

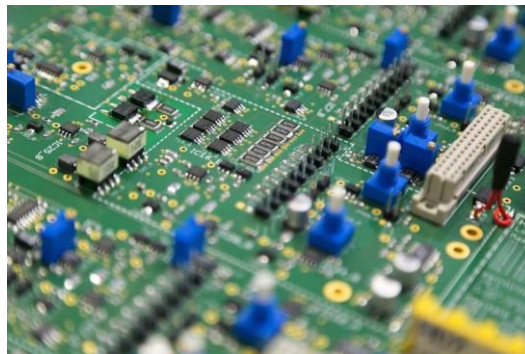


Inovações Tecnológicas – Abril de 2022

São apresentadas as informações sobre: Estabelecido limite final de velocidade dos computadores; Neurônios artificiais ficam quânticos e unem IA com computação quântica; e Teoria unifica baterias e capacitores e pode revolucionar armazenamento de energia. Vejam como a tecnologia está evoluindo de forma surpreendente.

1 – Estabelecido limite final de velocidade dos computadores

Uma equipe da Alemanha e Áustria repetiu suas conclusões de um estudo anterior, mostrando o limite de velocidade que um circuito integrado eletrônico pode alcançar.



[Imagem: Oliver Wolf/TU Graz]

A velocidade máxima de transmissão de sinais dentro dos microchips eletrônicos é de cerca de 1 PHz (um petahertz, ou 10^{15} Hz), o que é cerca de 100.000 vezes mais rápido do que os transistores dos processadores mais modernos.

Se chips de computador dessa velocidade máxima poderão realmente vir a ser produzidos é, no entanto, questionável.

A conclusão é de uma equipe das universidades técnicas de Viena e Graz, na Áustria, e do Instituto Max Planck de Óptica Quântica, na Alemanha, que foram buscar os limites da eletrônica nas regras básicas da física quântica.

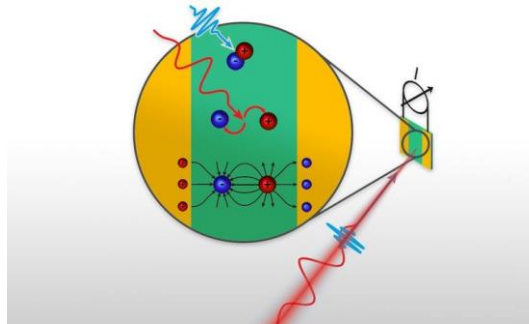
Curiosamente, esta conclusão é a mesma que a mesma equipe chegou em 2012, quando anunciaram que os processadores poderão alcançar velocidades petahertz.

A microeletrônica tem adotado duas abordagens para tornar os computadores mais rápidos: Por um lado, tornando os componentes eletrônicos, sobretudo os transistores, cada vez menores, para que a transmissão de dados (caminho do sinal de um ponto A até um ponto B) seja feita em tempos menores. O limite físico dessa miniaturização é o tamanho de um átomo; um circuito não pode ser fisicamente menor.

A segunda possibilidade para acelerar a transmissão de dados é acelerar os sinais de comutação dos próprios transistores, o tempo que leva para que eles liguem e desliguem a corrente que flui por eles. Foi nesse quesito que a equipe centrou sua atenção.

Estabelecido limite final de velocidade dos computadores eletrônicos

Um pulso de laser ultracurto (azul) cria portadoras de carga livres; outro pulso (vermelho) as acelera em direções opostas.



[Imagem: TU Wien]

1.1 - Como tornar um computador mais rápido

Tornar um processador mais rápido, neste caso, significa aumentar sua frequência de operação.

"Quanto mais rápido você quiser ir, mais alta a frequência do sinal eletromagnético precisa ser - e, em algum momento, nós entramos na faixa da frequência da luz, que também pode ser considerada ou usada como sinal eletromagnético," explicou o professor Martin Schultze.

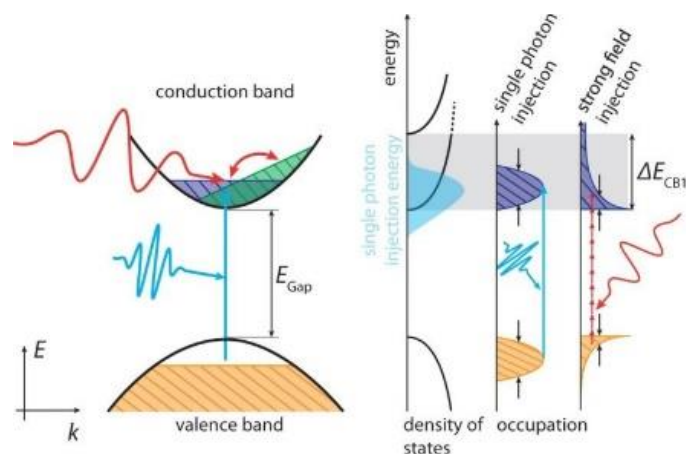
Isso acontece, por exemplo, na optoeletrônica, onde a luz é usada para excitar os elétrons no semicondutor, forçando-os da banda de valência (a área onde os elétrons normalmente residem) para a banda de condução, de modo que o semicondutor passe do estado de isolante para o estado condutor. A energia de excitação é determinada pelo próprio material semicondutor, tipicamente na faixa de frequência da luz infravermelha.

Assim, em última análise, esta frequência corresponde à velocidade máxima que pode ser alcançada com chips feitos de materiais semicondutores.

Mas este não é o limite final: Materiais dielétricos (isolantes, como vidro ou cerâmica) podem superar esse limite, uma vez que exigem muito mais energia para serem excitados, em comparação com os semicondutores. Mais energia, por sua vez, permite o uso de frequências mais altas e, portanto, permite tornar mais rápida a transmissão de dados.

Infelizmente, no entanto, os materiais dielétricos não conseguem conduzir eletricidade sem perder a própria integridade. "Por exemplo, se você aplicar um campo eletromagnético ao vidro para que ele conduza eletricidade, isso geralmente resulta na quebra do vidro, deixando um buraco," disse o pesquisador Marcus Ossiander, que liderou este novo estudo.

1.2 - Estabelecido limite final de velocidade dos computadores eletrônicos O limite de velocidade dos processadores é estabelecido pela física quântica.



[Imagem: M. Ossiander et al.]

Limite de velocidade dos computadores

A solução que a equipe escolheu - e que também é a mesma usada no estudo de 2012 - foi manter o pulso de tensão aplicado - ou a frequência de comutação - tão curta que o material não tivesse tempo de se quebrar.

Especificamente, Ossiander usou um pulso de laser ultracurto, com uma frequência na faixa extrema de UV, para bombardear uma amostra de fluoreto de lítio. O fluoreto de lítio é dielétrico e possui o maior hiato de banda de todos os materiais conhecidos - esse hiato, ou bandgap, é a distância entre a banda de valência e a banda de condução de um material.

As medições mostraram a velocidade com que o material reage ao pulso ultracurto do laser, quanto tempo demora a geração do sinal e quanto tempo é necessário esperar até que o material possa ser exposto ao próximo sinal. "Acontece que, em cerca de um petahertz, há um limite superior para processos optoeletrônicos controlados," disse o professor Joachim Burgdorfer, membro da equipe.

Isso, é claro, não significa que será possível construir chips de computador usando materiais dielétricos com uma frequência de clock de petahertz, mesmo porque a energia necessária para fazê-los funcionar seria enorme. Possível ou não, a equipe afirma que uma coisa é certa: A optoeletrônica não se tornará mais rápida do que isso.

Bibliografia:

Artigo: The speed limit of optoelectronics

Autores: Marcus Ossiander, K. Golyari, K. Scharl, L. Lehnert, F. Siegrist, J. P. Bürger, D. Zimin, J. A. Gessner, M. Weidman, I. Floss, V. Smejkal, S. Donsa, C. Lemell, F. Libisch, N. Karpowicz, Joachim Burgdorfer, F. Krausz, Martin Schultze

Revista: Nature Communications

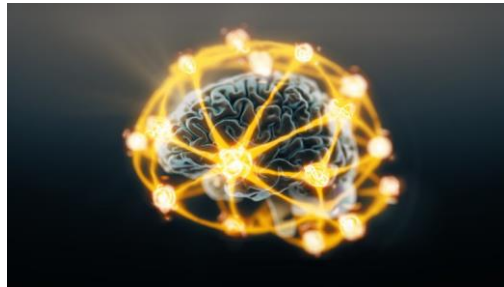
Vol.: 13, Article number: 1620

DOI: 10.1038/s41467-022-29252-1

2 - Neurônios artificiais ficam quânticos e unem IA com computação quântica

Memoristor quântico é elo perdido entre inteligência artificial e computação quântica

Representação de uma rede neural feita com qubits de fótons e que possui capacidade de memória, relacionando a computação neuromórfica à inteligência artificial.



2.1 - Neurônios artificiais tornam-se quânticos

A computação neuromórfica, cujos componentes imitam os neurônios do cérebro, e a computação quântica, que promete deixar nossos computadores atuais comparáveis a ábacos, estão entre as tecnologias emergentes mais promissoras para revolucionar a tecnologia da informação.

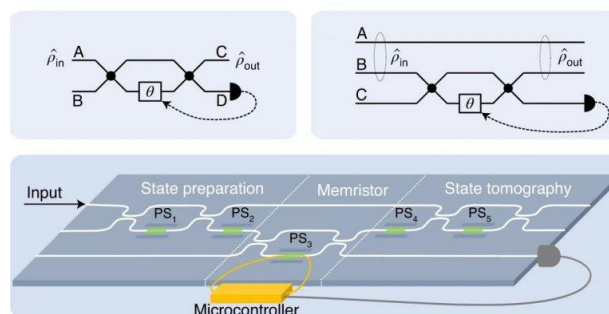
Mas talvez não seja preciso escolher entre uma das duas - talvez seja possível mesclá-las.

Um grupo de físicos da Áustria e da Itália acaba de demonstrar uma versão quântica do principal componente da computação neuromórfica, o memoristor.

Em outras palavras, Michele Spagnolo e seus colegas criaram um memoristor quântico, um componente tipicamente neuromórfico construído sobre um processador quântico que funciona com fótons.

Memoristor quântico é elo perdido entre inteligência artificial e computação quântica

Esquema do memoristor quântico fotônico criado pela equipe.



[Imagem: Michele Spagnolo et al. - 10.1038/s41566-022-00973-5]

2.2 - Memoristor quântico

Uma das grandes inovações deste século no campo da informática ocorreu em 2008, com a descoberta do memoristor. Esse componente muda sua resistência à passagem da eletricidade dependendo de uma memória das correntes que o percorreram no passado - daí o nome memory-resistor, ou memoristor.

Imediatamente após sua descoberta, os cientistas perceberam que (entre muitas outras aplicações) o comportamento peculiar dos memoristores era surpreendentemente semelhante

ao das sinapses neurais. O memoristor tornou-se assim o bloco de construção fundamental das arquiteturas neuromórficas, ou computação cognitiva.

Spagnolo demonstrou agora como construir um componente que tem o mesmo comportamento de um memoristor, mas atua sobre estados quânticos, ou seja, ele é capaz de codificar e transmitir informações guardadas em qubits, como átomos, íons ou fótons. Essa integração é particularmente surpreendente porque a dinâmica de um memoristor eletrônico tradicional tende a contradizer o comportamento típico das partículas quânticas.

A equipe superou o desafio usando fótons individuais, ou seja, partículas quânticas únicas de luz, e explorando sua capacidade de se propagar simultaneamente em uma superposição de dois ou mais caminhos.

Memoristor quântico é elo perdido entre inteligência artificial e computação quântica

Neurônios artificiais quânticos unem inteligência artificial com computação quântica.



[Imagem: University of Vienna/Equinox Graphics]

2.3 - Elo perdido entre inteligência artificial e a computação quântica

Os fótons únicos se propagam ao longo de guias de onda traçadas a laser em uma base de vidro, sendo guiados em uma superposição de vários caminhos.

Um desses caminhos é utilizado para medir o fluxo de fótons que passam pelo componente; e a quantidade medida, através de um complexo esquema de realimentação eletrônica, modula a transmissão na outra saída, alcançando assim o comportamento memorresistivo desejado. Além de demonstrar o memoristor quântico, os pesquisadores criaram simulações mostrando que redes neurais fotônicas montadas com esses componentes podem ser usadas para aprender tarefas clássicas e quânticas, sugerindo o fato de que o memoristor quântico pode ser o elo perdido entre inteligência artificial e a computação quântica - sem esquecer que o próprio memoristor é considerado o elo perdido da eletrônica.

"Desbloquear todo o potencial dos recursos quânticos dentro da inteligência artificial é um dos maiores desafios da pesquisa atual em física quântica e ciência da computação", disse Spagnolo.

Para caminhar nesse sentido, a equipe simulou um aprendizado de máquina por meio de um esquema de computação de reservatório, o que permitiu usar a rede neural de memoristores quânticos para resolver tarefas tanto de aprendizado clássico quanto de aprendizado quântico. "Nossas simulações mostram resultados promissores e podem abrir novos caminhos para o uso de memristores quânticos em arquiteturas neuromórficas quânticas," escreveu a equipe.

Bibliografia:

Artigo: Experimental quantum memristor

Autores: Michele Spagnolo, Joshua Morris, Simone Piacentini, Michael Antesberger, Francesco Massa, Andrea Crespi, Francesco Ceccarelli, Roberto Osellame, Philip Walther

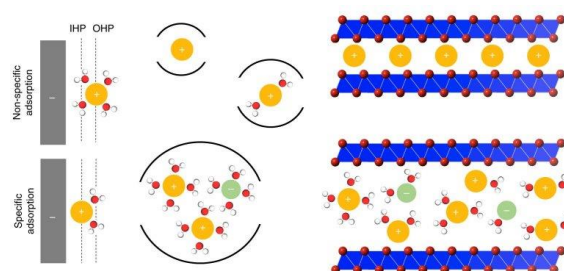
Revista: Nature Photonics

DOI: 10.1038/s41566-022-00973-5

3 - Teoria unifica baterias e capacitores e pode revolucionar armazenamento de energia

Teoria unificada de armazenamento de energia pode trazer o melhor de baterias e supercapacitores

Capacitores e baterias não devem mais ser vistos como coisas diferentes, mas variações de um mesmo tema, propõem os pesquisadores.



[Imagem: Simon Fleischmann et al.]

3.1 - Transição de bateria para capacitor

Por décadas, pesquisadores e engenheiros têm considerado as baterias e os capacitores como dois dispositivos distintos de armazenamento de energia - as baterias citadas por armazenar mais energia, mas liberando-a lentamente; e os capacitores citados por armazenar menos energia, mas capazes de descarregá-la rapidamente, autênticos "jatos de energia".

Desta forma, cada novo dispositivo de armazenamento desenvolvido tem sido categorizado como um ou outro, ou com alguma relação com um dos dois, dependendo do mecanismo eletroquímico principal.

Contudo, uma equipe internacional de pesquisadores, todos líderes no desenvolvimento e estudo das tecnologias de armazenamento de energia, está sugerindo agora que esses mecanismos existem em um espectro contínuo e suave, sem uma fronteira que coloque cada dispositivo inexoravelmente de um ou de outro lado. E, mais importante, eles argumentam que a separação empregada hoje está na verdade atrapalhando o progresso no campo.

3.2 - Continuum de armazenamento

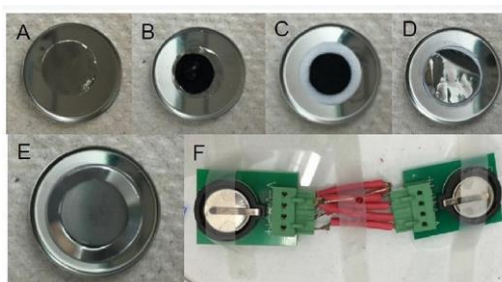
Em outras palavras, Simon Fleischmann e seus colegas sugerem que todos os mecanismos de armazenamento de energia eletroquímica existem em algum lugar em um continuum entre aqueles que operam nas baterias e aqueles que habilitam os capacitores - hoje é mais comum ouvir falar nos supercapacitores.

Romper com esse paradigma pode ter efeitos práticos dramáticos, permitindo, por exemplo, fabricar dispositivos que tenham o melhor das duas abordagens, como baterias flexíveis e "secas" e com alta capacidade de armazenamento e liberação de corrente conforme a necessidade. Materiais monoatômicos, por exemplo, como os Mxenos, parecem ser talhados para fazer esses híbridos de baterias e supercapacitores.

"Nós propomos uma abordagem unificada que envolve uma transição da visão 'binária' do armazenamento de carga eletroquímica em espaços nanoconfinados, ou como um fenômeno puramente eletrostático ou como um fenômeno puramente farádico," escrevem eles. "Ela deve ser considerada como uma transição contínua entre os dois, determinada pela extensão da solvatação dos íons e da interação íon-hospedeiro."

3.3 - Teoria unificada pode trazer o melhor de baterias e supercapacitores

Já existem protótipos de híbridos de bateria e supercapacitor.



[Imagem: Catherine R. Mulzer et al. - 10.1021/acscentsci.6b00220]

Armazenamento farádico e armazenamento eletrostático

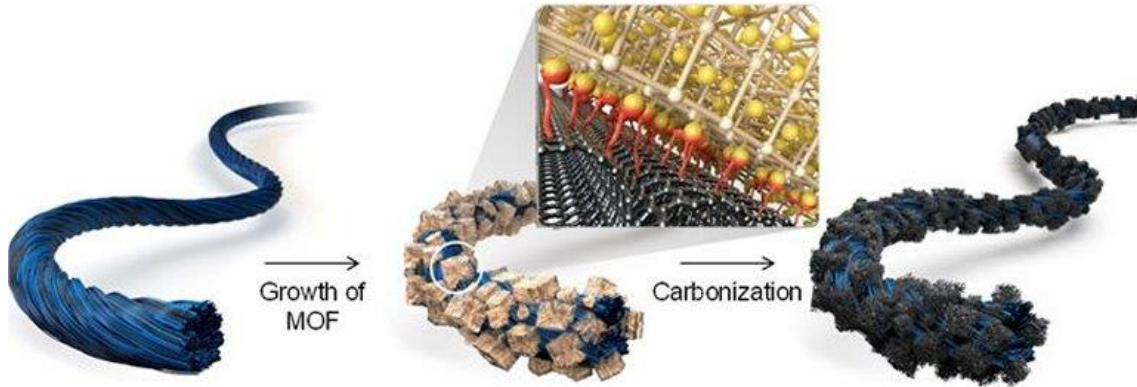
Em termos simples, uma extremidade desse espectro de armazenamento de energia é uma ligação química - o mecanismo básico de conexão, uma ligação física no nível atômico. Este fenômeno, chamado de reação farádica, dá às baterias sua excelente capacidade de armazenamento de energia e permite que elas liberem carga gradualmente. Mas também é a razão pela qual elas demoram tanto para carregar, algo que se pretende resolver com as baterias quânticas.

A outra extremidade do espectro é uma atração eletrostática, que aprisiona temporariamente os íons dentro e sobre a superfície de um material. Trata-se mais de uma atração passageira do que de um vínculo verdadeiro, permitindo as rápidas explosões de energia que alimentam os flashes das câmeras e a absorção de energia de curto prazo da frenagem dos carros híbridos e elétricos, ou seja, recargas quase instantâneas.

A cada novo desenvolvimento na tecnologia de armazenamento de energia, seja uma nova combinação de materiais de eletrodos e soluções eletrolíticas, ou aditivos físicos ou químicos para reduzir ou permitir a transferência de íons, os pesquisadores se esforçam para observar e caracterizar com precisão o mecanismo de armazenamento eletroquímico que está operando em seu dispositivo, e então o coloca na "caixinha" mais adequada da classificação.

3.4 - Teoria unificada de armazenamento de energia pode trazer o melhor de baterias e supercapacitores

As baterias estruturais, por exemplo, que prometem armazenar energia na lataria dos carros, hoje são tecnicamente definidas como supercapacitores.



[Imagem: Korea Institute of Materials Science (KIMS)]

Retardando a tecnologia

Os autores do novo trabalho defendem que, em muitos casos, essas definições restritas não são precisas e nem úteis, sobretudo quando se trata de adaptar os dispositivos às necessidades específicas de cada nova tecnologia.

"Os chamados 'pseudocapacitores' e dispositivos híbridos de armazenamento de energia são estudados há pelo menos 30 anos, mas alguns cientistas tentaram rejeitar completamente a pseudocapacitância, alegando que existem apenas esses dois casos extremos e todo o resto é uma superposição de dois mecanismos que atuam em paralelo," exemplificou o professor Yury Gogotsi, da Universidade Drexel, nos EUA, um dos autores do estudo.

A equipe aponta que, em muitos desses dispositivos híbridos, os íons são quase absorvidos entre as camadas dos eletrodos. Em outros, onde nanomateriais porosos foram projetados para maximizar a absorção química total, ou adsorção de íons, os pesquisadores têm observado descargas de energia muito mais rápidas, provavelmente devido à persistência da substância eletrolítica impedindo que os íons se intercalem totalmente.

Ambas as instâncias estão fora do ideal, mas suas propriedades estão provando ser uma combinação valiosa quando se trata de potencializar novas tecnologias, defende a equipe.

"Nós esperamos que a compreensão da dessolvatação de íons [remoção dos íons das moléculas de solvente] e seu papel na determinação do mecanismo de armazenamento de energia nos permita chegar ao ponto em que poderemos combinar alta energia e alta potência em um único dispositivo de armazenamento de energia," disse Gogotsi. "Pense em baterias carregando em poucos minutos - você conecta seu celular, desconecta alguns minutos depois e pode usá-lo pelo menos por algumas horas. No caso de materiais 2D, como MXenos ou grafeno, podemos fabricar baterias para eletrônicos flexíveis e vestíveis."

Bibliografia:

Artigo: Continuous transition from double-layer to Faradaic charge storage in confined electrolytes

Autores: Simon Fleischmann, Yuan Zhang, Xuepeng Wang, Peter T. Cummings, Jianzhong Wu, Patrice Simon, Yury Gogotsi, Volker Presser, Veronica Augustyn

Revista: Nature Energy

DOI: 10.1038/s41560-022-00993-z

Rio de Janeiro, 5 de abril de 2022

Gustavo Benttenmuller

Presidente da ATQ