

Memrystor jest jednym z czterech podstawowych pasywnych dwukierunkowych elementów elektronicznych (pozostałe podstawowe elementy to rezystor, cewka i kondensator). Element ten opisuje nieliniowa relacja między ładunkiem elektrycznym i strumieniem magnetycznym. Rezystancja memrystora zależy od tego jak prąd płynie przez ten element lub od napięcia, jakie było na tym elemencie w przeszłości. Istnienie memrystora zostało przewidziane teoretycznie w roku 1971 przez prof. L.O. Chua. W 2008 roku grupa badaczy z Hewlett-Packard Labs opisała fizyczną realizację memrystora w cienkich warstwach dwutlenku tytanu. Po tym odkryciu memrystory i układy memrystorowe znalazły się w centrum zainteresowania wielu grup badawczych z uwagi na możliwość zastosowania w konstrukcji szybkich układów pamięci nieulotnej (trwałej, nie wymagającej zasilania) oraz do implementacji układów neurobiologicznych.

Jedną z najbardziej istotnych właściwości memrystora jest istnienie w szerokim zakresie różnych stanów równowagi po wyłączeniu zasilania. Wynika stąd możliwość wykorzystania memrystora jako elementu do konstrukcji pamięci analogowych. Jeśli do kodowania wartości binarnych wybierzemy dwie dostatecznie różne wartości stanu wewnętrznego, to memrystory mogą naśladować pamięci binarne. Istnienie układów memrystorowych w wielkiej skali integracji otwiera zatem możliwość realizacji nowych technologii układów pamięciowych o niskiej mocy i dużej gęstości zapisu.

Z uwagi na możliwość przetwarzania przez memrystory wartości analogowych sygnału, a w szczególności z uwagi na możliwość symulacji za pomocą memrystorów połączeń synaptycznych między neuronami istnieje możliwość zastosowania memrystorów w rozwiązywaniu obliczeniowych problemów neurobiologicznych, które obecnie są poza zasięgiem komputerów cyfrowych. Własności memrystorów pamiętania historii napięcia lub prądu elementu pozwala mieć nadzieję, że one mogłyby być wykorzystane do stworzenia nowej klasy komputerów na ładujących prac mózgu. Memrystory zmieniają swoją rezystancję zależnie od stanu wewnętrznego i w pewnym sensie ich zachowanie jest podobne do zachowania synaps, które zapewniają silniejsze lub słabsze połączenie między neuronami zależnie od tego, czy neurony generowały impulsy, czy też nie. W dotychczasowych badaniach wykazano, że wykonane w technologii CMOS memrystory imitujące neurony mogą zapewniać istotne funkcje synaptyczne.

Badania zostaną przeprowadzone w następujących etapach:

- porównanie obecnie stosowanych modeli memrystorów pod względem dokładności oraz efektywności obliczeniowej oraz opracowanie nowych modeli dla nowych implementacji memrystorów,
- opracowanie efektywnych metod analizy i projektowania układów zawierających memrystory,
- analiza prostych układów elektronicznych z pojedynczym memrystorem oraz projektowanie układów w tym dobór parametrów zapewniających uzyskanie pożądanego punktu pracy,
- analiza układów wielomemrystorowych w tym sieci lokalnie połączonych układów memrystorowych oraz dobór parametrów układów oraz sieci w celu realizacji zadanej funkcjonalności,
- weryfikacja modeli oraz metod analizy w oparciu o pomiary laboratoryjne memrystorów i ich układów.

Realizacja projektu doprowadzi do opracowania metod analizy i projektowania układów elektronicznych zawierających memrystory. Pozwoli to w dalszej perspektywie na wykorzystanie memrystorów do konstrukcji specjalizowanych układów memrystorowych dla realizacji konkretnych funkcji w tym przykładowo do produkcji wydajnych układów pamięciowych oraz w układach neurobiologicznych. Zostanie opracowany zestaw programów do analizy i projektowania układów elektronicznych z memrystorami. Zespół nawziął współpracować z ośrodkami posiadającymi możliwość technologiczną do realizacji układów memrystorowych w celu weryfikacji opracowanych metod.