



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش:

الکترونیک

عنوان:

مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق بررسی و شبیه سازی عملکرد مقاومت حافظه دار (memristor)

استاد راهنما:

دکتر شهرام محمدی

نگارش:

علی تمیمی

اردیبهشت ۹۶

فهرست

مقدمه.....	۵
چکیده.....	۴
ممریستور.....	۷
انواع ممریستور.....	۱۱
شبیه سازی عملکرد ممریستور.....	۱۴
بررسی حافظه دار بودن ممریستور.....	۱۵
ممریستور با op-Amp.....	۲۰
Memristor based on LED/LDR optocoupler.....	۲۳
منابع و ماخذ.....	۲۵

چکیده

امروزه ممریستور ها (مقاومت حافظه دار) توجه زیادی را به خود جلب کرده اند و در سراسر

دنيا تقيقات گسترده ای در مورد انواع آن در حال انجام است. مهم ترین خاصیتی که باعث

جلب توجه به ممریستور ها شده است حافظه دار بودن آن است. یعنی ممریستور را می توان

به عنوان **حافظه بدون تغذیه** به کار برد. و این قطعه میکروسکوپی به صورت گسترده و

کاربردی ساخته نشده است. در این مقاله عملکرد ممریستور توسط نرم افزار **pspice** شبیه

سازی شده است و حافظه دار بودن آن بررسی شده. در انتها نیز مدارهایی که عملکردی شبیه

ممریستور را دارند معرفی و شبیه سازی شده اند.

مقدمه

مدار های مجتمع هم شامل قطعات فعال مثل ترانزیستور و هم قطعات غیر فعال ، مقاومت ،

خازن و حتی سلف می باشند . این سه عنصر غیرفعال در اکثر مدارات استفاده می شوند و به مدی

عنوان سه عنصر اصلی شناخته شده اند و هیچ کس فکر نمی کرد که ممکن است عنصر

مداری چهارمی نیز وجود داشته باشد.

در سال ۱۹۷۱ یک پروفیسور نه چندان معروف به نام Lean Chua در دانشگاه UC

Berkeley مقاله ای منتشر کرد که در آن ادعا می کرد عنصر چهارمی وجود دارد chua .

این عنصر را ممریستور نام نهاد . او با توجه به اهمیت وجودی ممریستور ، حتی پیشنهاد

کرد که کتابهای تئوری مدار به سبب وجود این عنصر ، باز نویسی شوند . هیچکس توجه

جدی روی این کشف علمی نکرد . زیرا نمونه فیزیکی یا مدلی برای ممریستور وجود نداشت .

و تنها به صورت تئوری ریاضی قابل بحث بود . تا اینکه در سال ۲۰۰۸ ، استنلی ویلیامز و

همکارانش در کمپانی آمریکایی هولت پاکارد ممریستور را با وسایل فیلم نازک در مقیاس نانو

ساختند . آنها یک مدل فیزیکی از ممریستور ارائه دادند و به این ترتیب ممریستور به صورت

کامل کشف شد . قابل ذکر می باشد که نقش علم نانو تکنولوژی در پیدایش ممریستور بسیار

موثر بود زیرا تنها در مقیاس نانو خواص ممریستور هویدا می شود . در نهایت می توان گفت

کشف این عنصر را مدیون پیشرفت علم نانو مواد هستیم.

ممریستور یا ممروری رزیستور یک عضو الکتریکی دارای ۲ ترمینال است که در آن یک ارتباط

کاربردی بین بار الکتریک و شار مغناطیسی برقرار است . وقتی جریان از یک جهت وارد همین

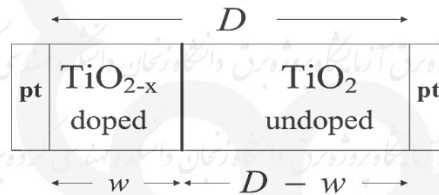
وسیله شود مقاومت الکتریکی افزایش می یابد و وقتی جریان از جهت مخالف آن وارد شود

مقاومت کاهش می یابد. اما زمانیکه جریان متوقف شد این جزء مدار آخرین مقاومتی را که

داشته است حفظ می کند و وقتی دوباره جریان بار شروع می شود، مقاومت مدار به میزان آخرین زمان فعالیت خواهد بود. این وسیله یک عملگر مقاومتی با مقاومت تقریباً خطی است تا زمانی که نمودار جریان بر حسب زمان در یک محدوده خاص باقی بماند. ممیزیستور از لحاظ نظری توسط چوا در یک مقاله که در سال ۱۹۷۱ منتشر شد فرمول بندی و نامگذاری شد. در سال ۲۰۰۸ یک گروه در آزمایشگاه HP تولید یک ممیزیستور متغیر بر پایه لایه های نازک را رسماً اعلام کردند. این یعنی ممیزیستور برای به کارگیری در حافظه های نانو الکترونیک و ساختارهای نئومرفیک کامپیوتر استفاده شود. در مقاله ۱۹۷۱ شن چوا یک مفهوم بین مقاومت و القاگر-خازن را دریافت و ایده ساده و اساسی، مشابه ابزار ی مانند ممیزیستور را از آن الهام گرفت. هرچند رابطه بین ولتاژ و جریان در ممیزیستور مانند واریستور خطی نیست، اما دانشمندان دیگر هم قبل از او روابط غیر خطی برای شار بار الکترونیکی بیان کردند ولی نظریه چوا فراگیرتر بود. مقاومت ممیزیستور به قسمت صحیح ورودی که به ترمینال آن داده می شود، وابسته است (برخلاف واریستور که به مقدار لحظه ای ورودی بستگی دارد) پس از آن که این جز مدار میزان جریانی که از آن گذاشته است را به باد می آورد. توسط چوا به عنوان ممیزیستور ناگذاری شد. به عبارت دیگر ممیزیستور عضوی خنثی از مدار و دارای دو ترمینال است که بتواند رابطه تابعی از جریان بر حسب زمان و ولتاژ بر حسب زمان را حفظ کند. نمودار این تابع ممیزیستنس نامیده می شود. و مشابه مقاومت متغیر است. باتری ها نیز ممیزیستنس دارند ولی عضو خنثی نیستند. تعریف ممیزیستور به طور خاص بر پایه متغیرهای اصلی مدار یعنی جریان و ولتاژ و رابطه آن ها با زمان است. درست مانند مقاومت، خازن و القاگر. برخلاف این سه جزء مدار (مقاومت، القاگر و خازن) که می توانند مقادیر ثابت نسبت به زمان داشته باشند رابطه ممیزیستور غیر خطی بوده و می تواند به صورت تابعی از متغیر مدار یعنی جریان بار خالص بیان شود. چیزی به عنوان ممیزیستور استاندارد وجود ندارد. در عوض هر وسیله ای که نقش تابعی بازی می کند که ولتاژ بر حسب جریان یا بر عکسی را بیان می نماید. گونه ای از ممیزیستور مقاومت ساده است. مانند سایر اجزای دو سره مدار (خازن و مقاومت و القاگر) ممیزیستور ایده آل وجود ندارد. بلکه در حد کمی خاصیت مقاومتی، خازنی و القاگری دارد.

ممریستور

در سال ۲۰۰۸ آر. استنلی ویلیامز^۱ و همکارانش ممریستور را با استفاده از یک فیلم لایه نازک اکسید تیتانیوم^۲ دو لایه، با ضخامت D بین دو اتصال نانو سیم پلاتین در مقیاس نانو ساختند و یک مدل فیزیکی از ممریستور را ارائه کردند (Chua Leon, و Dept EEE, 2013 و Wiliamns, 2008). یک لایه با اکسیژن زیاد ناخالص شده و به نیمه هادی با مقاومت کم تبدیل شده است. ناحیه باقی مانده ناخالص نشده و مقاومت زیادی دارد (Wang, 2008).



شکل ۱: مدل فیزیکی ممریستور

¹ R. Stanley Williams

² TiO_2

2012.

[13] T. Chang, S. Jo and W. Lu, "Short Term Memory to Long Term Memory Transition in a Nanoscale Memristor", Vol. 5, No. 9, Pg. 7669-7676, 2011.

[14] S. Jo, T. Chang, I. Ebong, B. Bhadviya, P. Mazumder and W. Lu, "Nanoscale

Memristor Device as Synapse in Neuromorphic Systems", Vol. 10, Pg. 1297-1301, 2010.

[15] R. Tetzlaff and T. Schmidt, "Memristor and Memristive circuits – An overview", IEEE International symposium on circuits and systems, Pg. 1590 – 1595, 2012.

[16] T. Wey and S. Benderli, "Amplitude modulator circuit featuring TiO₂ memristor with linear dopant drift", Electronics Letters, Vol. 45, No. 22, October 2009.

[17] Annema, B. Nauta, R. Langevelde and H. Tuinhout, "Analog Circuits in Ultra-Deep-Submicron CMOS", IEEE journal of solid-state circuits, Vol. 40, No. 1, January 2005.

56

[18] J. Rajendran, H. Maenm, R. Karri and G. Rose, "An Approach to Tolerate Process Related Variations in Memristor Based Applications", 24th Annual conference on VLSI Design, 2011.

[19] J. Rajendran, R. Karri and G. Rose, "Improving Tolerance to Variations in Memristor-based Applications Using Parallel Memristors", IEEE Transactions on Computers, Vol. 64, No. 3, March 2015.

[20] J. Rajendran, H. Maenm, R. Karri and G. Rose, "Memristor based Programmable Threshold Logic Array", IEEE/ACM International Symposium on Nanoscale Architectures, Pg. 5 – 10, June 2010.