

Programul	Capacități / Modulul I
Tipul proiectului	Proiect de investitii PI
Acronimul Propunerii	μ DIGIHOLOLAB
Numărul Propunerii	1

B - DESCRIEREA PROPUNERII DE PROIECT

1. TITLUL COMPLET AL PROPUNERII

1.1. Titlul complet al propunerii și acronimul

Dezvoltarea laboratorului de holografie digitala cu echipamente pentru analiza sistemelor micro-opto-electro-mecanice si biologice (μ DIGIHOLOLAB)

2. REZUMATUL PROIECTULUI

Acest proiect propune **dotarea** laboratorului de "Lasere si plasma" din cadrul Centrului de Cercetare Stiintifica in Fizica Aplicata (CCSFA) **cu echipamente si aparatura in conformitate cu performantele actuale** (optice, mecanice, electronice) pentru dezvoltarea aplicatiilor de holografie digitala in domeniul sub-micrometric si pentru studiul diverselor fenomene. Astfel, laboratorul devine compatibil cu centrele europene (ITO Stuttgart, CNR-INFM Trieste, CALFA Artois etc.) cu care echipa proiectului are colaborari stiintifice. Laboratorul μ DIGIHOLOLAB va forma o **retea tehnologica integrata** cu IMT Bucuresti (partener) si cu membrii retelei NANOSCALE CONV (retea CEEX coordonata de IMT- Bucuresti); alte institutii, atat publice, cat si private, precum Institutul Oncologic „Al. Trestioreanu” Bucuresti (IOB) si Opticoat srl si-au manifestat interesul pentru un astfel de laborator.

Performantele μ DIGIHOLOLAB sunt de nivel international: analiza tridimensionala cu rezolutie $\lambda/100$, prezentand unele **avantaje**: ■ se obtin informatii de amplitudine si de faza dintr-o singura holograma; ■ se obtin informatii de la diferite adancimi, fara a fi nevoie de scanari mecanice; ■ se pot studia probe transparente sau nu, in miscare, in mediul natural, in regim de lucru, sau supuse la: vibratii, deformari datorate incalzirii sau tensionarii, curgeri, depuneri, corodari, fisurari; ■ se pot studia detalii micronice ale probelor mari fara a fi nevoie de sectionari; ■ se pot studia cavitatile unor obiecte, ■ nu mai sunt necesare procesele consumatoare de timp, de dezvoltare a placilor holografice, ■ cost redus. μ DIGIHOLOLAB este prevazut sa functioneze performant pana in anul 2015, cu conditia sa existe o etapa de extindere pentru domeniul „deep UV” in anul 2010.

Descrierea functionala a μ DIGIHOLOLAB: holografie digitala cu scopul de a oferi o metodă de investigare complementară altor tipuri de microscopie (SEM, TEM, AFM). Aceasta deriva din holografia clasica si presupune achizitia de imagini cu rezoluție si viteza mare (peste 1000×1000 pixeli ai sensorului CCD, cu dimensiunea de sub 10 μ m, peste 1000 cadre/s) in planul de iesire a sistemului optic (unde interfera fascicolul de la obiect cu cel de referinta). Prelucrarea imaginilor se face cu soft specializat pentru îndepărtarea zgomotului si scoaterea in evidenta a detaliilor semnificative. Reconstructia obiectelor (distributia de faza si/sau amplitudine) se face cu algoritmi specifici bazati pe transformata Fresnel, domeniu in care echipa proiectului are expertiza.

3. RELEVANȚA PROIECTULUI

3.1. **Încadrarea proiectului în domeniile prioritare de cercetare ale Strategiei Naționale.**

Proiectul se incadreaza in **domeniul prioritar** „Nanoelectronica, fotonica și micro-nanosisteme integrate (cod sub-domeniu 1.7)”, deoarece principiul metodei (holografie digitala prin explorare cu lumina laser), performantele acesteia (sub-micronice, datorita montajului interferometric si al

microscopului), complexitatea masuratorilor (optica + electronica + procesarea informatiei + transmiterea informatiei) ca si domeniile de aplicatie (enumerata anterior, la Cap.2) sunt pe deplin concordante cu sub-domeniul precizat. Mentionam ca in tara **nu exista** un astfel de laborator.

3.2. Încadrarea proiectului în obiectivele fundamentale ale programului 2 „Capacități”

Obiectivul general al programului este compatibil 100% cu obiectivul proiectului, prin aceea ca modernizam un laborator ca parte integranta a unei infrastructuri distribuite de cercetare, care lucreaza cu aparate si echipamente performante, pe principiile optoelectronicii, care ocupa in cvasitotalitate domeniul metrologiei.

Proiectul acopera foarte bine si **obiectivele derivate** ale programului „Capacități”, anume:

- i/ Dezvoltarea infrastructurii de cercetare: modernizarea si extinderea infrastructurii și instalațiilor CD existente în instituțiile publice CD și instituțiile de învățământ superior (laboratoare, instalații, echipamente etc.);
- ii/ Îmbunătățirea capacității de cercetare și a capacității de a utiliza și oferi servicii științifice și tehnologice specializate pentru domenii de înaltă tehnologie, în instituțiile publice CD și instituțiile de învățământ superior.

4. DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ A PROIECTULUI

4.1. Scurtă prezentare a realizărilor în domeniul ST precizat, la nivel național și internațional.

Revistele de specialitate (Applied Optics, Optics Letters, Optics Express, Applied Physics D) contin in numerele din ultimii ani foarte multe articole care se refera la aplicatiile holografiei digitale in combinatie cu obiective de microscop, in montaje interferometrice, ca in aranjamentele de mai jos:

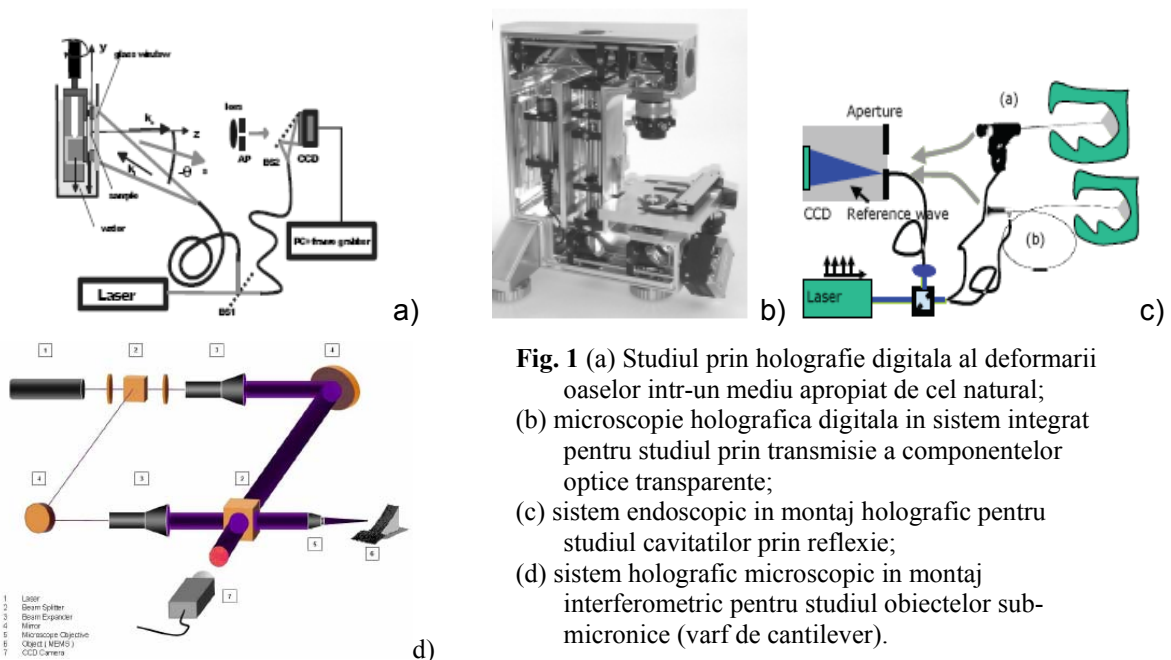


Fig. 1 (a) Studiul prin holografie digitala al deformarii oaselor intr-un mediu apropiat de cel natural;
 (b) microscopie holografica digitala in sistem integrat pentru studiul prin transmisie a componentelor optice transparente;
 (c) sistem endoscopic in montaj holografic pentru studiul cavitatilor prin reflexie;
 (d) sistem holografic microscopic in montaj interferometric pentru studiul obiectelor sub-micronice (varf de cantilever).

Pentru studiul celulelor vii se foloseste un montaj holografic inclus intr-un microscop optic, obtinandu-se rezolutii de 5nm, evitand astfel punerea la punct separata pentru fiecare adancime. Imaginile obtinute de diferite colective, dupa reconstructia mai multor tipuri de obiecte (Fig. 2) sunt asemanatoare celor obtinute la SEM, avantajele principale fiind costul mai mic, situatiile variate in care se pot analiza probele, adancimea mare a campului de vedere longitudinal.

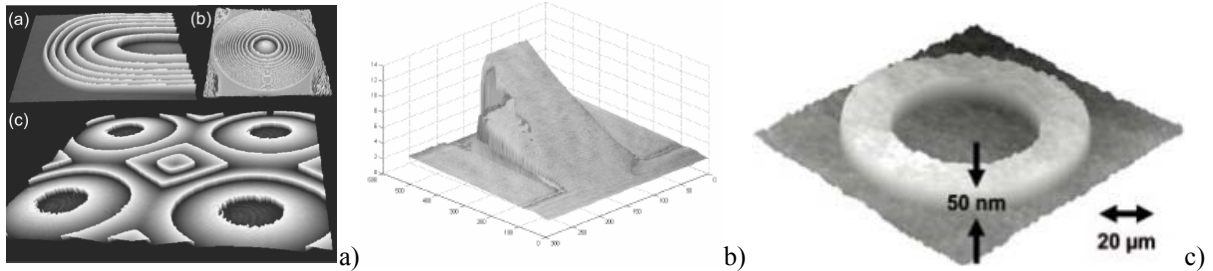


Fig. 2. Imagini obtinute din holograme, dupa reconstructie numerica, din topografia de faza: (a) sistem de microlentile transparente, (b) varf de cantilever; (c) suprafata metalica prin reflexe

Institute mari de prestigiu din lume au colective puternice care se ocupa cu metoda holografiei digitale, in laboratoare similare celui pe care il vom realiza in urma acestui proiect: Institute fur Technische Optik Stuttgart, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne-Institute of imaging and applied optics, Electrical and Systems Engineering University of Connecticut, Humboldt University of Berlin, Université Libre de Bruxelles, Laboratory of Biophysics - University of Münster etc.

Bibliografie selectiva internationala

1. Quantitative phase microscopy with asynchronous digital holography, K. J. Chalut et al, Vol. 15, No. 6 / OPTICS EXPRESS 3047, **2007**
2. Real-time measurement of internal stress of dental tissue using holography, D. Pantelić et al., Vol. 15, No. 11 / OPTICS EXPRESS 6823, **2007**
3. Measurement of parameters of simple lenses using digital holographic interferometry and a synthetic reference wave, A. Anand and V. K. Chhaniwal, Appl. Optics, Vol. 46, Issue 11, **2007**
4. Finding the position of tumor inhomogeneities in a gel-like model of a human breast using 3-D pulsed digital holography, [M. del Socorro Hernández-Montes](#) et al, J. Biomed. Optics -- Vol.12, Issue 2, **2007**
5. Digital Holographic Microscopy A New Method for Surface Analysis and Marker free dynamic life cell Imaging, B. Kemper, P. Langehanenberg, G. von Bally, Optik & Photonik, N o. 2, 41-44, June **2007**

4.2. Obiectivele generale și specifice ale proiectului.

Obiectivul general al proiectului este dezvoltarea infrastructurii laboratorului de "Lasere si plasma" din CCSFA (pag.22 „Colective, laboratoare si directii de cercetare”, ISBN 973-85237-3-7) al UPB-FSA (vezi foto al laboratorului actual, sau detalii la <http://www.pub.ro/romana/facultati/stiinte-aplicate.html>), astfel ca acesta sa devina un laborator de cercetare performant in domeniul holografiei digitale, ca element component al unei platforme tehnologice integrate cu IMT Bucuresti, cu extensie la rețeaua NANOSCALE CONV, prin dotarea sa cu aparatura la standardele de profil din lume (caracteristicile acestora sunt descrise in paragraful 5.1.).



Fig,3 Laboratorul destinat μDIGIHOLOLAB al CCSFA din UPB-FSA

Obiectivele operationale sunt de recompartimentare si amenajare a spatiului existent, precum si de achizitii pentru inlocuirea unor echipamente cheie: lasere, microscop si camera video stiintifica. Toate acestea vor inlocui pe cele existente, ale caror caracteristici nu permit realizarea unui lant de masura performant, utilizand principiile holografiei digitale. Se pastreaza masa holografica, monocromatorul de inalta rezolutie si un elipsometru. Se dezvolta corespunzator capacitatea de procesare hard si soft pentru achizitia si prelucrarea de imagini.

4.5. Precizări privind repartizarea drepturilor de proprietate/ acces între partenerii de proiect.

Echipamentele care se monteaza la parteneri (UPB-FSA, IMT) raman proprietatea acestora. Membrii rețelei NANOSCALE CONV au acces gratuit, cu obligatia ca sa ofere, in contrapartida, facilitati echivalente.

Rezultatele provenite din μ DIGIHOLOLAB si publicate ca articole sunt **proprietate publica**, cu mentionarea proiectului care a finantat investitia.

4.6. Diseminarea rezultatelor, condițiile de acces pentru terți (program de acces, documentații disponibile, condiții/ costuri de acces, personalul care asigură utilizarea etc.).

UPB-FSA intocmeste documentele μ DIGIHOLOLAB (organigrama de functionare, ROF etc.) si are obligatia sa asigure functionarea laboratorului pe baza unui program transparent. Acesta va fi publicat pe pagina web a laboratorului, unde se vor preciza programul prin care a fost finantat, caracteristicile echipamentului existent, posibilitățile de contact, condițiile de acces pentru terți (program de acces, documentații disponibile, condiții/ costuri de acces, personalul care asigură utilizarea etc.).

4.7. Modul în care investiția conduce la implicarea în proiecte internaționale/europene.

Echipa proiectului are relatii cu grupuri din **Germania** (Institut fur Technische Optics din Stuttgart, care are un laborator cu specializarea in optica difractiva (<http://www.uni-stuttgart.de/ito/eng/Forschung/Inter1/interfer.php>)), **Italia** (CNR-INFN Laboratorio Nazionale TASC, LILIT Group Area Science Park Basovizza - Trieste), **Franta** (Centre d'Applications des Lasers de Flandres-Artois (CALFA) Institut Universitaire de Technologie (IUT) de Bethune, Rue de l'Université, 62408 Bethune), **Grecia** (Foundation for Research and Technology Hellas Heraklion, Greece).

Pana in prezent, colaborarile cu aceste grupuri din domeniul opticii difractive si metodelor holografice s-au bazat doar pe probleme teoretice si de programare. Noua dotare va permite ca aceste contacte sa se largeasca prin efectuarea de experimente complementare cu cele din laboratoarele de mai sus, cu beneficii economice directe pentru Romania.

Programul	Capacități / Modulul I
Tipul proiectului	Proiect de investitii
Acronimul Propunerii	μDIGIHOLOLAB
Numărul Propunerii	1

B - PROJECT PROPOSAL

1. FULL TITLE

1.1. Full title and acronym: **Reinforcing digital holography laboratory with devices for micro-opto-electro-mechanical and biological systems analysis μDIGIHOLOLAB**

2. PROJECT SUMMARY (RESUME)

This project proposes the **endowment** of the “Lasers and plasma laboratory” from the Center of Scientific Research in Applied Physics (CCSFA) with **equipments and devices according with present, international performances** (optical, mechanical, electronic) in order to develop applications for digital holographic in the sub-micrometric field and for the study of different phenomena. In this way, the laboratory becomes compatible with the European centers from (ITO Stuttgart, CNR-INFM Trieste, CALFA Artois etc.) with which the project team has scientific partnerships. μDIGIHOLOLAB laboratory will develop one **integrated technological network** with IMT Bucharest (partner) and with members of the NANOSCALE CONV network (CEEX network coordinated by IMT- Bucuresti). Other institutions, private and public, as Oncological Institute “Al. Trestioreanu” Bucharest (IOB) and Opticoat srl are interested in this kind of laboratory.

In μDIGIHOLOLAB will be investigated amplitude and/or phase objects with sub-micrometric precision, objects with refractive index gradients, deformation caused by stress, vibrations, dilatations, depositions, or objects with cracks. μDIGIHOLOLAB **performances** are at an international level: tri-dimensional analysis with $\lambda/100$ order of resolution, non-destructive and non-invasive investigation (no cuts), hostile medium works with low costs and in different conditions (no vacuum, samples in working regime or in their life-medium for the biological ones). In the digital holographic method, measurements include recorded images with high resolution and speed (over 1000x1000 pixels of the CCD sensor, with pitch below 10 μm, over 1000 frames/s) in the exit plane of the optical system. Image processing is done with specialized software for the signal to noise ratio increasing and to emphasize significant details. The object reconstruction (phase and amplitude distribution) is done with algorithms based on Fresnel transform; a similar algorithm was used by our team for diffractive optical element design. μDIGIHOLOLAB is prepared to function at a high performance till 2015, with the condition of one extension for the deepUV domain in 2010.

μDIGIHOLOLAB functional description: digital holography in order to offer one investigation method, complementary with different types of microscopy (SEM, TEM, AFM). This method derives from classical holography and has some **advantages**: ■ one can obtain amplitude and phase data from one single hologram; ■ one can obtain information from different depths from one single hologram without mechanical scanning; ■ we can study moving samples, biological samples in natural medium, samples in working regime or subject to vibration, deformation because of the heating or stressing, flowing, deposition, etching; ■ one can study micronic details without sectioning the large samples; ■ one can study the cavities of the objects; ■ are no longer necessary time consuming processes of holographic plate developing; ■ low cost. After hologram acquisition, the data is transmitted by an IEEE1394 („FireWire“) interface to a PC based image processing system, thus avoiding cost intensive frame grabber cards with hardware specific software.

3. PROJECT RELEVANCE

3.3. Project conformity with the priority domain/subdomain of the National Strategy

This project is framed in priority domain: "Nanoelectronics, photonics and integrated micro-nano-systems" (1.7) because the principle of the method, their performances (sub Micronics, due to interferometric setup and due to the microscope), measurement complexity (optical + electronic + image processing + information transmission) as the application domain are in concordance with the specified domain. In our country such a laboratory does not exist (only in classical holography exist some activities in '90 years).

3.4. Project conformity with the basic objectives of the programme „Capacities”.

The general objective of the program is 100% compatible with the project objective by the fact that we modernize one laboratory as a part of one distributed infrastructure of research. It works with devices and performant equipments on the opto-electronics principles, which has the principal role in metrology domain.

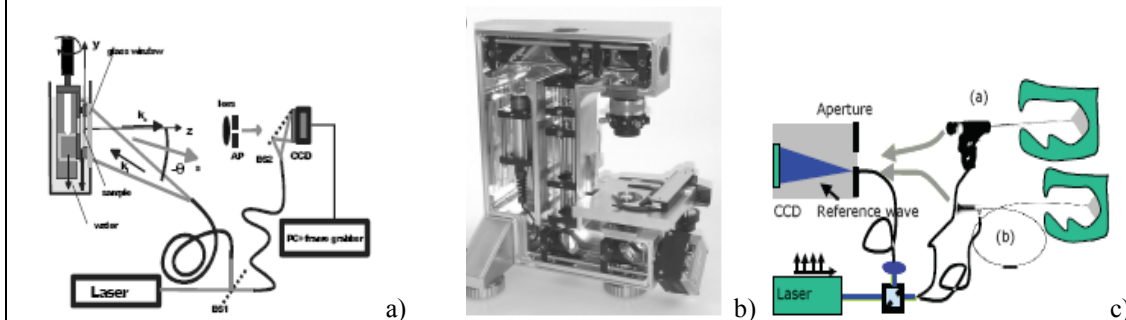
The project is also full compatible with the **deriving objectives** of the programme „Capacities”, namely:

1. Developing the research infrastructure: upgrading and extending the existing RD facilities and installations in the public RD sector and universities (research laboratories, equipments etc.)
2. Improving the research capacity and the supply capability of scientific and technological services in the high technology field in the public RD sector and universities.

4. SCIENTIFIC AND TECHNICAL DESCRIPTION OF THE PROJECT

4.1. Brief presentation of the ST state of the art at national /international scale (including scales of magnitudes for turnovers, if available).

The scientific review with impact factor greater than 3 (Applied Optics, Optics Letters, Optics Express, Applied Physics D) contain in every number articles with digital holography method applied in different field. The experimental setups are consisting by: ■ interferometric arrangements with microscopic objectives ■ or in holographic arrangement included in optical microscope. The images obtained after object reconstruction is like those obtained with SEM (with maximum resolution till now of 5nm for biological samples or $\lambda/175$ for microlens array). The principal advantages are: lower cost than SEM or TEM, non-destructively, marker-free, "full-field" (no scanning required) and online simultaneously method applied in more various conditions.



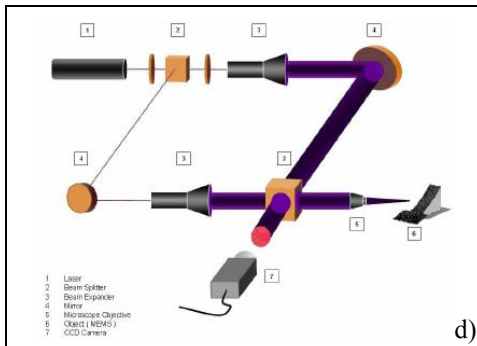


Fig. 1 (a) Study through digital holography method, of the bones deformations, in a medium similar with the natural one; (b) digital holographic microscopy for transparent optical components analysis through transmission; (c) endoscopic system in holographic setup for cavity studies through reflections; (d) digital holographic microscopy in interferometric setup for nano-system analysis (cantilever).

The living cells are studied in one optical microscope with holographic system incorporate. There was touched 5nm resolution in object plane, without mechanical scanning for different depths. The images obtained by different scientists, after numerical reconstruction of different types of objects (Fig. 2), are like SEM one. The principal advantages are minimal costs, the non-destructively method, marker-free, “full-field” (no scanning required).

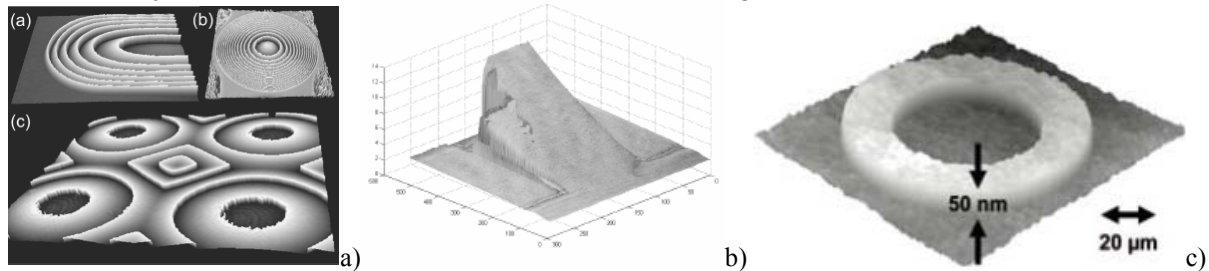


Fig. 2. Objects images obtained from holograms, after numerical reconstruction, from phase map: (a) transparent micro-lens arrays, (b) cantilever; (c) reflecting metallic surface

Prestigious institutes from many country, study the problems and applications of digital holography in laboratories similar with the one develop after this project: Institute fur Technische Optik Stuttgart, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Institute of imaging and applied optics, Electrical and Systems Engineering University of Connecticut, Humboldt University of Berlin, Université Libre de Bruxelles, Laboratory of Biophysics - University of Münster.

Selective international bibliography

6. Quantitative phase microscopy with asynchronous digital holography, K. J. Chalut et al, Vol. 15, No. 6 / OPTICS EXPRESS 3047, **2007**
7. Real-time measurement of internal stress of dental tissue using holography, D. Pantelić et al., Vol. 15, No. 11 / OPTICS EXPRESS 6823, **2007**
8. Measurement of parameters of simple lenses using digital holographic interferometry and a synthetic reference wave, A. Anand and V. K. Chhaniwal, Appl. Optics, Vol. 46, Issue 11, **2007**
9. Finding the position of tumor inhomogeneities in a gel-like model of a human breast using 3-D pulsed digital holography, [M. del Socorro Hernández-Montes](#) et al, J. Biomed. Optics -- Vol.12, Issue 2, **2007**
10. Digital Holographic Microscopy A New Method for Surface Analysis and Marker free dynamic life cell Imaging, B. Kemper, P. Langehanenberg, G. von Bally, Optik & Photonik, N o. 2, 41-44, June **2007**

4.2. General and specific objectives.

The general objective of this project is the development of our „Lasers and plasma” laboratory substructure of CCSFA (pg.22 „Colective, laboratoare si directii de cercetare”, ISBN 973-85237-3-7) from UPB-FSA (see the photograph or at

<http://www.pub.ro/romana/facultati/stiinte->



[aplicate.html](#)). In this way, it will become a new laboratory, specialized in digital holography, integrated besides our partner IMT, in technological platform NANOSCALE CONV, by equipment acquisition in accord with international standards (their characteristics in section 5.1.).