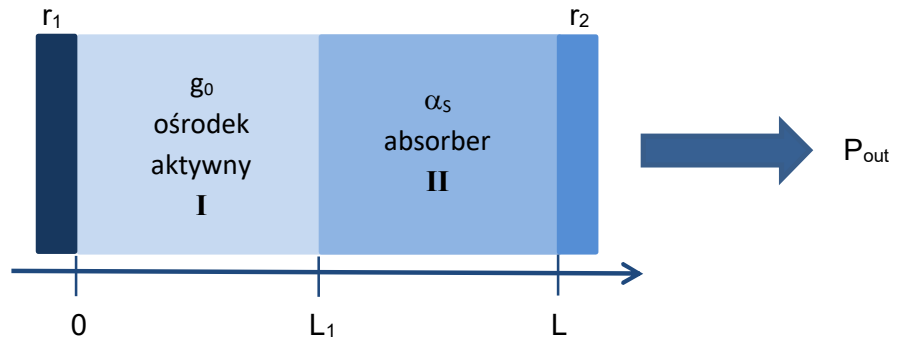


Analiza pracy bistabilnej lasera z nieliniowym absorberem

W projekcie należy obliczyć zależność znormalizowanej mocy wyjściowej lasera w funkcji znormalizowanego współczynnika mało-sygnałowego wzmocnienia dla wskazanych parametrów struktury laserowej. Uzyskane wyniki należy przedstawić w formie raportu.

Budowa struktury.



Rys. 1 Struktura lasera ze zwierciadłami F-P na końcach.

Schemat z rys. 1 przedstawia badany laser. W rezonatorze F-P umieszczono ośrodek aktywny (obszar I) o długości L_1 oraz nieliniowy absorber (obszar II) o długości $L_2=L-L_1$. Zwierciadła rezonatora opisane są współczynnikami odbicia odpowiednio r_1 i r_2 . Długość całej struktury laserowej wynosi $L=12$ cm.

Zależność znormalizowanej mocy wyjściowej lasera w funkcji znormalizowanego współczynnika mało-sygnałowego wzmocnienia. Moc wyjściowa lasera P_{out} znormalizowana jest do mocy nasycenia P_{sg} obszaru aktywnego. Zapisuje się ją jako P_{out}/P_{sg} . Przyjmuje wartości z zakresu $(0;1>$. Znormalizowany współczynnik mało-sygnałowego wzmocnienia jest bezwymiarowy. Jego normalizacja polega na pomnożeniu wartości g_0 przez długość struktury laserowej L .

Aby uzyskać charakterystykę mocy wyjściowej lasera w funkcji współczynnika mało-sygnałowego wzmocnienia g_0L , oblicza się współczynnik mało-sygnałowego wzmocnienia g_0 dla podanych wartości znormalizowanej mocy P_{out}/P_{sg} . Następnie otrzymane wartości wzmocnienia mnoży się przez L i wykorzystuje się do wykreślenia charakterystyki $P_{out}/P_{sg}(g_0L)$.

Do wyznaczenia wartości współczynnika g_0 korzysta się z poniższej zależności.

$$g_0 = \frac{N_1 + 2 \int_0^{L_1} \alpha_{I1} (|f_{R1}(z)|^2 + |f_{S1}(z)|^2) dz + 2 \int_{L_1}^L \alpha_{I2} (|f_{R2}|^2 + |f_{S2}|^2) dz + C}{2 \int_0^{L_1} \frac{(|f_{R1}(z)|^2 + |f_{S1}(z)|^2) dz}{1 + \frac{P_{out}}{P_{sg}} N_2 (|f_{R1}(z)|^2 + |f_{S1}(z)|^2)}}$$

gdzie:

$$C = \int_{L_1}^L \frac{\alpha_s (|f_{R2}(z)|^2 + |f_{S2}(z)|^2) dz}{1 + \frac{P_{out}}{P_{sg}} N_2 \beta (|f_{R2}(z)|^2 + |f_{S2}(z)|^2)},$$

normalizacja:

$$N_1 = \frac{1}{r_2} \left(\frac{1-r_1^2}{r_1} + \frac{1-r_2^2}{r_2} \right), \quad N_2 = \frac{r_1}{\frac{1-r_1^2}{r_1} + \frac{1-r_2^2}{r_2}},$$

poła :

$$f_{R1}(z) = \exp(\gamma_1 z), \quad f_{S1}(z) = \frac{1}{r_2} \exp(-\gamma_1 z),$$

$$f_{R2}(z) = \exp[(\gamma_1 - \gamma_2)L_1] \exp(\gamma_2 z), \quad f_{S2}(z) = \frac{1}{r_2} \exp[(\gamma_1 - \gamma_2)L_1] \exp(\gamma_2 z),$$

$$\gamma_1 = \frac{1}{L_1} \left\{ \frac{1}{2} \ln \left[\frac{1}{r_1 r_2} \right] + (\alpha_s + \alpha_{l2}) L_2 \right\}, \quad \gamma_2 = -(\alpha_s + \alpha_{l2}).$$

α_s jest to nasycalny współczynnik mało-sygnałowych strat. Na wykresach należy zamieścić jego znormalizowaną do długości obszaru absorbera wartość, czyli pomnożoną przez L_2 . Do obliczeń przyjmuje się wartości: $\alpha_s = 0,05/L_2$; $0,1/L_2$; $0,5/L_2$; $1/L_2$. Z kolei α_{l1} i α_{l2} są to nienasycalne współczynniki strat rozłożonych (tzw. straty liniowe) odpowiednio w obszarze ośrodka aktywnego i nieliniowego absorbera. Podobnie jak dla współczynnika mało-sygnałowych strat, dokonuje się ich normalizacji do długości obszarów w których występują.

Do obliczeń przyjmuje się następujące wartości: $\alpha_{l1} = 0,001/L_1$; $0,01/L_1$; $0,1/L_1$; $1/L_1$ oraz $\alpha_{l2} = 0,05/L_2$; $0,1/L_2$; $0,5/L_2$; $1/L_2$. Stosunek natężenia nasycenia obszaru wzmacniającego do natężenia nasycenia nieliniowego absorbera oznaczony jest jako $\beta = P_{sg}/P_{sl}$. Do obliczeń przyjmuje się następujące wartości: $\beta = 1$; 3 ; 5 ; 7 ; 9 . Współczynniki odbicia zwierciadeł rezonatora F-P traktowane są jako parametry. Jedno ze zwierciadeł odbija całe promieniowanie, stąd $r_1 = 1$, natomiast drugie zwierciadło odbija zależnie od współczynnika r_2 , do obliczeń przyjmuje się $r_2 = 0,9$; $0,8$; $0,7$; $0,6$.

Charakterystyki Otrzymane w trakcie obliczeń wartości znormalizowanej mocy wyjściowej lasera w funkcji znormalizowanego współczynnika mało-sygnałowego wzmocnienia należy zobrazować na wykresach, gdzie P_{out}/P_{sg} (należy zawęzić zakres wartości uwypuklając obszar pracy bistabilnej) będzie wykreślone w funkcji $g_0 L$ dla odpowiednich parametrów struktury laserowej:

Wykres 1 – zmiana parametru $\beta = 1$; 3 ; 5 ; 7 ; 9 przy $\alpha_s = 1/L_2$; $\alpha_{l1} = 0,1/L_1$; $\alpha_{l2} = 0,1/L_2$; $r_2 = 0,9$; $L_1 = 7$ cm.

Wykres 2 – zmiana parametru $\alpha_s = 0,05/L_2$; $0,1/L_2$; $0,5/L_2$; $1/L_2$ przy $\beta = 5$; $\alpha_{l1} = 0,1/L_1$; $\alpha_{l2} = 0,1/L_2$; $r_2 = 0,9$; $L_1 = 7$ cm.

Wykres 3 – zmiana parametru $\alpha_{l1} = 0,001/L_1$; $0,01/L_1$; $0,1/L_1$; $1/L_1$ przy $\beta = 5$; $\alpha_s = 1/L_2$; $\alpha_{l2} = 0,1/L_2$; $r_2 = 0,9$; $L_1 = 7$ cm.

Wykres 4 – zmiana parametru $r_2 = 0,9$; $0,8$; $0,7$; $0,6$ przy $\beta = 5$; $\alpha_s = 1/L_2$; $\alpha_{l1} = 0,1/L_1$; $\alpha_{l2} = 0,1/L_2$; $L_1 = 7$ cm.

Wykres 5 – zmiana parametru $L_1=2\text{ cm}; 3\text{ cm}; 5\text{ cm}; 7\text{ cm}$ przy $\beta=5$; $\alpha_s=1/L_2$; $\alpha_{11}=0,1/L_1$; $\alpha_{12}=0,1/L_2$; $r_2=0,9$.

Raport. W raporcie należy przedstawić problem projektowy (co było celem, dla jakiego układu), odpowiednio oznaczone i podpisane uzyskane charakterystyki. Raport zapisany jako plik PDF wraz ze spakowanym kodem źródłowym swojego programu należy przesłać pocztą elektroniczną.

Raport. W raporcie należy przedstawić:

- problem projektowy (cel projektu, dla jakiego układu wykonano obliczenia),
- odpowiednio oznaczone i podpisane uzyskane charakterystyki (tytuł wykresu, zmienne na osiach, wykaz parametrów dla jakich wykonano wykres, oznaczenie wykreślonych krzywych ze wskazaniem jakim parametrem się różnią),
- krótkie wnioski do każdego wykresu sformułowane na podstawie otrzymanych charakterystyk.

Ocenie projektu podlegają wyżej wymienione punkty, przejrzystość rysunków, poprawność obliczeń oraz poprawność językowa.