



CANDIDATURA DELS PROFESSORS WIM BOGAERTS, JOSÉ CAPMANY, DIRK ENGLUND I DAVID A. B. MILLER AL PREMI PRINCESA D'ASTÚRIES D'INVESTIGACIÓ CIENTÍFICA I TÈCNICA 2024

Aprovada pel Consell de Govern el 7 de març del 2024.

La indústria dels semiconductors, força impulsora del progrés tecnològic durant les últimes cinc dècades, ha exercit un paper fonamental en la miniaturització de components electrònics i en la creació de dispositius cada vegada més potents i eficients que, al seu torn, han fet possible una revolució sense precedents durant l'última meitat del segle XX i el primer quart del segle XXI. I gràcies a aquesta indústria s'han pogut satisfer les demandes creixents de capacitat de processament i de memòria que han sorgit a conseqüència de la implantació d'aquesta tecnologia en el sector industrial, de serveis i d'entreteniment.

La repercussió d'aquesta activitat, que s'estén pràcticament a qualsevol àmbit de la societat, ha assolit un valor estratègic de primer ordre que ha originat una conscienciació global sobre la importància d'aquest sector, especialment a partir de l'efecte que l'epidèmia de covid-19 va exercir sobre la seua cadena de valor. No obstant això, aquest avanç continu s'enfronta ara a un desafiament crític: la possible saturació de les lleis d'escala, com la llei de Moore, la llei de Dennard i la llei d'Amdahl, que han guiat el desenvolupament d'aquesta indústria.

Les lleis d'escala, que han sigut els pilars del disseny i la fabricació de circuits integrats, prediuen el creixement exponencial de la densitat de transistors (llei de Moore), la reducció proporcional del consum d'energia (llei de Dennard) i les limitacions en la millora del rendiment a causa d'elements no paral·lelitzables del sistema (llei d'Amdahl). No obstant això, la disminució contínua de la grandària dels transistors va arribant al seu límit físic, circumstància que suscita interrogants sobre la viabilitat de mantenir aquest ritme de progrés.

I és en aquest context on la recerca i el desenvolupament tecnològic de solucions innovadores i disruptives compatibles amb l'electrònica adquireixen una rellevància estratègica. Això també s'ha de complementar amb una inversió significativa en exploració i desenvolupament de conceptes emergents, com els models de computació no tradicionals, l'adaptació a aquestes noves tecnologies i la cointegració d'aquestes tecnologies amb l'electrònica per a arribar a una solució híbrida i cooperativa.

L'exemple més destacat de tecnologia compatible amb l'electrònica és la fotònica integrada. L'objectiu de la fotònica integrada és crear dispositius i sistemes que aprofiten les propietats úniques de la llum per a transmetre i processar informació dins d'un xip semiconductor. El fet



d'incorporar elements fotònics als circuits integrats i d'emprar llum en lloc de corrent elèctric per a transmetre dades permet superar les limitacions de velocitat i consum d'energia dels enfocaments convencionals. A més, la fotònica integrada fa possible crear sistemes més compactes i polivalents, cosa que obri noves oportunitats en àrees com la computació d'alt rendiment, les comunicacions òptiques i la sensorització avançada.

Malgrat el considerable progrés assolit des que van aparèixer en la dècada dels vuitanta del segle passat, la recerca en fotònica integrada s'ha enfocada quasi exclusivament cap als xips fotònics d'aplicació específica, xips que tenen limitacions relacionades amb la inflexibilitat i falta d'adaptabilitat a diversos escenaris i requisits canviants. Com que estan dissenyats per a una funció particular, poden esdevenir subòptims o fins i tot obsolets en entorns on les necessitats de processament òptic varien o evolucionen amb el temps, com és el cas descrit més amunt. Cal afegir a tot això els alts costos de fabricació i la baixa capacitat d'integració amb sistemes electrònics. Tot plegat ha alentit la implantació massiva en el mercat d'aquests ginys.

La fotònica integrada programable apareix com una revolució disruptiva enfront dels tradicionals circuits fotònics d'aplicació específica. A diferència d'aquests últims, que estan dissenyats per a una tasca fixa i no poden adaptar-se a canvis en les condicions de funcionament o requisits del sistema, la fotònica integrada programable ofereix una polivalència sense precedents. Com que permet la reconfiguració dinàmica dels components òptics, com ara guies d'ona, moduladors i desfasadors en temps real, aquests dispositius poden ajustar-se sobre la marxa a fi d'optimitzar-ne el rendiment segons les necessitats canviants del sistema. Aquesta capacitat d'adaptació marca un canvi de paradigma en l'enginyeria òptica perquè no sols simplifica el disseny i la implementació de sistemes òptics complexos, sinó que també maximitza eficiència i flexibilitat en una àmplia gamma d'aplicacions perquè permet combinar sistemes electrònics i fotònics reconfigurables. A més, la fotònica integrada programable ofereix una solució més rendible perquè consolida diverses funcions òptiques en un sol xip, cosa que redueix el cost i la complexitat associats a la integració de dispositius individuals. En última instància, aquesta tecnologia no sols amplia l'abast de les aplicacions òptiques, sinó que també catalitza la innovació i obri la porta a avanços disruptius en camps com les comunicacions, la computació, la medicina i els sensors que sorgiran com a resultat de la simbiosi entre sistemes electrònics i fotònics.

Els investigadors Wim Bogaerts de la Universitat de Gant-IMEC, José Capmany de la Universitat Politècnica de València, Dirk Englund de l'Institut de Tecnologia de Massachusetts (MIT) i David A. B. Miller de la Universitat de Stanford han sigut pioners en la proposta i el desenvolupament de la fotònica integrada programable i, així mateix, han fet contribucions excepcionals en aquest camp de recerca.



Wim Bogaerts ha fet avanços significatius en disseny, miniaturització i optimització de components i sistemes fotònics integrats programables basats en tecnologia MEM. El seu quefer ha establert les bases per a sistemes òptics altament eficients i escalables.

José Capmany, de la Universitat Politècnica de València, ha sigut pioner en el desenvolupament dels processadors fotònics programables de propòsit general amb tecnologia de silici. Les seues contribucions han obert noves fronteres, especialment en aplicacions de fotònica integrada de microones en què es basen les comunicacions 5G i 6G.

Dirk Englund, professor del MIT, ha destacat per l'activitat en l'aplicació de la fotònica programable al camp de la intel·ligència artificial, en què ha explorat la manera com els sistemes fotònics integrats poden accelerar el processament de dades i millorar el rendiment d'algorismes d'aprenentatge automàtic.

David A. B. Miller, de la Universitat de Stanford, ha sigut una figura cabdal en fotònica integrada durant dècades. Ha liderat estudis pioners sobre el control i monitoratge precís de circuits fotònics programables subjectes a imperfeccions, sobre l'impacte energètic i, també, sobre les aplicacions d'aquests circuits per a optimitzar els canals de comunicació.

Així doncs, les raons exposades avalen la presentació dels investigadors esmentats com a candidats a obtenir el Premi Princesa d'Astúries d'Investigació Científica i Tècnica 2024. I com que és missió d'aquesta Universitat Politècnica la contribució i el suport científic, tècnic i artístic al desenvolupament cultural, social i econòmic de l'Estat, i en particular de la Comunitat Valenciana, s'ha considerat que rebre aquest prestigiós guardó seria un vertader testimoniatge del poder transformador de la recerca en benefici de la acadèmia i de la societat.

Per tot això, el Consell de Govern, a proposta de la Comissió Permanent, i el Consell Social acorden aprovar la candidatura dels professors Wim Bogaerts, José Capmany, Dirk Englund i David A. B. Miller al Premi Princesa d'Astúries d'Investigació Científica i Tècnica 2024.