

Millennium-palkintofinalisti 2008

"Saavutuksistaan optisen vahvistimen kehitystyössä. Heidän kehittämänsä kuituoptinen vahvistin on mahdollistanut maailmanlaajuisen tietoliikenneverkon rakentamisen pohjaksi koko modernille tietoyhteiskunnalle."



Professori Emmanuel Desurvire

johtaja, Fysiikan tutkimusryhmä,
Thales Research and Technology, Ranska



Randy Giles

Johtaja, Optiset verkot, Bellin laboratoriot,
Alcatel-Lucent, New Jersey, USA



Professori David Payne

johtaja, Optoelektroniikan tutkimuskeskus,
Southamptonin yliopisto, Iso-Britannia

Erbiumilla seostettujen kuituvahvistimien keksijät

Erbiumilla seostetut kuituvahvistimet (*erbium doped fiber amplifiers, EDFA*) ovat olennainen rakennuspalikka tietoyhteiskunnan selkärangassa, tiedonsiirtoon käytettävässä maailmanlaajuisessa valokuituverkossa.

Millennium-palkintofinalisteista Desurvire ja Giles työskentelivät Bellin laboratorioissa New Jerseyssä, USA:ssa ja Payne Southamptonin yliopistossa Iso-Britanniassa. Molemmat tutkimusryhmät kehittivät samanaikaisesti kuituvahvistimia optisen tiedonsiirron tarpeita varten. Professori Payne julkaisi aiheesta ensimmäisenä, mutta professorit Desurvire ja Giles kehittivät siitä ensimmäisenä toimivan laitteen. Näitä kuuluisia herroja on kiittäminen nopeista internet-yhteyksistä, joiden avulla ihmiset voivat viestiä keskenään ympäri maailmaa.

"Opiskelin sähkövoimatekniikka ja olin kiinnostunut hienoista suurista koneista, joissa oli paljon tehoa", kertoo Payne, joka syntyi Afrikassa, mutta muutti Southamptoniin, Iso-Britanniaan 12-vuotiaana. Payne löysi itsensä pian Southamptonin yliopistosta opiskelemasta fysiikka. "Kiinnostuin nuorena opiskelijana siitä, mitä nykyään kutsutaan foniikaksi. Koska olin myös insinööri, osasin rakentaa yhden maailman ensimmäisistä kuidunvetotorneista".

Southamptonin ryhmä alkoi valmistaa ja tutkia tiedonsiirtokuituja. Kuidut valmistettiin vetämällä ryhmän valmistamaa lasisauvaa. "Oli kohtalaisen helppoa lisätä lasisauvaan taika-ainetta, erbiomia. Kokeilimme kyllä monia muita alkuaineita ensin. Suurin osa perinteisessä lasertekniikassa käytettävistä laseraineista on niin sanottuja harvinaisia maametalleja - ja niitä on monta muutakin kuin erbium. Mutta ainoastaan erbium vapauttaa fotonin 1550 nm aallonpituusalueella ja se sattuu olemaan juuri tässä kuidussa juuri se aallonpituus, jolla signaali vaimenee vähiten. Tällä alueella signaalin menetys on pienin ja siksi useimmat maailman optiset tiedonsiirtojärjestelmät toimivat juuri tällä alueella. Erbium oli täydellinen aine", Payne kertoo.

Paynen tutkimusryhmä julkaisi ensimmäisen julkaisunsa, jossa käsiteltiin harvinaisilla maametalleilla seostettujen optisten kuitujen ominaisuuksia vuonna 1985. Mutta Bellin laboratorioissa työskentelevä ranskalainen fyysikko, Emmanuel Desurvire oli jo myös tutkinut näitä materiaaleja. "Ihan aluksi kuitoptiikka tarkoitti minulle suunnattujen aaltojen optiikkaa. Se oli erittäin kiinnostavaa sovellusta, joka perustui lasereihin, kristalleihin ja kuituihin. Stanfordin yliopistossa tekemiäni tutkimusten jälkeen tulin Bellin laboratorioihin, kiinnostuin heti harvinaisilla maametalleilla seostettujen kuitujen sovelluksista, kuten lasereista vahvistimina", Desurvire kertoo.

Desurvire työ koski käytännön ongelmia: miten saavutetaan paras tulos? Kuinka paljon erbiomia kuituun pitää seostaa? Mikä on optimaalinen kuidun pituus?

Randy Giles, Bellin laboratorioiden laserverho, oli aina kiinnostunut kaikenlaisten optisten laitteiden valmistamisesta. Hän liittyi Desurviren ryhmään vuonna 1986 ja luotsasi laservahvistimen kehittämistä teollisen kehityshankeen. "Suurin ero Southamptonin yliopistossa tehdyn tutkimuksen ja Bellin laboratorioissa tehdyn tutkimuksen välillä on se, että me olemme teollisuuslaboratorio. Joten hankimme välittömästi tarvittavat työvälineet ja resurssit, jota pystyimme selvittämään keksinnön merkitystä televiestinnälle. Jokainen tuntui kärsimättömänä odottavan, voitaisiinko todellista tietoa todella vahvistaa hyvälaatuisena ja häiriöttömänä", Giles kertoo.

Optinen vahvistaminen

Optinen tiedonsiirto tarkoittaa informaation siirtämistä valosignaalin kuitun sisällä. Valokuidussa kulkeva signaali vaimentuu, joten signaalin siirtäminen pitkien välimatkojen päähän edellyttää signaalin vahvistamista. Ennen optisia vahvistimia valokuidussa kulkeva lasersignaali vahvistettiin sähköisesti. Tämä

tarkoitti optisen signaalin vastaanottamista, muuntamista sähköiseen muotoon ja uudelleen lähettämistä eteenpäin uudella laserilla. Tämä oli epäkäytännöllistä ja sitä paitsi rajasi valokuidun vain yhden lasersignaalin lähettämiseen kerrallaan. Sähköinen vahvistin pystyy vahvistamaan vain yhtä signaalia kerrallaan, vaikka valokuidun kapasiteetti mahdollistaa useamman signaalin samanaikaisen lähettämisen. Pitkillä välimatkoilla tällainen sähköinen vahvistin tarvittiin 500-600 kilometrin välein, jotta signaali ei vaimenisi liikaa.

Valosignaalin vahvistamisen peruseriaate on tunnettu jo kauan. Kuituvahvistimen periaate on yksinkertainen: se koostuu yhdestä tai useammasta puolijohdelaserista sekä kuituun lisättävästä seosaineesta. Kun laser kohdistetaan kuituun, seostusaineena käytetyn erbiumin elektronit virittyvät alemmalta energiatasolta korkeammalle. Elektronit palaavat alempaan energiatilaan emittoimalla fotonin, joka vastaa energiatiilojen erotusta. Kun energiatiilat on määritelty sopivasti, erbiium-ionin emittoimat fotonit ovat täsmälleen samalla aallonpituudella kuin vahvistamista tarvitseva valosignaali. Näin ns. pumppulaserista lähtevä valosignaali on voimakkaampi kuin siihen saapunut.

Haasteena oli muun muassa löytää seosaine, joka parantaisi kuidun ominaisuuksia. Southamptonissa Paynen ryhmässä kokeiltiin harvinaisia maametalleja ja erbiiumilla saavutettiin lupaavia tuloksia. Samanaikaisesti Bellin laboratorioissa Desurvire ja Giles tutkittiin myös erbiiumilla seostettuja kuituvahvistimia, optimaalista erbiiumin määrää kuidussa sekä optimaalista kuidun pituutta.

Sovellukset

1990-luvulla tiedonsiirto siirtyi tietoliikennesatelliiteista valokuituverkkoihin, sillä erbiium-seostettujen optisten vahvistimien käyttöönotto sai aikaan valtavan kasvun tiedonsiirtokapasiteetissa. Esimerkiksi Pohjois-Atlantin ylittävä puhelinliikenne siirtyi lähes kokonaan satelliiteista valokuituihin.

Tänä päivänä optisia vahvistimia käytetään valokuituverkoissa sekä maan päällä että veden alla. Pienimmät vahvistimet ovat tulitikkurasian kokoisia ja vedenalaiset vahvistimet puolestaan useamman metrin pituisia. Vähitellen valokuidut korvaavat vanhat kuparikaapelit kuluttajille tulevaisuudessa yhteyksissä.

"Jos tänä päivänä katsoo maailmankarttaa, merenalaiset kaapelit näyttävät hämähäkinverkolta, joka kietoutuu sen ympärille", sanoo David Payne. Erbiium-seostettuja kuituvahvistimia on kaikkialla. "EDFA on todellakin kaikkialla tänään", toteaa Randy Giles. "Jos osoitat minulle optisen kaapelin maasta, merestä tai ilmasta, seuraamalla sitä löydän erbiium-vahvistimen noin 40 kilometrin välein".

Optisilla vahvistimilla on käyttöä myös teollisuudessa, missä käytetään suuritehoisia lasereita merkitsemiseen ja työstöön. Myös lääketieteellisissä leikkauksissa käytettävät laserit hyötyvät näistä vahvistimista.

Optisia vahvistimia valmistetaan ympäri maailmaa. Professori David Payne oli mukana perustamassa Southampton Photonicsia, yhtä harvoista nimenomaan erbiium-seostettuja kuituvahvistimia valmistavista yrityksistä maailmasta.

Payne, Giles ja Desurvire tänään

David Payne johtaa optoelektroniikan tutkimuskeskusta (ORC) Southamptonin yliopistossa. Se on yksi maailman johtavista fotonikan tutkimuskeskuksista. Keskus muuttaa lähiaikoina uuteen rakennukseen, joka korvaa muutama vuosi sitten tulipalossa tuhoutuneen aiemman laboratorion. Insinööripuoli näkyy

kulkuneuvoissa; Payne ajaa BMW M3 -urheiluautoa ja Harley Davidson -moottoripyörää. Kotona Paynen lempipaikka on keittiössä. "Kyllä, pidän ruuanlaitosta ja hyvästä ruuasta. Tiedätkö muuten kokin nimeltä Heston Blumenthal? Hän tekee loistavaa kokeellista ruokaa, jota kutsutaan molekyyli-gastronomiaksi", Payne innostuu.

Randy Giles työskentelee yhä Bellin laboratorioissa, nykyään Alcatel-Lucentin logon alla. Giles on edistänyt lasertekniikkaa monin tavoin, mukaan lukien luomalla ensimmäisen käytännön version optisesta kytkimestä. Yksi hänen tämän hetken projekteista on ultrapieni projektori, joka perustuu kolmeen pieneen laserdiodiin. Kun hän ei ajattele lasereita tai uusia optisia laitteita, Giles kiipeilee vuorilla tai juoksee Murray Hillillä, New Jerseyssä, missä hänen toimistonsa ja laboratorionsa ovat.

Emmanuel Desurvire on palannut Ranskaan ja johtaa Thalesin fysiikan tutkimusryhmää Palaiseaussa, lähellä Pariisia. "Tutkijoita on hyvin vaikea johtaa, mutta uskon onnistuvani siinä melko hyvin, koska olen itsekin ollut tutkija. On erittäin innostavaa olla tässä asemassa, inspiroimassa ja motivoimassa seuraavan sukupolven tutkijoita". Desurvire myös kirjoittaa kirjoja jatkuvasti. Kotona hän soittaa klassista kitaraa ja harrastaa puutoita - myös kitaroiden rakentamista.

Lisätietoja

http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_amplifier

http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_fibre

<http://www.alcatel-lucent.com/bell-labs>

<http://www1.alcatel-lucent.com/submarine/>

<http://www.thalesgroup.com/>

http://en.wikipedia.org/wiki/David_Payne

<http://www.orc.soton.ac.uk/>

Emmanuel Desurvire: Erbium-Doped Fiber Amplifiers, Principles and Applications (ISBN-13: 978-0471264347); Wiley-Interscience; New Ed edition (August 19, 2002)

Emmanuel Desurvire: Erbium-Doped Fiber Amplifiers, Device and System Developments (ISBN-13: 978-0471419037); Wiley-Interscience; Subsequent edition (August 8, 2002)

CV - Professor Emmanuel DESURVIRE

French Citizen

Born 1955 in Boulogne, near Paris, France

Married

1974	Baccalauréat, Lycée Claude Bernard, Paris
1977	B.S. in Physics, Paris VI University
1980	M.S. in Physics, Paris VI University
1981	M.S. (DEA) in Theoretical Physics, Paris VI University
1981 - 1983	Ph.D. Student, Thomson-CSF (now Thales) Central Research Facility Corbeville, Orsay, France
1983	Ph.D. in Applied Physics, University of Nice
1984 - 1986	Postdoctoral Research Affiliate, Applied Physics Department, E. L. Ginzton Laboratory, Stanford University, USA
1986 - 1990	Member of Technical Staff, AT&T Bell Laboratories, Crawford Hill Laboratory, New Jersey, USA
1998	Sc.D. (HDR Thesis), University of Nice
1990 - 1993	Associate Professor, EE Department of Columbia University, New York, USA
1994 - 1998	Group Leader, Undersea Transmission, Alcatel-Alsthom (later Alcatel-CIT) Research, Marcoussis, France
1998 - 1999	Deputy Unit Director, Photonics Networks Unit, Alcatel-CIT, Marcoussis, France
1999 - 2000	R&D Project Manager
2000 - 2004	Director, Alcatel Technical Academy
2004 - 2006	Director, Alcatel
2006 - 2007	Senior Director, Alcatel Optical Networks Division
2007 -	Director, Thales Research & Technology, Physics Research Group

Notable prizes and awards

1992-93	Distinguished Lecturer Award, Lasers and Electro-Optics Society (IEEE)
1984	International Prize In Optics , International Commission for Optics (ICO)
1998	Benjamin Franklin Medal In Engineering, Benjamin Franklin Institute
1998	Grand Prize in Electronics of Gai A.Ferrée, Federation des Anciens des Transmissions
2000	IEEE Fellow, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
2001	Distinguished member of Technical Staff, Alcatel Technical Academy
2004	Alcatel Fellow, Alcatel Technical Academy
2005	William Strelfer Scientific Achievement Award, Lasers and Electro-Optics Society (IEEE/LEOS)
2006	Thomson Scientific Laureate, Thomson Scientific
2007	John Tyndall Award, Optical Society of America and Lasers & Electro-Optics Society (OSA/LEOS)
2007	Prix France-Telecom, France's Academy of Sciences

Patents and publications

210 publications (98 Journal, 104 conference, 8 book chapters)

5 author books (publications 1994,2003,2004 and 2008)

113 patents in 34 patent families

CV - Dr. Randy GILES

Citizen of the USA and Canada

Married

1976	BSc in Physics, University of Victoria, Canada
1978	MSc in Physics, University of Victoria, Canada, 1978
1983	PhD in Electrical Engineering, University of Alberta, Canada
1983 -1986	Member of Scientific Staff at Bell Northern Research in Ottawa, Canada
1986 - 1999	Member of Technical Staff at Bell Laboratories
1999 - 2001	Technical Manager at Bell Laboratories
2000 -	Director, Optical Networks at Bell Laboratories
2001	Director of Photonic Subsystems Research at Bell Laboratories
2001 - 2006	Director of Advanced Photonics Research at Bell Laboratories

Notable prizes and awards

2000	Awarded the Discover Magazine Technology Award
2000	Awarded Fellow status In the Optical Society of America
2001	Awarded the Bell Laboratories President's Gold Award
2001	Awarded the Bell Laboratories Fellow
2005	Awarded the Fraunhofer Award/Burley Prize from the Optical Society of America

Patents and publications

Authored or co-authored over 100 publications/conference papers.
Have over 50 patents filed and more than 30 issued.

CV - Professor David PAYNE

British Citizen

Born 13 August 1944

Married

1949-1963	Primary and Secondary Education in Central Africa (Zambia)
1964-1967	B.Sc. Honours, Electrical Engineering, University of Southampton, UK
1967-1968	Diploma in Quantum Electronics, University of Southampton, UK
1969-1976	PhD degree, University of Southampton, UK (Part time Registration)
1969-1971	Research Assistant, Dept. of Electronics, University of Southampton
1971-1972	Junior Research Fellow, Dept. of Electronics, University of Southampton
1972	Pirelli Research Fellow, University of Southampton, UK
1974	Optical Communications Group Leader, University of Southampton
1978	Senior Research Fellow, University of Southampton, UK
1981	Principal Research Fellow, University of Southampton, UK
1984	Reader, University of Southampton, UK
1989	Deputy Director, Optoelectronics Research Centre, University of Southampton, UK
1991	Professor of Photonics, University of Southampton, UK
1995 -	Director, Optoelectronics Research Centre, University of Southampton, UK

Commercial activity

1981 - 1991	Co-founder and Director, York Technology Ltd. (now PK Technology Inc.), UK
1991 - 2000	Founding Consultant, Sensor Dynamics, UK (now part of SENSA)
1987 - 1990	Consultant, Amoco Technology, Naperville, USA
1995 - 2000	Consultant, Scientific Atlanta (ATx), Naperville, USA
1998 -	Co-founder, Director and Chairman, Southampton Photonics Inc.
1999 - 2001	Director, Geosensor, USA

Notable prizes and awards

1982	Academic Enterprise Award for establishing York Technology
1986	Queens Award for Industry (York Technology)
1991	IEEE/OSA John Tyndall Award (USA)
1991	Rank Prize for Optics (UK)
1992	Elected Fellow of the Royal Society
1993	Computers and Communications Award (Japan)
1994	MASTS (USA) Real Advances in Materials Award
1896	Elected Fellow of the Optical Society of America
1997	One of 12 scientists included in the Optical Society of America's time capsule due to be opened in 2016
1998	Benjamin Franklin Medal in Engineering-Franklin Institute USA
1998	Elected to the Royal Society of Arts
2000	ISI Certificate for one of the world's most cited authors
2001	2001 Basic Research Award of the Eduard Rhein Foundation
2001	Ernst and Young Entrepreneur of the Year finalist
2001	Mountbatten Medal of the IEE for outstanding contributions to

	electronics
2002	ISI Certificate for Highly Cited Researchers - original member
2003	LEOS (USA) Distinguished Speaker
2003	IEE Distinguished Speaker
2004	Appointed Commander of the British Empire (CBE)
2004	Elected to the Norwegian Academy of Sciences
2004	Kelvin Medal of the 8 major UK engineering institutions
2005	Elected Fellow of the IEE
2005	Elected Fellow of the Royal Academy of Engineering
2005	Royal Academy of Engineering MacRobert Award finalist (SPI Lasers)
2007	Elected to the Russian Academy of Sciences
2007	IEEE Photonics Award for outstanding achievements in photonics

Patents and publications

Author and co-author of over 600 Journal and Conference publications.
 Inventor and co-inventor on over 20 Patents and Applications