωνίες

Προαιρετικό Θέμα 4ου κεφαλαίου

Οπτικές Πηγές Ι: Laser και Laser Δίοδοι



Διδάσκων : Εμμανουήλ Κριεζής

Ονοματεπώνυμο Φοιτητή: Ηλίας Χρυσοβέργης

Α.Ε.Μ. Φοιτητή: 8009

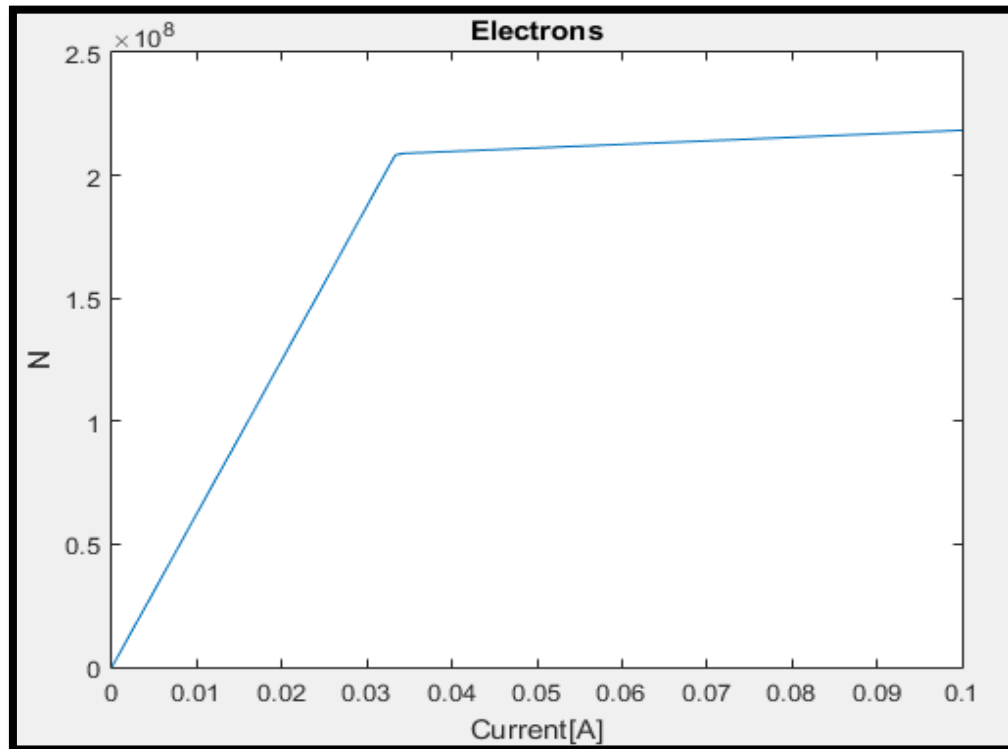
Email Φοιτητή: iliachry@ece.auth.gr

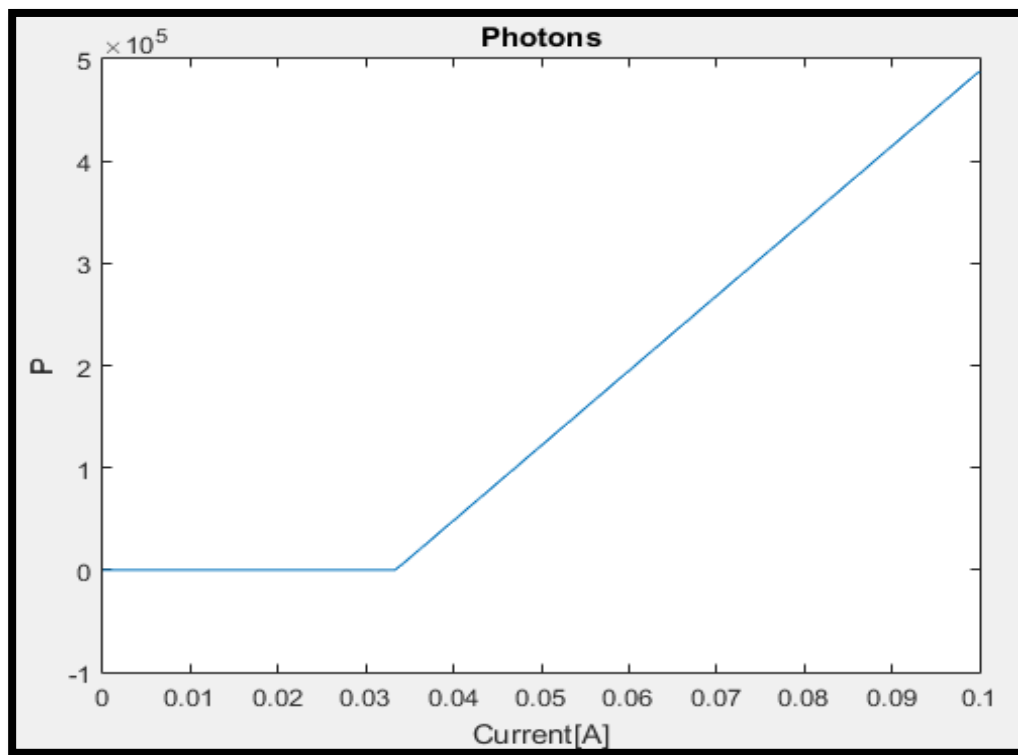
4.1

- a) Για τον υπολογισμό του ρεύματος κατωφλίου ακολουθούμε την διαδικασία που υπάρχει στις σημειώσεις, όπου πρέπει να μηδενίσουμε τα dN/dt και dP/dt . Στο σύστημα 2 εξισώσεων που προκύπτει δίνουμε διαδοχικά αυξανόμενες τιμές στο I (διέγερση) και παρατηρούμε για ποιο ρεύμα έχουμε εκπομπή φωτονίων. Αυτό το ρεύμα είναι και το I_{th} . Ο τρόπος υπολογισμού του I_{th} δίνεται στην συνέχεια, όπου στο $F(1,:)$ αποθηκεύεται ο αριθμός των ηλεκτρονίων ενώ στο $F(2,:)$ ο αριθμός των φωτονίων :

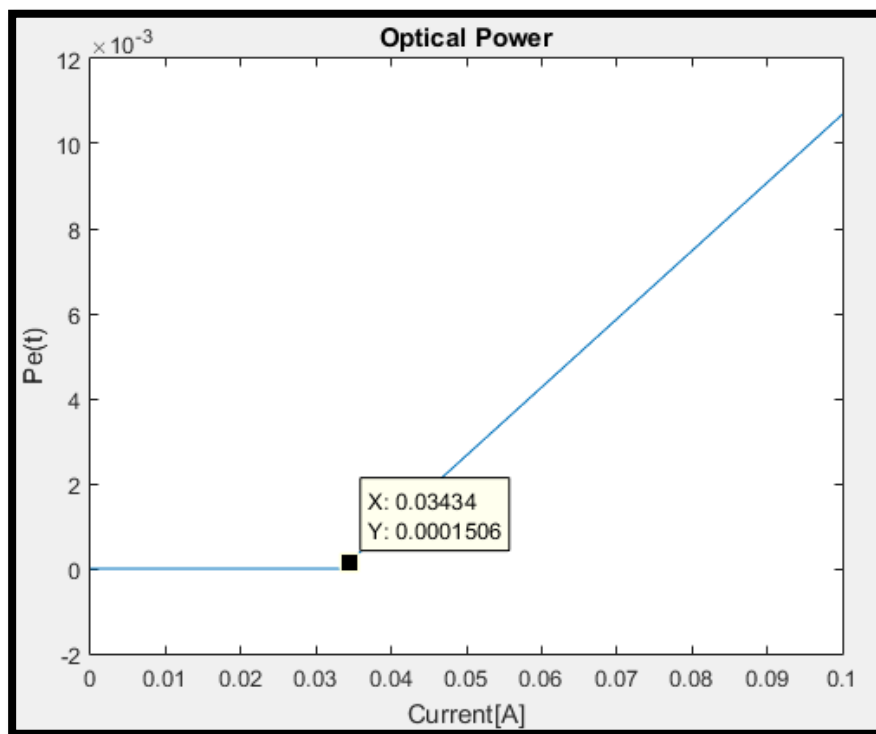
```
I = linspace(0,0.1,100);
F = zeros(2,100);
for i = 1:100
    eq = @(F) [I(i)/e - F(1)/Tc - g0/V*(F(1)-N0)/(1+En1*F(2))*F(2);...
              gamma*g0/V*(F(1)-N0)/(1+En1*F(2))*F(2) - F(2)/Tp + gamma*beta/Tc*F(1)];
    if i == 1
        F1 = 0;
        F2 = 0;
    else
        F1 = F(1,i-1);
        F2 = F(2,i-1);
    end
    F(:,i) = fsolve(eq,[F1;F2],optimoptions('fsolve','Display','off'));
end
```

Στα επόμενα διαγράμματα μπορούμε να παρατήσουμε τον αριθμό των ηλεκτρονίων και των φωτονίων συναρτήσει του ρεύματος I , από τα οποία μπορούμε και να εκτιμήσουμε το I_{th} :





Το I_{th} προκύπτει ίσο με 0.0333 [A] περίπου. Η χαρακτηριστική εκπεμπόμενης CW οπτικής ισχύος συναρτήσει του εφαρμοζόμενου dc ρεύματος δίνεται στην συνέχεια:



- b) Για τον προσδιορισμό της εκπεμπόμενης οπτικής ισχύος και της μεταβολής του αριθμού των φορέων $N(t)$ όταν έχουμε έναν παλμό NRZ ρυθμού 2.5 Gbps αρχικά δημιουργούμε τον παλμό και την έκφραση του ρεύματος οδήγησης της laser διόδου:

```
Ith = 0.0333;
Nth = 2.09*10^8;
Pth = 1.4*10^4;
Ib = 1.136*Ith;
Im = 0.837*Ith;

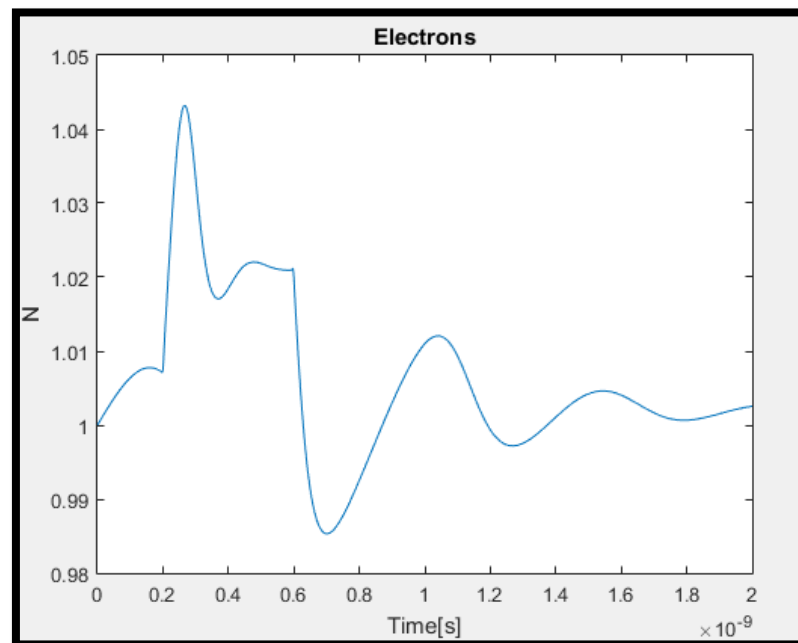
BT = 2.5*10^9;
D = 1/BT;
window = linspace(0,5/BT,2000);
pulse = pulstran(window,D,'rectpuls',1/BT);
I = Ib + Im*pulse;
```

Έπειτα δημιουργούμε τις διαφορικές εξισώσεις μέσα σε μία άλλη συνάρτηση(equations) και για την επίλυση τους χρησιμοποιούμε την εντολή ode45.

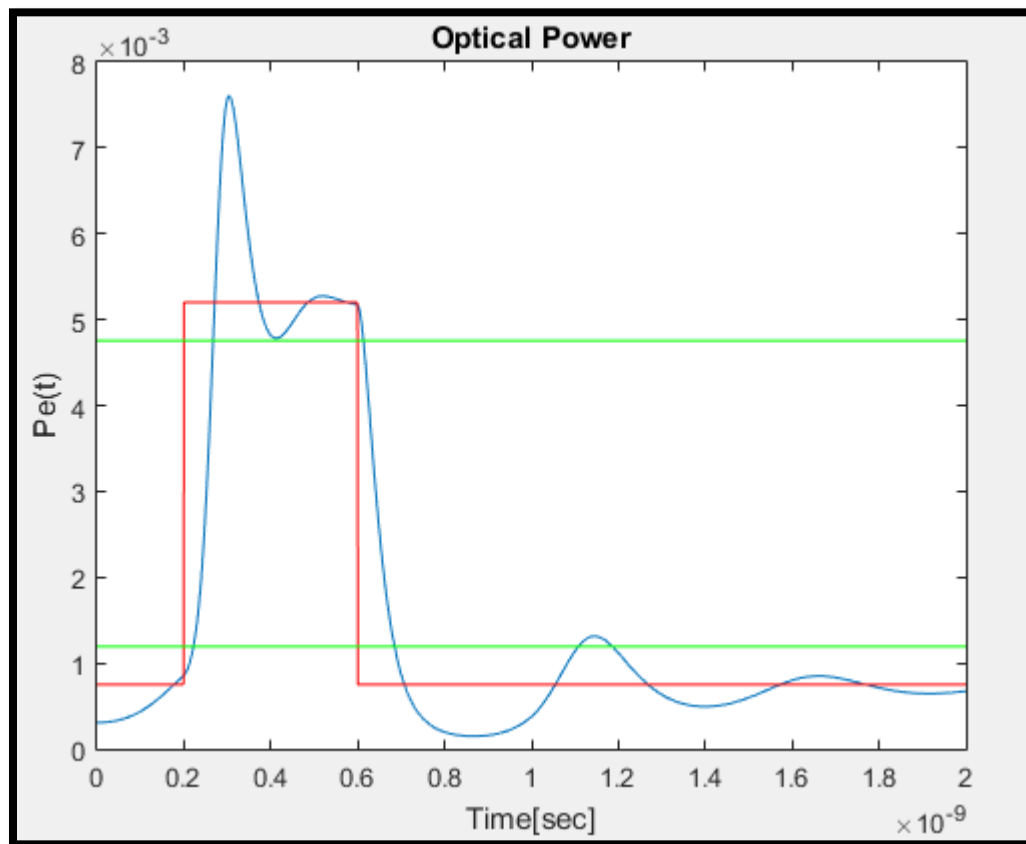
```
I=interp1(window,I,t);
dF(1) = I/e - F(1)/Tc - g0/V*(F(1)-N0)/(1+En1*F(2))*F(2);
dF(2) = gamma*g0/V*(F(1)-N0)/(1+En1*F(2))*F(2) - F(2)/Tp + gamma*beta/Tc*F(1);
```

```
F0 = [Nth Pth];
[T,f] = ode45(@(t,F)equations(t,F,I>window),window,F0);
```

Ο αριθμός των φορέων κανονικοποιημένος ως προς τον αριθμό φορέων κατωφλίου N_{th} δίνεται στην συνέχεια:



Η οπτική ισχύς συναρτήσει του χρόνου, μαζί με τις ευθείες στο 10% και στο 90% του παλμού και τον παλμό $p(t)$ δίνεται στην συνέχεια:

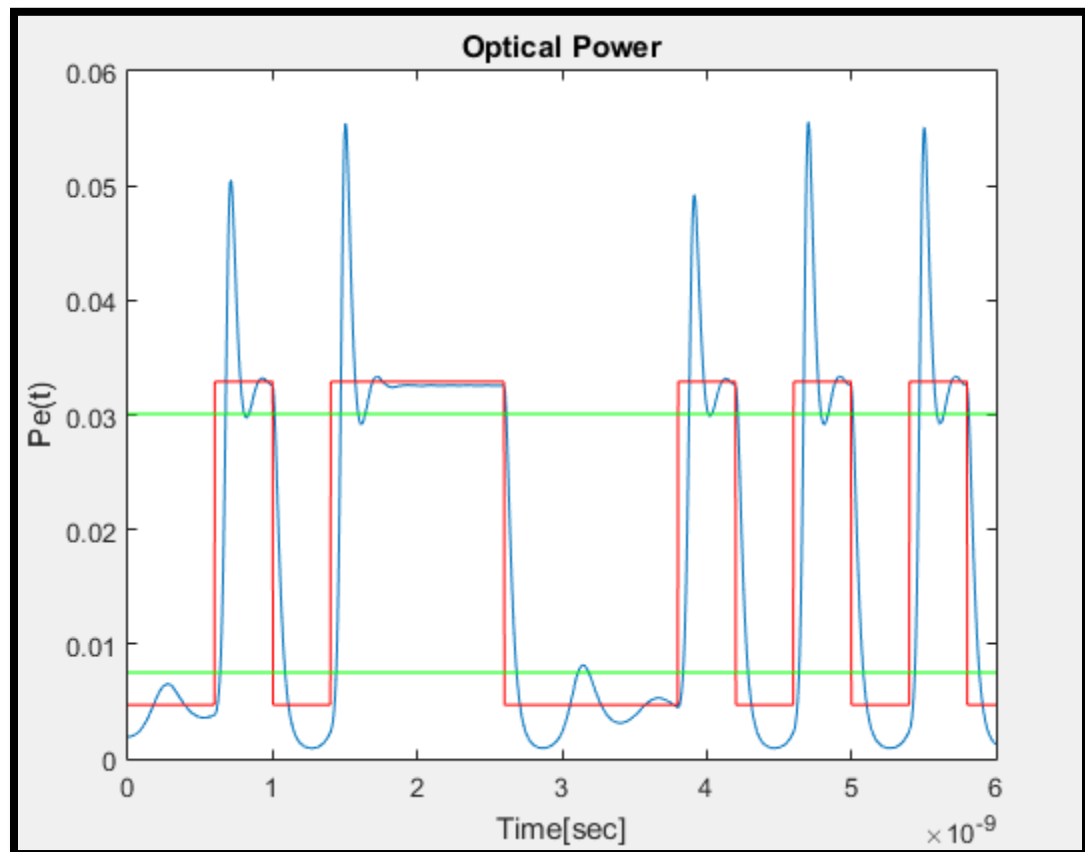


Ο χρόνος ανόδου προκύπτει ίσος με 0.0461 ns ενώ ο χρόνος καθόδου 0.055 ns. Παρατηρούμε ότι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του εκπεμπόμενου παλμού είναι αρκετά ικανοποιητικά εφόσον ακολουθούν τον ηλεκτρικό παλμό $p(t)$ και χρονικά αλλά και σε ότι αφορά το πλάτος.

- c) Για τον προσδιορισμό της εκπεμπόμενης ισχύος για μία ακολουθία παλμών το μόνο που αλλάζει είναι ουσιαστικά ο ηλεκτρικός παλμός $p(t)$. Η μόνη αλλαγή στον κώδικα δίνεται στην συνέχεια (στο D ορίζουμε ποιοι παλμοί είναι μονάδες):

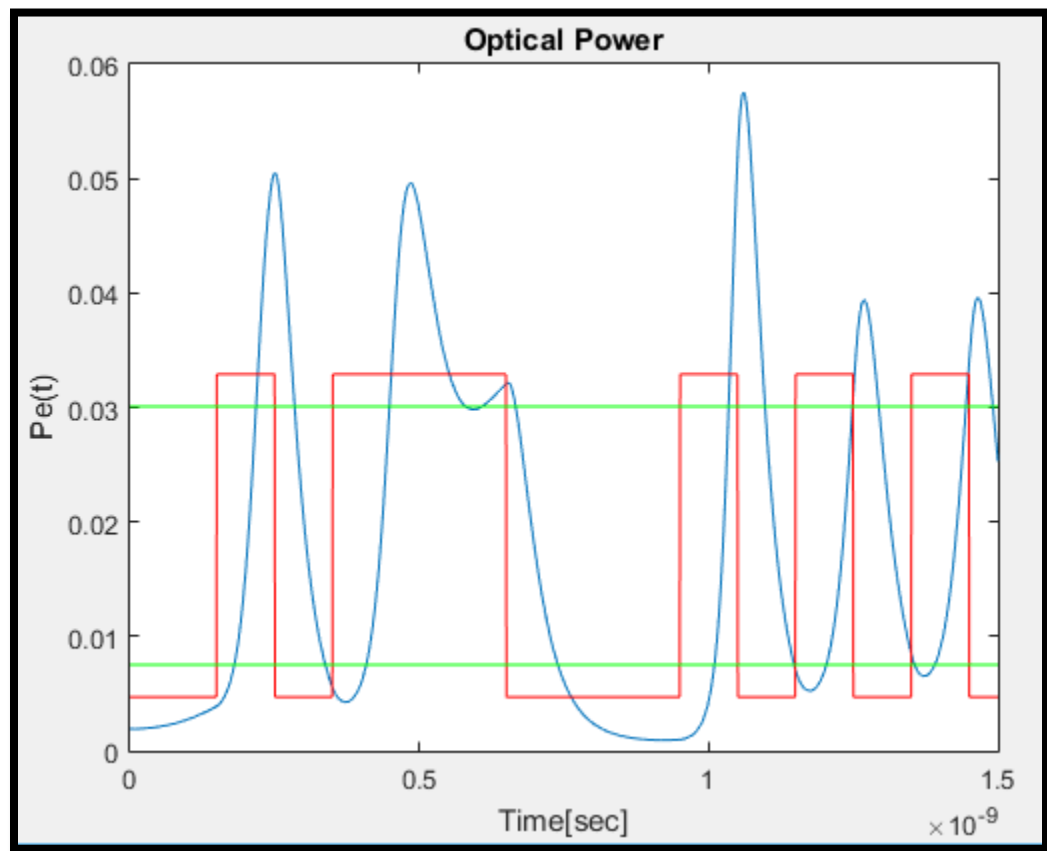
```
BT = 2.5*10^9;
D=[2 4 5 6 10 12 14]/BT;
window = linspace(0,15/BT,2000);
pulse = pulstran(window,D,'rectpuls',1/BT);
plot(pulse)
I = Ib + Im*pulse;
```

Η ακολουθία των οπτικών παλμών δίνεται στην συνέχεια:



Παρατηρούμε ότι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των εκπεμπόμενων οπτικών παλμών είναι αρκετά ικανοποιητικά κάτι που περιμέναμε διότι τα χαρακτηριστικά του ηλεκτρικού παλμού παρέμειναν τα ίδια με το προηγούμενο ερώτημα.

- d) Αν αυξήσουμε τον ρυθμό μετάδοσης στα 10 Gbps παίρνουμε το παρακάτω αποτέλεσμα:



Παρατηρούμε ότι η απόκριση δεν είναι ικανοποιητική διότι ο οπτικός παλμός καθυστερεί σημαντικά να εκκινήσει οπότε και να ξαναπέσει. Για αυτό το λόγο είναι σχεδόν σίγουρο ότι θα γίνει κάποιο σφάλμα στην λήψη. Αν στον δέκτη φτάσει αυτή η ακολουθία παλμών θα την αναγνωρίσει σαν “0010011000010101”. Βλέπουμε ότι η επικοινωνία καθίσταται ανέφικτη χωρίς να έχουμε λάβει υπόψιν και τις απώλειες καθώς και την διασπορά που εισάγει η ίνα.