

حافظه فیلیپ فلاپ تمام نوری با استفاده از دو سوئیچ تزویج شده قطبی

## All-Optical Flip-Flop Memory by Using two coupled Polarization Switches

محمد ورشوساز

گروه مهندسی برق مؤسسه آموزش عالی سجاد مشهد

۰۹۱۲۲۳۹۷۳۶۱ ۰۵۱۱-۶۰۹۸۵۲۴

Utopian\_mv@yahoo.com

### چکیده:

یک حافظه فیلیپ فلاپ تمام نوری با دو پایه ورودی مجزای set و reset تشکیل شده است از دو سوئیچ تزویج شده قطبی که با استفاده از چرخش دوقطبی غیر خطی در تقویت کننده های نوری نیمه هادی عمل میکنند. مفهوم این سیستم تشریح و نتایج قابل پیش بینی ارائه خواهد شد. همچنین ثابت می شود که یک نسبت برابری ای بیش از 20dB بین خروجی ها وجود دارد و نیز توان سوئیچینگ کمتر از -3dBm قابل دستیابی است. فیلیپ فلاپ تمام نوری رامی توان در سوئیچ های تمام نوری مورد استفاده قرار داد.

### واژه های کلیدی:

فیلیپ فلاپ، موج پیوسته (CW)، سوئیچ قطبی (PSW)، کنترلر قطبی (PC)، تقویت کننده نوری نیمه هادی (SOA)، شکافنده پرتو قطبی (PBS).

## مقدمه:

سوئیچ های تمام نوری بخش مهمی برای دستیابی به تسلیهات تمام نوری در آینده به شمار می روند. یکی از اجزای قطعی سوئیچ تمام نوری ، حافظه فیلپ فلاپ تمام نوری است. در این مقاله بناست یک فیلپ فلاپ تمام نوری با دوورودی مجزای set و reset نوری تشریح شود.

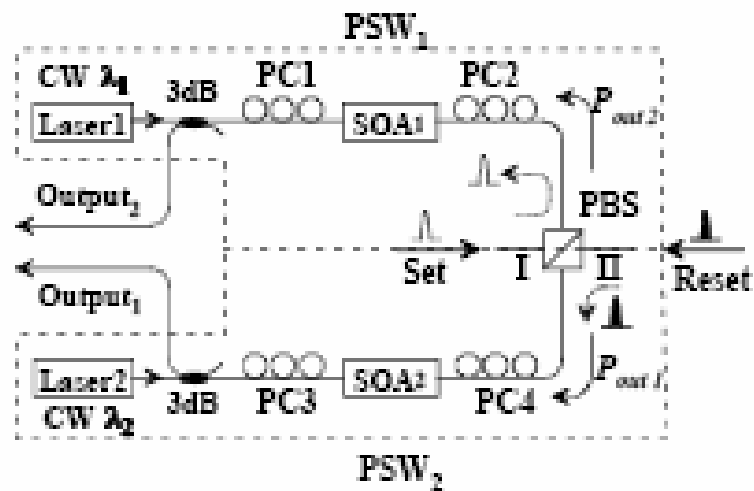
حافظه های فیلپ فلاپ نوری با دوآلمان نوری تزویج شده غیر خطی ساخته می شوند. این فیلپ فلاپ دارای ساختاری بسیار ساده است و به طور خلاصه شامل دو ورودی مجزای set و reset و گستره بزرگی از طول موج ورودی است. درک این ساختار با استفاده از اجزای زنجیروار و در دسترس تجاری آسانتر است و نشان دهنده روند پایدار بدون مجموعه سازی فوتونی است.

نشان خواهیم داد که این مفهوم شدنی و قابل اجراست و نیز نسبت تقابل میان حالت های خروجی فیلپ فلاپ بیش از 20dB در هنگامی که توان کمتر از -3dBm است ، می باشد.

## شرح مقاله:

بلوک های سیستم فیلپ فلاپ تمام نوری در شکل ۱ نشان داده شده است. این سیستم متشکل است از دو سوئیچ تزویج شده قطبی (PSW). PSW ها همانند یک دروازه منطقی AND عمل می کنند [5] و از یک منبع لیزر، یک تقویت کننده نوری نیمه هادی (SOA)، دو کنترل کننده قطبی و یک شکافنده پرتو قطبی (PBS). لیزر یک موج پیوسته (Continues Wave) با طول موج  $\lambda_1$  منتشر می کند که یکی از SOA ها را تغذیه می کند. خروجی SOA به یک PBS فرستاده می شود. سیستم متشکل است از دو کنترلر قطبی. اولین کنترلر برای تنظیم پلاریزاسیون سیگنال ورودی به کار میرود. این کنترلر سیگنال را در حدود 45 درجه از سطح SOA قرار می دهد. کنترلر دوم برای تنظیم پلاریزاسیون خروجی تقویت شده SOA هم جهت با PBS مورد استفاده قرار می گیرد. SOA را می توان با تزریق یک سیگنال کنترلی با شدت بالا به اشباع برد. منحنی توپر در شکل ۲، خروجی PBS را به عنوان تابعی از شدت نور کنترل اشباع نشان می دهد. می توان نتیجه گرفت که یک پرتو کنترل با شدت کافی، می تواند خروجی PSW را متوقف کند. دو پرتو رسیده به PBS با هم ترکیب می شوند. اگر اختلاف فاز میان دو پرتو مضرب فردی از  $\pi$  باشد، خروجی PSW متوقف می شود.

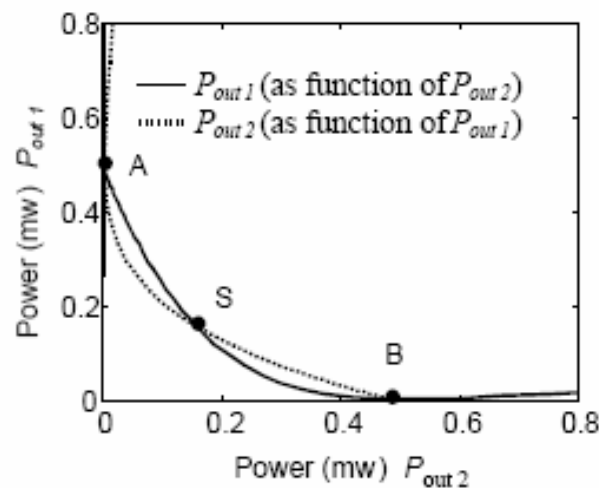
یک فیلپ فلاپ نوری با تزویج دو PSW همانند ویکسان به گونه ای که در شکل ۱ نشان داده شده است ساخته می شود. اولین PSW، که از این پس  $PSW_1$  نامیده می شود، نور خروجی خود را به دومین PSW، که از این پس  $PSW_2$  نامیده می شود، تزریق می کند. بنابراین نور خروجی  $PSW_1$  به عنوان سیگنال کنترل اشباعی عمل می کند که می تواند  $PSW_2$  را متوقف کند و نور خروجی  $PSW_2$  به عنوان سیگنال کنترل اشباعی عمل می کند که می تواند  $PSW_1$  را متوقف کند. منحنی توپر در شکل ۲ نشان دهنده شدت نور خروجی  $PSW_1$  ( $P_{out 1}$ ) به عنوان تابعی از شدت نور خروجی  $PSW_2$  ( $P_{out 2}$ ) است.



شکل ۱- بلوک دیاگرام فیلیپ فلاپ تمام نوری مبتنی بر دو سوئیچ قطبی

CW<sup>1</sup>: موج پیوسته ، PSW<sup>2</sup>: سوئیچ قطبی ، PC<sup>3</sup>: کنترلر قطبی

SOA<sup>4</sup>: تقویت کننده نوری نیمه هادی ، PBS<sup>5</sup>: شکافنده پرتو قطبی



شکل ۲- منحنی توپر: شدت نور خروجی از PSW1 ( $P_{out1}$ ) به عنوان تابعی از شدت نور خروجی از PSW2 ( $P_{out2}$ ).

منحنی خط چین: شدت نور خروجی از PSW2 به عنوان تابعی از شدت نور خروجی از PSW1 .

واضح است که دو منحنی مکمل یکدیگرند.

<sup>1</sup> continuous wave

<sup>2</sup> Polarization switch

<sup>3</sup> polarization controller

<sup>4</sup> semiconductor optical amplifier

<sup>5</sup> polarization beam splitter

سیستم به گونه ای تنظیم می شود که حداکثر  $P_{out\ 1}$  برابر باشد با  $P_{out\ 2}$  مورد نیاز برای توقف  $PSW_2$ . از آنجا که  $PSW$  ها یکسانند، منحنی توپر مکمل منحنی خط چینی است که نشان دهنده  $P_{out\ 2}$  است. در نقطه  $A$ ،  $PSW_1$  غالب و  $PSW_2$  متوقف شده است در حالیکه در نقطه  $B$ ،  $PSW_1$  متوقف و  $PSW_2$  غالب است. هر دو نقطه  $A$  و  $B$  می توانند به عنوان حالت های پایدار سیستم در نظر گرفته شوند و نقطه  $S$  به عنوان نقطه ناپایدار سیستم.

مجموعه سیستم دو  $PSW$  تزویج شده می تواند به صورتی که در پی می آید به عنوان یک فیلیپ فلاپ نوری عمل کند:

حالت فیلیپ فلاپ می تواند با رؤیت مقدار نوری که از  $PSW$  خارج می شود، تعیین گردد. در حالت ۱  $PSW_1$  غالب می شود و  $PSW_2$  را متوقف می کند. در حالی که در حالت ۲  $PSW_2$  غالب است و  $PSW_1$  را متوقف می کند. برای تغییر حالت فیلیپ فلاپ می توان نور را به  $PSW$  غالب ( یعنی  $PSW$  ای که بیشترین نور را به دیگری تزریق می کند) از طریق پورت های حالت های  $set$  یا  $reset$  تزریق کرد. نور تزریق شده موجب کاهش نورخارج شونده از  $PSW$  غالب می شود که این کار به نوبه خود موجب می شود که  $PSW$  متوقف شده نور خروجی خود را افزایش دهد و خودش  $PSW$  غالب شود.

### نتیجه گیری:

فیلیپ فلاپ تمام نوری به گونه ای که در شکل ۱ تشریح شده است پیاده سازی می شود. نسبت متقابل میان حالت های خروجی فیلیپ فلاپ بیش از 20dB و توان سوئیچینگ نوری کمتر از -3dBm است.

سرعت این فیلیپ فلاپ با سرعت  $PSW$  و فاصله میان دو SOA ها، تعیین می گردد. به عنوان مثال اگر ۱۲ متر فیبر میان دو SOA به کار رود، چیزی در حدود حداقل 100ns برای تغییر حالت های فیلیپ فلاپ مورد نیاز است. به هر حال با مجتمع سازی این فیلیپ فلاپ ها می توان فاصله های میان دو SOA را تا چند میلی متر کاهش و در نتیجه آن، سرعت فیلیپ فلاپ را تا چندین بار بر بالا برد. در این صورت، سرعت فیلیپ فلاپ با سرعت  $PSW$  تعیین می شود. می توان نشان داد که  $PSW$  می تواند در 10GHz نیز عمل کند [7]، در نتیجه انتظار می رود که سرعت فیلیپ فلاپ نیز به همان اندازه بالاتر رود.

### فهرست مراجع و مآخذ:

[1] O. Boyraz, J.W. Lou, K.H. Ahn, Y. Liang, T.J. Xia, Y.H. Kao and N. Islam: "Demonstration and performance analysis for the off-ramp portion of an all-optical access node", *Journal of Lightwave Technology*, vol. 17, pp. 998-1010, 1999.

[2] M.T. Hill, A. Srivatsa, N. Calabretta, Y. Liu, H. de Waardt, G.D. Khoe, and H.J.S. Dorren: "1x2 optical packet switch using all-optical header processing", *Electronics Letters*, vol. 37, pp. 774-775, 2001.

- [3] M.T. Hill, H. de Waardt, G.D. Khoe, and H.J.S. Dorren: "All-optical flip-flop based on coupled laser diodes", *Journal of Quantum Electronics*, vol. 37, pp. 405-413, 2001.
- [4] M.T. Hill, H. de Waardt, G.D. Khoe, and H.J.S. Dorren: "Fast optical flip-flop by use of Mach-Zehner interferometers", *Microwave Optical Technology Letters*, vol. 31, pp. 411-415, 2001.
- [5] H. Soto, C.A. Diaz, J. Topomondzo, D. Erasme, L. Schares and G. Guekos: "All-optical AND gate implementation using cross-polarization modulation in a semiconductor optical amplifier", *IEEE Photonics Technology Letters*, vol. 14, pp. 498-500, 2002.
- [6] R. J. Manning, A. Antonopoulos, R. Le Roux and A. E. Kelly, "Experimental measurement of nonlinear polarization rotation in semiconductor optical amplifiers", *Electronics Letters*, Vol. 37, pp. 229-231, 2001.
- [7] M. F. C. Stephens, A. E. Kelly, D. Nasset, A. Wonfor, and R.V. Penty: "Demonstration of time demultiplexing from 40Gb/s to 10Gb/s via polarization switching in a semiconductor optical amplifier", in *Proceedings CLEO/Europe '98*, 1998, pp. 383-383.