

Nanotransistors quàntics

03/2009 - Telecomunicacions, Electrònica i Informàtica.

La nanoelectrònica dóna la benvinguda als transistors. Aviat es podrà treballar amb freqüències de Terahertz (10^{12} operacions per segon). Per aconseguir aquest objectiu, l'estudi del seu corrent no només es mesurarà mitjançant el corrent de conducció, sinó també mitjançant el corrent de desplaçament. Un sistema complex donada la quantitat d'electrons amb què es treballa i que l'article següent resol amb un model numèric que calcula el corrent total, és a dir, conducció més desplaçament. Basada en el càlcul quàntic, aquesta proposta numèrica facilitarà l'entrada triomfant dels nanotransistors que, sembla ser, podran oferir una electrònica més barata i petita amb múltiples aplicacions.

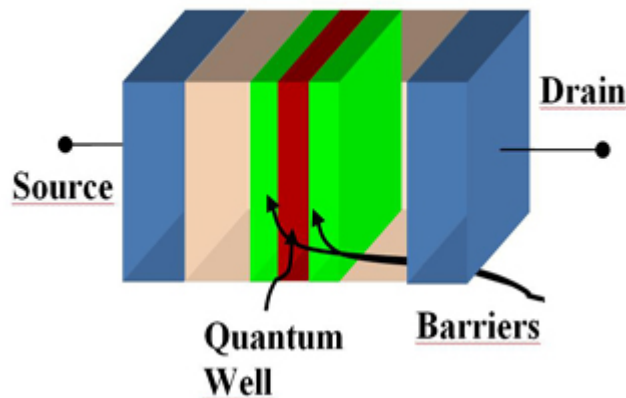
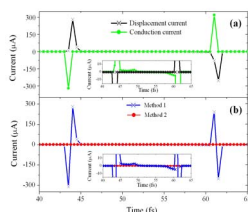


Figura esquemàtica d'un nanotransistor, en concret d'un diode túnel ressonant (RTD)

Al llarg de les últimes dècades la indústria microelectrònica ha evolucionat cap a una reducció de la mida dels transistors fins arribar, actualment, al rang de pocs nanòmetres (nanoelectrònica) on els fenòmens de transport involucrats dins d'aquests dispositius s'han d'estudiar per mitjà de la mecànica quàntica. Aquests nanotransistors poden realitzar operacions lògiques a freqüències de Terahertz (10^{12} operacions per segon) en lloc de les freqüències actuals de pocs Gigahertz (10^9 operacions per segon).

El corrent dels nanotransistors que operen a freqüències de Terahertz, no només és una mesura del ritme al qual els electrons travessen una determinada superfície del dispositiu (corrent de conducció), sinó que també és una mesura de les variacions del camp elèctric en aquesta superfície (corrent de desplaçament). Això és una conseqüència directa del teorema de conservació de la càrrega. Destaquem que per estudiar aquest tipus de sistemes és indispensable solucionar dues equacions. La primera és l'equació de Poisson, que ens dóna l'interacció entre els electrons, autoconsistentment amb una segona que és l'equació de Schrödinger multi partícula, que determina la dinàmica dels electrons.



El corrent dels nanotransistors que operen a freqüències de Terahertz mesuren el ritme al qual els electrons travessen una determinada superfície del dispositiu (corrent de conducció), i les variacions del camp elèctric en aquesta superfície (corrent de desplaçament).

En aquest sentit, en aquest article presentem un model numèric per a calcular el corrent total (conducció més desplaçament) per un diode túnel ressonant amb geometries dins la nanoescala. Per realitzar aquestes simulacions numèriques fem servir un mètode que resol la problemàtica d'estudiar sistemes de molts electrons per mitja de l'equació de Schrödinger multi partícula.

Això ho fem utilitzant trajectòries (de Bohm) quàntiques, associades als electrons. Aquest nou algorisme ens permet estudiar de forma precisa el transport electrònic, tant les propietats estàtiques, dinàmiques com de soroll en aquests dispositius electrònics de dimensions dins la nanoescala.

Aquestes propostes de nanotransistors, dins del rang dels Terahertz, proporcionaran sistemes electrònics amb importants reducció de costos i mides respecte d'altres propostes i es creu que tindran, en un futur immediat, importants aplicacions en l'àmbit de les telecomunicacions, tomografies mèdiques, anàlisis genètics o visualització a nivell cel·lular, entre d'altres.

Alfonso Alarcón

Departament d'Enginyeria Electrònica

Universitat Autònoma de Barcelona

A. Alarcón and X. Oriols. Computation of quantum electron transport with local current conservation using quantum trajectories, J. Stat. Mech. (2009), P01051, 2009.