

# Krmilni sistem na osnovi čipa FPGA za ultrazvočno fazno polje

Mário João Simões Ferreira dos Santos\* - Jaime Batista dos Santos

Inštitut za znanost in tehnologijo materialov, Oddelek za elektrotehniko in računalništvo,  
Univerza v Coimbri, Portugalska

*Pri običajnih ultrazvočnih preiskavah se pretežno uporablja ena sama sonda in zbrane informacije so iz osi širjenja valov. Če takšno enodelno sondo razdelimo na več elementov (polje) s širino, ki je precej manjša od dolžine, lahko vsakega od teh elementov obravnavamo kot linearen vir cilindričnih valov. Ena glavnih značilnosti ultrazvočnih faznih polj je sposobnost ustvarjanja fokusiranega ultrazvočnega snopa tako, da posamezni elementi polja dobivajo časovno odložene signale. Če je fokusiran snop zmožen opisati določeno območje, je možno ustvariti posnetek B-scan. Ta postopek se imenuje oblikovanje snopa.*

*Za ustvarjanje snopa s konstruktivnimi interferencami je posamezne elemente polja treba vzbujati s signali, ki so med seboj zamaknjeni za majhno časovno razliko. Na ta način je snop možno fokusirati v zeleno točko. Zbrani signali so pred seštevanjem premaknjeni v času. Rezultat je signal A-scan, ki poudarja odziv zelene točke izostritve in slabi odmeve iz ostalih točk preizkušane materiala. Za homogen medij s konstantno hitrostjo valov je nato potrebno določiti razdalje posameznih elementov polja do točk izostritve. Časovni zamiki so pridobljeni iz razmerja med razdaljami in hitrostjo širjenja valov v mediju.*

*Cilj predstavljenega sistema je krmiliti polje 30 elementov z medsebojno razdaljo 1 mm, sposobno skenirati območje, ki sega od 10 do 60 mm v globino pod kotom  $\pm 30^\circ$ . Posnetek nizke ločljivosti ima 2.500 slikovnih točk (50 x 50), kar ustreza ločljivosti 1 slikovna točka/mm v smeri pravokotno na polje (v globino) in najmanj 1,35 slikovne točke/mm v smeri kota. Časovni zamik je bil implementiran s pomočjo 50 MHz oscilatorja, ki omogoča najmanjši časovni zamik 20 ns. Z devet bitnimi števci lahko dosežemo največji zamik med krmilnimi signali 10,24  $\mu$ s, kar za približno dvakrat presega specificirane zahteve.*

*Vhodna parametra, ki ju sistem potrebuje za preračun izostritve v določeni točki, sta polmer in kot, izhod pa je 30 signalov, ki so med seboj različno časovno zamaknjeni. Modul Calc\_sin daje vrednosti sin za kot, ki ustreza točki izostritve glede na središče polja. Jezik VHDL funkcije sin ne podpira, zato je bila kot uveljavljena rešitev za programirljive naprave uporabljena **iskalna tabela** (LUT). Modul Calc\_dist, ki računa kvadratni koren, uporablja razvoj v Taylorjevo vrsto. Sistem ima toliko vzporednih kanalov, kot je število elementov v polju, pri predstavljenem sistemu, torej 30. Modul Calc\_delay<sub>n</sub> iz množice prej izračunanih razdalj in z največjo vrednostjo izračuna časovne zamike. Izračunane vrednosti zamikov je nato treba pretvoriti v večkratnike časovne enote sistema, ki znaša 20 ns. Končni modul Cont<sub>n</sub> ima funkcijo števca. Ko so naloženi vsi signali L<sub>cont<sub>n</sub></sub>, se vsem števcem pošlje krmilni signal, ki sproži štetje od izhodiščne vrednosti L<sub>cont<sub>n</sub></sub>. Krmilnim signalom polja S<sub>n</sub> se spremeni stanje, ko vsak števec doseže največjo vrednost, s čimer vsak element dobi ustrezen zamik.*

*Za novo točko izostritve se cel postopek ponovi z novimi parametri kota in polmera.*

*Ena glavnih prednosti predstavljene implementacije je visoka stopnja miniaturizacije v primerjavi s kovencionalnimi elektronskimi vezji. Uporabljeni FPGA zasede površino, manjšo od 3 cm<sup>2</sup>. Je tudi zelo vsestranski, saj je cel krmilni sistem možno namestiti v en sam standardni FPGA, ki ga je možno enostavno programirati in nadgrajevati. Pomembna prednost je tudi velik prihranek na stroških, saj vizualizacijo omogoča že enostaven prenosni računalnik.*

*Razvita strojna oprema omogoča krmiljenje funkcije oddajanja polja. Prihodnje delo bo usmerjeno na sprejem in obdelavo signalov za ustvarjanje posnetka B-scan notranjosti preiskovanih struktur.*

© 2011 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

**Ključne besede:** ultrazvočne preiskave, fazno polje, B-scan, FPGA