

Echipamente Radio Definite prin Program si Virtuale

Mecanisme de alterare a proceselor de conversie și măsuri de minimizare a lor

Cuplajele parazite rezistive, capacitive, inductive sau prin radiație între conductoarele care intră și cele care ies din circuitele care participă direct la transferarea semnalelor utile între domeniul analogic și cel numeric se constituie în “uși deschise” pentru interferențe.

În cazul echipamentelor radio definite prin program sau virtuale, circuitul la terminalele căruia sînt cele mai mari diferențe între nivele este convertorul analog-numeric, deoarece în acest circuit funcționează atît etaje analogice (eventuale amplificatoare separatoare de intrare dar în principal circuitul de eșantionare și menținere) cu semnale avînd amplitudini coborînd pînă la microvolți, cît și etaje numerice (sediul unor semnale cu nivele de volți). Între cele două categorii de etaje există influențe atît prin cuplajele interne dispozitivului (rezultînd din structura și tehnologia circuitului integrat) cît mai ales prin cuplajele externe, singurele de fapt pe care le poate influența/controla proiectantul echipamentului după înțelegerea mecanismului de producere.

Dintre mecanismele de cuplaj extern, cel mai important este acela care se manifestă între multiplele terminale de alimentare ale circuitelor convertitoare analog-numerice. Spre exemplu, în [1] se demonstrează impactul pe care calitatea decuplării terminalelor de alimentare ale unui convertor analog-numeric le are asupra purității spectrale a semnalului eșantionat. Imaginea din prima jumătate a figurii 1 arată cît de curat este spectrul unui semnal sinusoidal cu frecvența de 20,756 MHz eșantionat cu frecvența de 125 MHz prin placa de evaluare a convertorului AD9445 (Analog Devices, 14 bit, 105/125 Msps) ([3]), iar imaginea din jumătatea inferioară arată situația din aceeași bandă Nyquis existentă după înlăturarea condensatorilor ceramici și electrolitici de decuplare de la cele 33 terminale prin care se alimentează etajele analogice și respectiv cele 4 terminale de alimentare a etajelor numerice (logice). Se vede clar zgomotele și produsele de intermodulație apărute în lipsa decuplării adecvate.

Zgomotele de joasă frecvență necesită condensatoare electrolitice de valori mari care acționează ca rezervoare de sarcini electrice, iar cele de medie și înaltă frecvență sînt reduse eficient de condensatori ceramici SMD plasați imediat lîngă terminalele de alimentare și conectați la planul de masă direct prin treceri metalizate (simple sau multiple) combinați cu “mărgelile” de ferită inserate în conductorii de alimentare așa cum indică, ca principiu, figura 2 ([1]).

O soluție bună care este aplicată în cazul echipamentelor de complexitate fizică redusă, incluzînd aici și plăcile de evaluare a performanțelor convertitoarelor analog-numerice și numeric-analogice este descrisă în figura 3. Planul de masă este divizat în două zone extinse destinate exclusiv curenților analogici și respectiv numerici, cu potențiale egalizate printr-o punte conductoare și surse de alimentare separate.

Semnalele de date de mare viteză și fronturi foarte abrupte corespunzătoare eșantioanelor numerice de semnal care sînt prezente la ieșirile convertitoarelor analog-numerice și intrările celor numeric-analogice sînt o altă sursă de interferență cu semnalele analogice în primul rînd prin cuplajul capacitiv (atît intern cît și extern, mult sub 1 pF) între respectivele terminale ale aceluiași circuit integrat convertor. Figura 4 indică generic acest mecanism.

Echipamente Radio Definite prin Program si Virtuale

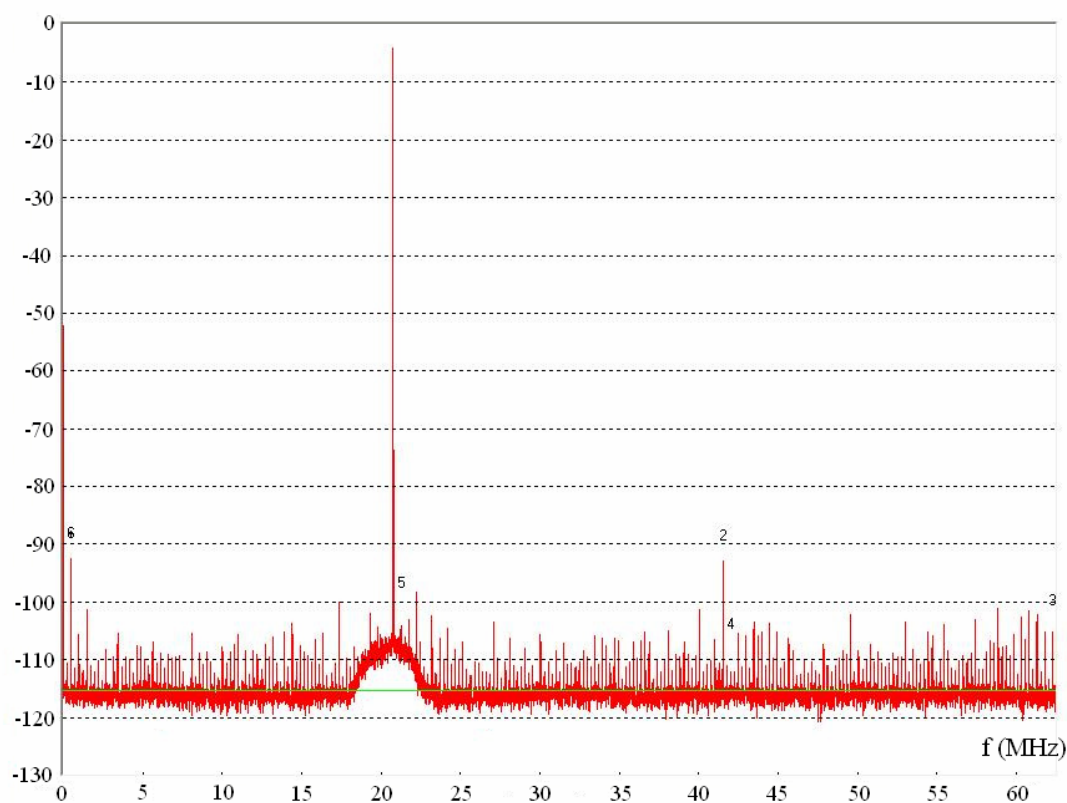
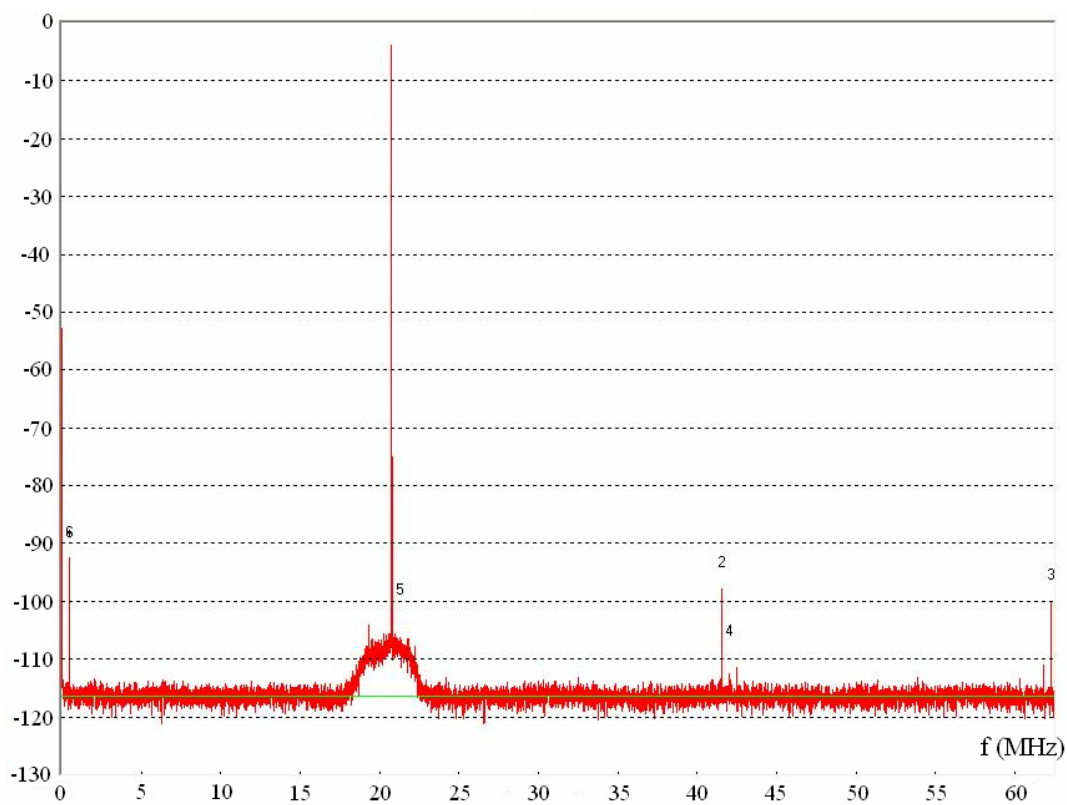


Figura 1

Echipamente Radio Definite prin Program si Virtuale

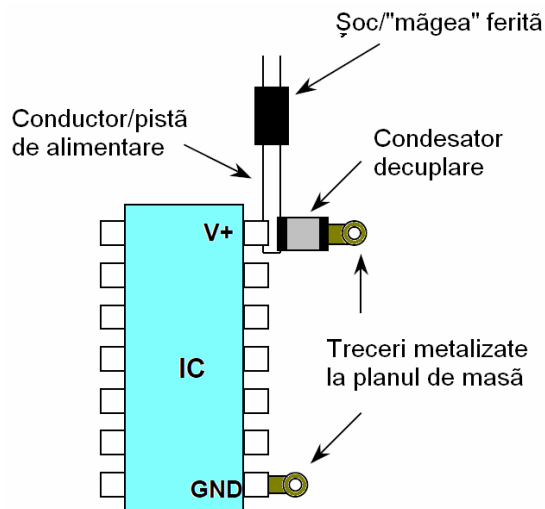


Figura 2

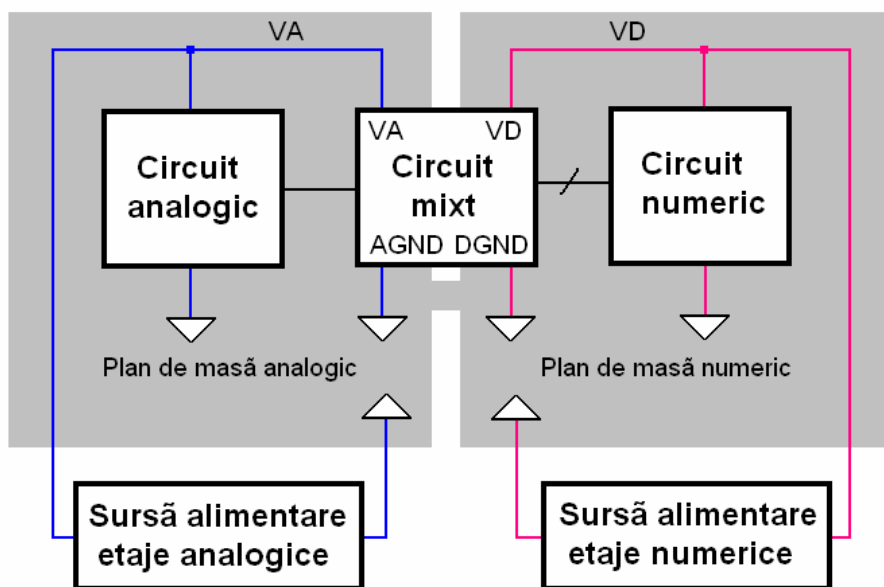


Figura 3

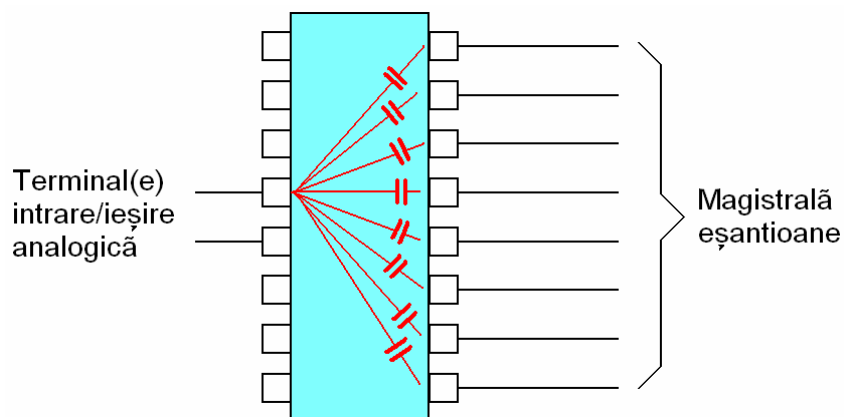


Figura 4

Echipamente Radio Definite prin Program si Virtuale

Metoda adoptată în [4] pentru diminuarea/eliminarea componentelor spectrale parazite (rezultate prin cuplaje) datorate corelației existente între semnalul analogic util și conținutul energetic al fluxului de eșantioane numerice constă în împrăștierea acestuia din urmă prin pseudoaleatorizarea forțată a valorilor numerice pe care le au eșantioanele atât timp cât sînt supuse transferului pe magistrala care leagă convertorul de blocul de prelucrare numerică. La convertorul analog-numeric LTC2208 ([4], [5]) pseudoaleatorizarea eșantioanelor numerice se realizează (opțional!) printr-o operație logică de tip SAU-exclusiv între bit-ul cel mai puțin semnificativ și toți ceilalți, așa cum se arată în detaliul din figura 5. La primirea eșantioanelor, blocul de prelucrare numerică reface valorile corecte pentru eșantioane repetînd operațiunea SAU-exclusiv. Utilizarea acestui artificiu poate conduce la o reducere cu 10 dB pînă la 15 dB a efectelor cuplajului parazit între magistrala eșantioanelor și terminalele analogice ale circuitelor convertitoare.

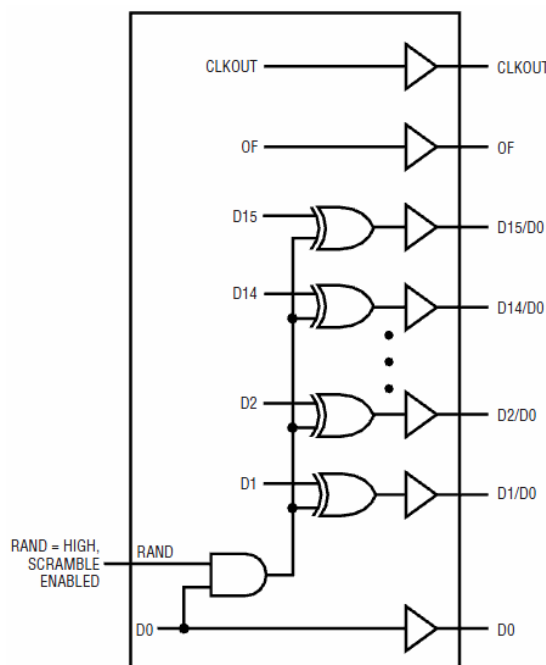


Figura 5 – [5]

Un alt mecanism de creștere a fondului de zgomot și a distorsiunilor semnalului analogic funcționează pe baza creșterii zgomotului tranzițiilor tactului de eșantionare (eng. jitter). Circuitul generator al oscilației de eșantionare ar trebui să fie protejat/izolat cât mai bine de circuitele numerice zgomotoase și să fie conectat la masă și decuplat în puncte ale planului de masă analogic. Totuși acest aranjament nu este mereu posibil din cauza constrîngerilor de sistem, prin care oscilația de eșantionare trebuie obținută (după divizare, multiplicare sau direct) din sursa oscilației de referință distribuită preponderent etajelor blocului de prelucrare numerică a semnalelor și ca atare folosește ca plan de masă pe cel numeric (contact și decuplări). În această situație, pentru a nu da naștere la căi (trasee) lungi pentru curentul acestei oscilații, care să parcurgă ambele plane de masă, este recomandată utilizarea

Echipamente Radio Definite prin Program si Virtuale

transformatoarelor de bandă largă sau a circuitelor diferențiale după cum arată variantele (a) și (b) din figura 6 ([6]).

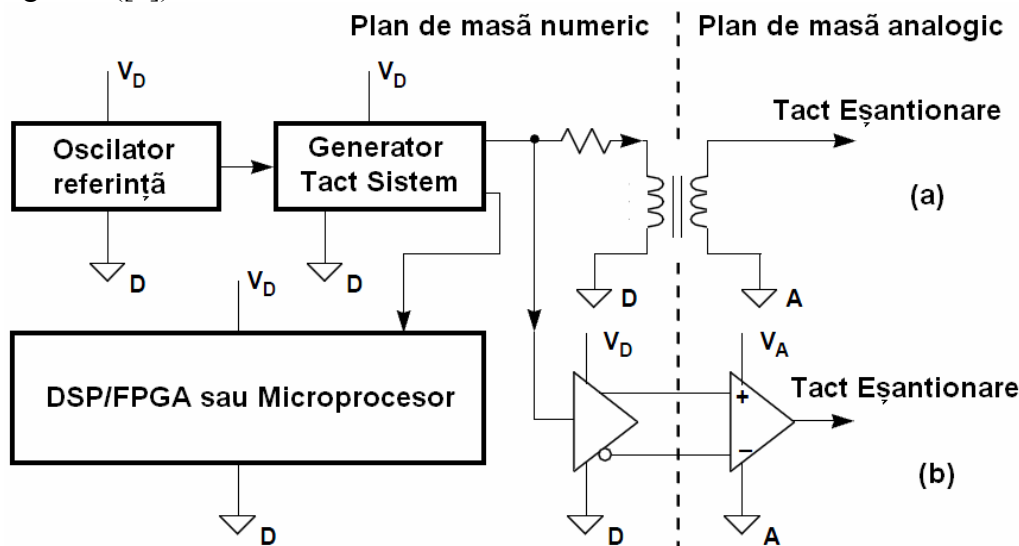


Figura 6

BIBLIOGRAFIE

- [1] - ----- “Decoupling Techniques – What is Proper Decoupling and Why is it Necessary?”, MT-101 Tutorial, Analog Devices, 2009
- [2] - ----- “EMI, RFI, and Shielding Concepts – Introduction to Electromagnetic Compatibility (EMC)”, MT-095 Tutorial, Analog Devices, 2009
- [3] - ----- “AD9445 14-Bit, 105/125 MSPS, IF Sampling ADC”, Analog Devices (www.analog.com)
- [4] - ----- “LTC2208 16-Bit, 130 Msps ADC”, Linear Technology (www.linear.com)
- [5] Alison Smith, “High Sensitivity Receiver Applications Benefit from Unique Features in 16-Bit 130 Msps ADC”, Design Solutions 44, Linear Technology, 2005
- [6] - ----- “High Speed System Applications”, Analog Devices, ISBN-10: 1-56619-909-3, 2006