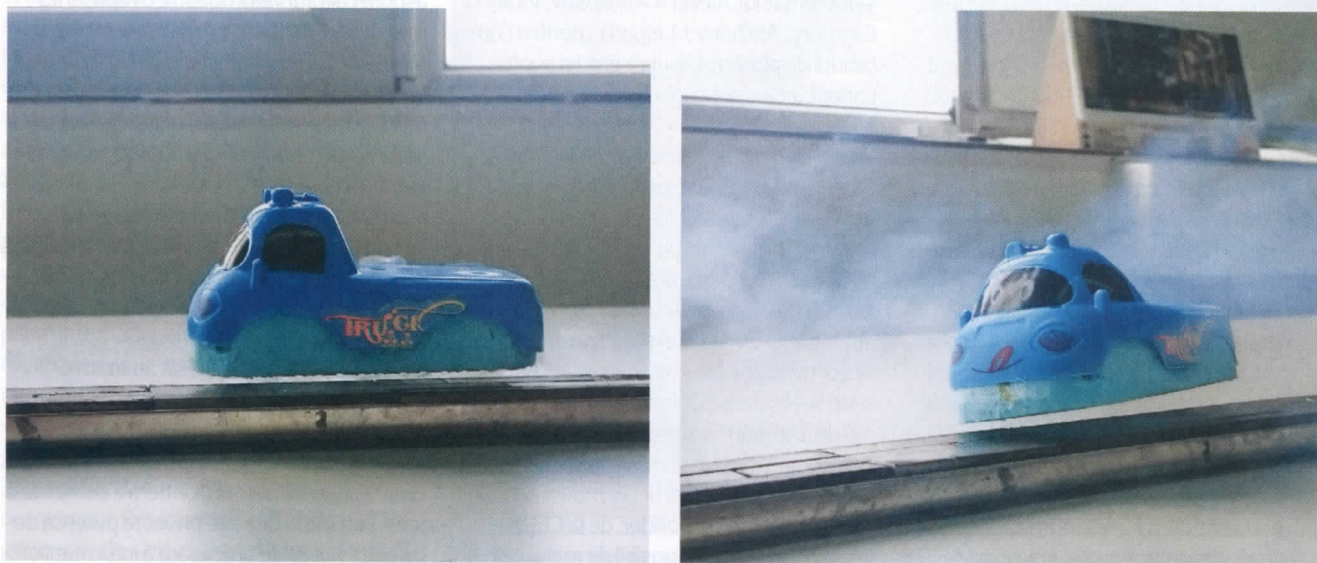


SUPRACONDUCTIBILITATEA și progresul științifico-tehnic actual

Descoperită în anul 1911, la început de secol, mai precis în 8 aprilie, de către fizicianul olandez Heike Kamerling Onnes în Laboratorul de Criogenie din Leiden, la o probă de mercur, supraconductibilitatea a cunoscut în 106 ani o bogată activitate cu descoperiri, cu premii Nobel acordate, dar și cu dezvoltarea de aplicații cu impact direct asupra calității vieții oamenilor, a suferit îmbunătățiri și perfecționări în multe domenii de activitate, dintre care enumerăm: cercetarea științifică, aplicații industriale și aerospațiale, aplicații în medicină și, nu în ultimul rând, aplicații în domeniul transporturilor terestre de mare viteză, aeriene și tehnologii IT.

DR. ING. ION DOBRIN, ȘEFUL LABORATORULUI DE SUPRACONDUCTIBILITATE ȘI CRIOGENIE APLICATE ÎN INGINERIE ELECTRICĂ



H.K. Onnes a primit premiul Nobel în 1913 „pentru investigațiile asupra proprietăților materiei la temperaturi joase care au condus, printre altele, la descoperirea heliului lichid”.

El însuși spunea după descoperire că „mercurul a trecut într-o stare nouă care, datorită proprietăților ei electrice extraordinare, poate fi numită stare supraconductoare”. În 106 ani de la descoperire, supraconductibilitatea a cunoscut o susținută activitate

cu noi descoperiri, elaborarea de noi teorii explicative și recompense prin premii Nobel acordate, dar și dezvoltarea de aplicații cu impact direct asupra calității vieții oamenilor, îmbunătățiri și perfecționări ale multor domenii de activitate dintre care enumerăm: cercetarea științifică, aplicații industriale și aerospațiale, aplicații în medicină și, totodată, aplicații în domeniul transporturilor terestre de mare viteză, aeriene și tehnologiilor IT.

În anii care au urmat au fost descoperi-

Fig. 1. Ilustrarea efectului Meissner: supraconductor HTS levitând o mașină de jucărie deasupra unor magneți NdFeB (foto ICPE-CA)

te și alte elemente supraconductoare dar și compuși metalici care, de asemenea, prezintă fenomenul de supraconducție și la temperaturi chiar mai ridicate, de 9K în cazul compusului NbTi sau chiar 18K în cazul compusului Nb₃Sn. Multe din aplicațiile importante cu rezultate remarcabile, cum sunt generatoarele de câmp magnetic în-

tens pentru acceleratoarele de particule, s-au dezvoltat cu acești supraconductori de temperaturi joase și încă sunt utilizați cu succes.

O dată importantă în domeniul descoperirii de noi tipuri de materiale supraconductoare o reprezintă ianuarie 1985, când, prin descoperirea ceramicilor supraconductoare de tip $(\text{LaBa})_2\text{CuO}_4$, cu o temperatură de tranziție de la o stare de rezistență electrică nenulă la o stare de rezistență electrică zero de 35K, s-a inaugurat o eră nouă, cea a supraconductibilității de „temperatură înaltă”, descoperire recompensată cu un alt premiu Nobel în anul 1987. Din acel moment, cursa pentru descoperirea de noi compuși cu temperaturi critice din ce în ce mai ridicate s-a lansat într-un ritm exponențial și încă mai continuă. Astfel, imediat, la un an distanță (1987), era anunțată descoperirea unui nou compus, $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ cu o temperatură de tranziție de 93K, iar în luna decembrie a aceluiași an era anunțată descoperirea compusului Bi-Sr-Ca-Cu-O , cu o temperatură critică de 110K, urmat la scurtă vreme (ianuarie 1988) de un nou compus Tl-Ba-Ca-Cu-O cu $T_c=125\text{K}$. Ultimul sosit a fost compusul Hg-Ba-Ca-Cu-O , cu temperatura critică cea mai ridicată, $T_c=133\text{K}$, în anul 1993.

Alte premii Nobel acordate pentru Supraconductibilitate:

Premiul Nobel pentru fizică în anul 1972, acordat lui John Bardeen, Leon Neil Cooper, John Robert Schrieffer, „pentru dezvoltarea în comun a unei teorii asupra supraconductibilității, cunoscută ca teoria BCS”,

În anul următor, 1973, Brian David Josephson primește premiul Nobel în Fizică „pentru predicțiile teoretice asupra proprietăților supracurentului care tunelează o barieră de potențial, în special pentru acel fenomen cunoscut ca efect Josephson”.

În anul 1987, Karl Alex Muller și Johannes Georg Bednorz primesc premiul Nobel în Fizică pentru descoperirea supraconductibilității „la temperaturi înalte” în anumite materiale ceramice, care practic au inaugurat era materialelor supraconductoare zise de „temperatură înaltă” – materiale denumite HTS (High Temperature Superconductors).



Fig. 2. Generator Electric Supraconductor realizat prototip în ICPE-CA (foto ICPE-CA)

Premiul Nobel în Fizică pentru anul 2003 s-a acordat lui Alexei A Abrikosov, Vitaly L. Ginzburg, Anthony J. Leggett „pentru contribuții de pionierat asupra teoriei supraconductoarelor și a superfluidelor”.

Proprietatea cea mai remarcabilă a stării supraconductoare și totodată cea mai cunoscută, rezistența electrică zero a unui material, prezentă sub un anumit prag de temperatură, de obicei situat în zona temperaturilor negative (criogenice), a făcut ca aplicațiile dezvoltate în practică să vizeze direct utilizarea acestei proprietăți. Astfel, s-au realizat aplicații care au vizat obținerea de câmpuri magnetice intense și extrem de intense (astăzi ~ 100T), fără de care acceleratoarele de particule moderne (cum este Large Hadron Collider de la CERN – Geneva) nu ar fi fost posibil de realizat și implicit nici descoperirile ulterioare din fizica energiei înalte obținute cu acesta (de exemplu bozonul Higgs).

Un alt domeniu important cu implicații directe în viața noastră – tomografele și aparatele MRI din medicină care realizează imagini 3D ale organelor și țesuturilor noastre, instrumente extrem de importante pentru diagnosticarea și identificarea problemelor de sănătate din corpul nostru – are la bază electromagneți supraconductori puternici.

O altă aplicație importantă cu impact asupra calității vieții noastre o reprezintă transportul de mare viteză, trenurile de tip MAGLEV, care se deplasează cu viteze de ordinul a 500–600 Km/h (Germania, China, Japonia etc.), trenuri care utilizează o altă proprietate importantă a supraconductoarelor, așa numitul efect Meissner, care explică levitarea unui supraconductor plasat într-un câmp magnetic, datorită diamagnetismului perfect al supraconductoarelor (figura 1).

Nu în ultimul rând trebuie să amintim o aplicație extrem de importantă a supraconductoarelor în domeniul IT, anume realizarea așa numitelor computere cuantice care reprezintă ultima frontieră a computerelor actuale în ceea ce privește puterea de calcul și viteza de procesare a informațiilor. Spre deosebire de computerele convenționale, care utilizează unități de informație (zero sau unu) numite bit, computerele cuantice folosesc unități cuantice de informație, denumite qbit (ca de exemplu spinul pe dreapta sau pe stânga al electronului).

Computerele cuantice au potențialul de a efectua calcule mult mai rapid decât oricare alt computer actual, bazat pe tehnologia siliciului. Cu alte cuvinte, computerele cuantice reprezintă viitorul. În prezent, numeroase universități și centre de cercetare

sunt angrenate în realizarea acestor computere ale viitorului, care vor putea rezolva probleme care necesită procesarea unui volum uriaș de date și viteze de procesare de neconceput cu computerele actuale.

Și toate aceste aplicații, și multe altele, se datorează utilizării criogeniei și supraconductorilor.

Poate că nu trebuie să uităm de utilizarea dispozitivelor supraconductoare de tip squid care utilizează efectul Josephson, dispozitive dedicate măsurării câmpurilor magnetice extrem de mici (10^{-10} .. 10^{-12} T), cum sunt cele generate de funcționarea organelor noastre interne sau a creierului nostru, ceea ce permite înregistrarea semnalelor funcționale ale organelor și înțelegerea mai profundă a funcționării organismelor vii.

În țara noastră, ICPE-CA este Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrică care are preocupări în domeniul aplicațiilor supraconductibilității în inginerie electrică prin Laboratorul specializat în Supraconductibilitate și Criogenie ce are o experiență de mai mult de 35 ani. Printre realizările de top confirmate de proiectele naționale și internaționale de cercetare științifică, precum și de brevetele de invenție obținute și premiate în participările internaționale de profil, menționăm: motorul electric supraconductor – premiat cu argint la Salonul Internațional de Inovații Tehnologice EUREKA, Bruxelles 2012, generator electric supraconductor (figura 2) medaliat cu aur la Salonul Internațional de Invenții Pro Invent, Cluj Napoca, 2017, generator de câmp magnetic intens și uniform (figura 3) – premiat cu Medalie de aur la Salonul Internațional de Invenții Pro Invent, Cluj Napoca 2015, bobine și electromagneți supraconductori pentru acceleratoare de particule – premiat cu premiul AGIR/2016 pentru realizări deosebite.

Totodată, ICPE-CA se implică activ în proiecte naționale și internaționale de anvergură ce implică utilizarea supraconductibilității și criogeniei în aplicații specifice. Menționăm aici implicarea în proiectele internaționale ELI-NP, FAIR- Darmstadt sau



Electromagnet supraconductor generator de câmp magnetic intens și uniform (3T) realizat în ICPE-CA (foto ICPE-CA)

proiectul NICA- Dubna, Rusia, unde ICPE-CA este partener pentru realizarea de electromagneți supraconductori și normal conductori pentru aplicații din acceleratoare de particule sau pentru experimentele de fizică nucleară.

În perspectivă, implicarea institutului va fi tot mai extinsă, dată fiind puternica dezvoltare a aplicațiilor din ingineria electrică prin utilizarea noilor materiale supracon-

ductoare de temperatură ridicată (HTS) în realizarea de dispozitive și aplicații ce erau, până ieri, realizate doar convențional (prin utilizarea cuprului): cabluri electrice supraconductoare, transformatoare supraconductoare, limitatoare de curent supraconductoare, stocarea magnetică a energiei, transport terestru de mare viteză cu levitație magnetică și multe alte aplicații care ar necesita în sine institute întregi dedicate realizărilor din domeniu.