

**Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2023**  
**Tehnologii cuantice hibride avansate**

---

**Cifrul proiectului:** 20.80009.5007.07

În scopul realizării etapei anului 2023 a proiectului a fost investigată dinamica cuantică colectivă a unui ansamblu de emițători cu două niveluri pompați coerent din exterior, plasați în interiorul unui cristal. Emițătorii sunt apropiați unii de alții la o distanță comparabilă cu lungimile de undă ale fononilor emiși și, în consecință, fononii vibraționali termici ai rețelei mediază corelațiile interparticulare. S-a constatat că, câmpul de fononi generat la frecvențe Rabi generalizate, care caracterizează emițătorii cu două niveluri pompați coerent, este proporțional cu pătratul numărului de radiatori din sistem. În plus, s-a demonstrat că, grupuri de emițători individuali unici sau perechile de emițători contribuie simultan la câmpul generat. Au fost calculate intensitățile fononice corespunzătoare atunci când, fie mai mulți emițători individuali, fie perechi de emițători cu două niveluri sunt implicați în generarea fononilor. Acest lucru este posibil deoarece aceste procese au loc la frecvențe diferite, și anume  $2\bar{\Omega}$  și  $4\bar{\Omega}$ . Prin intermediul ingineriei cristalului-gazdă, se poate face ca unul dintre procesele de emisie de fononi descrise mai sus să fie îmbunătățit, în timp ce celălalt să fie suprimat. De asemenea, pentru sistemele conținând un număr mai mare de emițători, perechile de emițători contribuie la tranzițiile fononice în principal la pompare rezonantă, în timp ce grupurile de emițători individuali contribuie, corespunzător, la pomparea coerentă externă fără rezonanță.

Aceste rezultate sunt foarte interesante, sistemele propuse putând avea și aplicații practice sau experimentale, deoarece sunt formate din elemente deja utilizate pe larg de experimenterii. Astfel, aceste rezultate ar putea fi considerate și drept model preliminar al viitoarelor posibile experimente ce țin de excitarea bateriilor cuantice.

Rezultatele obținute corespund obiectivelor proiectului și tuturor rezultatelor preconizate, ceea ce ne permite să afirmăm că etapa dată a proiectului a fost realizat cu succes.

În baza rezultatelor obținute în cadrul proiectului în anul de referință au fost publicate 4 articole în reviste de specialitate (din care 3 – în reviste cu factor de impact).

În baza rezultatelor obținute în cadrul proiectului sau pe teme conexe, executorii proiectului au perfectat 1 teză de doctor în științe (susținere în desfășurare), încă 1 teză de doctor fiind la etapa finală de elaborare (susținere planificată pentru începutul anului 2024)

During the 2022 stage of the project, we have investigated the collective quantum dynamics of an externally coherently pumped ensemble of two-level emitters placed inside a crystal. The emitters are close to each others on a length-scale commensurable to the emission phonon wavelengths and, as a consequence, the lattice thermal vibrational phonons mediate the inter-particle correlations. We have found that the generated phonon field at the generalized Rabi frequencies, characterizing the coherently pumped two-level emitters, are proportional to the squared number of radiators from the sample. Furthermore, we have demonstrated that bunches of individual single emitters or pairs of emitters contribute to the generated field simultaneously. We have calculated the corresponding phonon intensities when either multiple individual emitters or pairs of two-level emitters are involved in the phonon generation. This is possible because these processes occur at different frequencies, i.e.  $2\bar{\Omega}$  and  $4\bar{\Omega}$ . Via engineering of the host solid state sample, one can arrange that one of the above described phonon emission process is enhanced while the other one is suppressed, respectively. Also, for larger ensembles, pairs of emitters contribute to phonon transitions mainly at resonant driving, whereas bunches of individual emitters, correspondingly, at off-resonance external coherent pumping.

These results are very promising, the proposed systems are experimentally feasible and possible being of perspective for applications because of being composed of elements already widely used. Thus, these results can also be considered as preliminary models for future possible experiments.

The results correspond to the objectives of the project and to the expected results, that allowing to consider this stage of the project being successfully completed.

Thanks to the results of the project, 4 papers (including 3 - in journals with IF).

On the basis of the results obtained in the project or on related topics, the project executors have completed 1 PhD thesis (undergoing defense), another 1 PhD thesis is at the final stage of elaboration (defense planned for early 2024).

Conducătorul de proiect \_\_\_\_\_/ Mihai Macovei

Data: \_\_\_\_\_