

Universitatea Politehnica Timișoara

Optimizarea designului termic pentru ECU auto

Abstract

Teza de doctorat

Ing. Cristina Mihaela Drăgan (Șoimu)

Conducător de doctorat: Prof. univ. dr. ing. Dorin Lelea

Abstract

Această teză analizează o zonă critică a optimizării din punct de vedere termic a unităților de control electronic auto (ECU). Acesta este un domeniu de o importanță deosebită pe măsură ce industria auto se îndreaptă spre sisteme, din ce în ce mai electrificate și automatizate. Odată cu creșterea sistemelor avansate de asistență pentru șofer (ADAS) și a vehiculelor electrice (EV), densitatea fluxului de căldură în ECU a crescut, ceea ce duce la provocări privind managementul termic al componentelor electronice. Această cercetare își propune să dezvolte strategii inovatoare care îmbunătățesc performanța termică, asigurând fiabilitatea și funcționalitatea ECU-urilor, în diferite condiții de funcționare.

Studiul începe cu o analiză cuprinzătoare a literaturii care identifică practicile curente în managementul termic și limitările abordărilor existente. Apoi este stabilit un model termic robust, care încorporează sisteme și fenomene detaliate de generare de căldură din componente electronice, cum ar fi microcontrolere, tranzistoare de putere și senzori. Acest model este validat prin configurații experimentale care reproduc condițiile reale de funcționare, permițând caracterizarea precisă a comportamentului termic în ECU.

Având în vedere aspectele menționate, teza introduce un cadru de optimizare cu mai multe aspect, care utilizează atât simulări numerice, cât și tehnici de calcul avansate. Folosind metode precum algoritmi genetici și optimizarea de tip PSO, cercetarea urmărește să minimizeze punctele critice din punct de vedere termic în timp ce maximizează eficiența disipării căldurii. Cadrul este conceput pentru a explora o gamă largă de parametri de proiectare, inclusiv materiale de interfață termică, geometriile radiatoarelor și strategii de răcire, permițând o abordare holistică a managementului termic.

Studiile de caz sunt integrate pe parcursul tezei pentru a demonstra aplicarea practică a strategiilor de optimizare. Aceste studii implică colaborarea cu parteneri din industrie, oferind perspective asupra provocărilor termice cu care se confruntă aplicațiile auto reale. Rezultatele indică îmbunătățiri semnificative ale performanței termice, cu reduceri ale temperaturilor critice și măsurători de fiabilitate, îmbunătățite pentru ECU-urile supuse unor scenarii de testare riguroase.

În plus, teza abordează interacțiunea dintre designul termic și arhitectura generală a vehiculului, pledând pentru o filozofie de proiectare integrată care ia în considerare factorii termici, electrici și mecanici în mod sinergic. Implicațiile acestei abordări se extind dincolo de ECU-urile singulare, afectând eficiența și performanța generală a sistemului.

Constatările acestei cercetări contribuie cu cunoștințe valoroase în domeniul ingineriei auto, oferind metodologii practice pentru proiectarea termică a ECU-urilor. Prin promovarea soluțiilor eficiente de management termic, această lucrare sprijină dezvoltarea unor sisteme auto mai fiabile și mai eficiente, capabile să răspundă cerințelor

viitoarei mobilități. Direcțiile viitoare de cercetare includ explorarea materialelor noi cu proprietăți termice superioare și integrarea sistemelor de monitorizare termică în timp real pentru a permite strategii adaptative de management termic în medii operaționale dinamice.

Această cercetare nu numai că contribuie la cadrul teoretic al optimizării designului termic, dar oferă și perspective acționabile pentru industria auto. Prin abordarea provocărilor critice ale managementului termic în ECU, pune bazele unor sisteme auto mai rezistente și de înaltă performanță, deschizând calea pentru inovații în soluțiile viitoare de mobilitate.