



یک مدل شبیه سازی پویا برای دیود های لیزری نیمه هادی

کیوان معقولی^۱، محمد مهدی معینی^۲^۱ دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشکده مهندسی پزشکی، K_Maghooli@srbiau.ac.ir^۲ دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشکده مهندسی پزشکی، M.Moeini@srbiau.ac.ir

چکیده

یک روش برای استفاده از بسته های محبوب ریاضی **MATLAB** و **Simulink** به منظور شبیه سازی رفتار فیدبک توزیع شده کوانتوم به خوبی دیودهای لیزری نیمه هادی با استفاده از معادلات نرخ که آن ها را توصیف می کند، ارائه شده است. یک مدل سیگنال بزرگ^۱ برای تعیین آستانه و انتخاب نقطه کار بحث شده است. خواص سیگنال کوچک بهره^۲ می تواند با استفاده از توصیف فضای حالت یک نسخه از معادلات نرخ خطی بر اساس ژاکوبینشان بررسی شود.

روش های ارائه شده در اینجا، برای بررسی عملکرد مدولاسیون آنالوگ و دیجیتال، به عنوان مثال پاسخ فرکانسی و پالسی مناسب هستند. اثرات اشباع بهره و مدولاسیون فرکانسی سیگنال بزرگ در نظر گرفته نشده است.

واژه های کلیدی

دیود لیزری، نیمه هادی، مدل پویا، سیگنال بزرگ، پاسخ فرکانسی

مقدمه

انتقال مدرن داده ها با سرعت بالا با سیستم های فیبر نوری انجام شده است که به طور کلی شامل منبع نور لیزر، فیبر خود و یک آشکارساز است. دیود لیزری نیمه هادی به دلیل اندازه کوچک، استحکام و هزینه تولید آن نسبت به ساطع کننده های لیزری دیگر، رایج ترین منبع نوری است.

یک روش مقرون به صرفه انتقال داده ها، مدولاسیون مستقیم دیود لیزری است که در حال حاضر همراه با یک آشکارساز در انتهای دیگر، راه اندازی می شود. این طرح به عنوان تشخیص شدت مدولاسیون مستقیم یا **IM/DD**^۳ شناخته شده است. یکی از عوامل محدودکننده نرخ داده، سوئیچینگ سرعت دیود لیزری است. بنابراین بهبود ویژگی های دیود، سطحی از بهره اضافی است.

مروری مختصر بر معادلات نرخ

رفتار دیود لیزری نیمه هادی با مجموعه ای از سه معادله تفاضلی مدوله شده است که مکانیسمی را توصیف می کنند که توسط آن یک جریان الکتریکی، گسیل فوتون تحریک شده را ایجاد می کند. انواع بسیاری از این معادلات وجود دارد اما در این مقاله ما از یک

شکل اصلاح شده از معادلات **Tucker** که توسط **Bjerkman** و همکارانش به کار برده شده، استفاده می کنیم:

$$\frac{dN(t)}{dt} = \frac{I(t)}{q \cdot V_a} - g_o \frac{[N(t) - N_o] \cdot S(t)}{1 + \varepsilon \cdot S(t)} - \frac{N(t)}{\tau_n} \quad (1)$$

$$\frac{dS(t)}{dt} = \Gamma \cdot g_o \frac{[N(t) - N_o] \cdot S(t)}{1 + \varepsilon \cdot S(t)} - \frac{S(t)}{\tau_p} + \frac{\Gamma \cdot \beta}{\tau_n} \cdot N(t) \quad (2)$$

$$\frac{d\phi(t)}{dt} = \frac{1}{2} \alpha \left[\Gamma \cdot g_o [N(t) - N_o] - \frac{1}{\tau_p} \right] \quad (3)$$

معادله (1) معادله نرخ برای چگالی حامل، چگالی فوتون داده شده با معادله (2) و فاز نوری با معادله (3) است. این، یک مدل سیگنال بزرگ است که رفتار دیود لیزری را در هر دو ناحیه انتشار خودبه خودی و انتشار القایی توصیف می کند. ناحیه اشباع غیرخطی (شکل ۲ را ببینید) در اثر حرارت محل اتصال در این مدل گنجانده نشده است. علاوه بر این، توان نوری تولید شده در [3] نیز توصیف شده (توسط دیود به صورت زیر است:

$$p(t) = \frac{S(t)V_a\eta_o h\nu}{2\Gamma\tau_p} \quad (4)$$

ضرایب در ضمیمه A تعریف شده اند.

تئوری

معادلات حالت سیگنال سیگنال بزرگ به صورت داده شده در معادله ۱ و معادله ۲ برای ایجاد مدل اولیه استفاده شده بودند. هدف این مدل، شناسایی نواحی مختلف عملکرد دیود لیزری بر اساس پارامترهای یافته شده در مقاله **Javro** و **Kang** بود. ایجاد مدل سیگنال بزرگ در تعیین نقطه کار در ناحیه لیزری نیمه خطی ضروری بود. این نقاط کاری که در آن ها یک بار ناحیه لیزری بالاتر از حد آستانه تعریف شده و برای توصیف پاسخ سیگنال کوچک استفاده شده بودند. همان طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، این یک ناحیه اشباع تحریک شده خطی است.

^۱ large-signal
^۲ interest

^۳ Intensity Modulation/Direct Detection,