



Unele constrângeri ale tehnicii ultrasonice Phased-Array

Vrapciu Dorian-Mugurel, UT-3/ISO 9712, Total Control SRL, mugurel@tcontrol.ro

Whenever a new NDT technique arises, people in the field get inflamed with the thought of how easy their work will be. Taken by the wave of novelty, they often forget that it bears not only advantages but also constraints. This short article unusually proposes to present the empty half of the glass when Phased Array technique is intended to use.

1. Introducere

Tehnica Phased-Array a fost primită cu mult entuziasm încă de la apariție. Reacția utilizatorilor a fost firească, această inovație aducând multiple avantaje: flexibilitate în utilizare, probabilitate de detecție sporită, imagistică sugestivă și purtătoare de mai multe informații, productivitate remarcabilă. Cu atâtea atuuri este ușor să-ți pierzi capul! Totuși, ca orice tehnică de examinare nedistructivă, tehnica Phased Array are propriile limitări care trebuie avute permanent în vedere de către utilizatori.

Ne-am propus aici să analizăm cele mai frecvente prejudecăți sau idei greșite legate de tehnica Phased Array, apreciind că numai astfel putem culege cu folos roadele acestei inovații.

2. Phased Array permite vizualizarea precisă a formei și mărimii imperfecțiunilor

Fără îndoială, imagistica Phased Array este net superioară celei oferite de tehnica convențională, dar afirmația că putem vedea forma și putem măsura dimensiunea reală a unui reflector cu tehnica Phased Array este greșită. Este doar o iluzie, dar de multe ori aceasta este speranța utilizatorului!

Ceea ce putem spune este doar ceea ce rezultă din fizica propagării undelor [1]:

1. Imaginea este produsă **numai** de acele părți ale reflectorului care trimit ultrasunetele înapoi la palpator.
2. Acele părți ale reflectorului, care **nu reflectă** sunetul înapoi la palpator, nu produc ecouri recepționate, deci nu contribuie la formarea imaginii reflectorului.
3. **Forma fascicului ultrasonic** la locul detecției influențează imaginea rezultată, cea mai clară imagine formându-se în focar.

În figura de mai jos este ilustrată incidența și reflexia fascicului ultrasonic pe reflector tip gaură laterală, explorată la incidență normală. Vedem că numai o mică porțiune a reflectorului contribuie la imaginea afișată și că această imagine are cea mai bună definiție atunci când reflectorul este localizat în focarul fascicului [1].

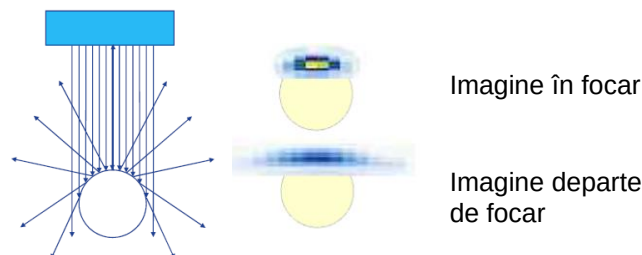


Fig. 1 – Imaginea Phased Array produsă de reflector tip gaură laterală (scan liniar)

Mecanismul reflexiei face ca imaginea reflectorului să fie aplatisată în direcție perpendiculară pe axa fascicului. Distorsionarea indicației (Fig. 2) este variabilă cu locația acestuia și se datorează formei și extinderii secțiunii transversale a fascicului la locul reflexiei [2].

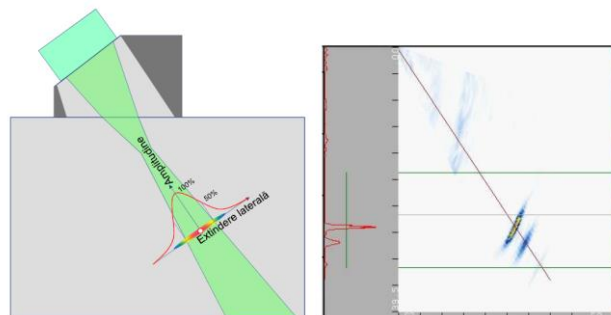


Fig. 2 – Imaginea Phased Array este distorsionată în raport cu poziționarea reflectorului în fascicul (scan sectorial)

Un alt exemplu semnificativ [2] este cazul vizualizării unei găuri cu fund plat, practică perpendicular pe peretele opus suprafeței de explorare (Fig. 3).

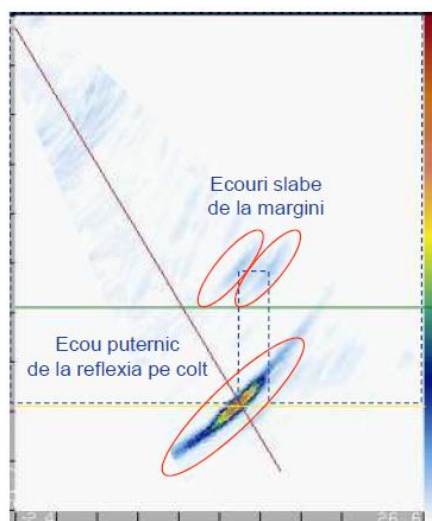


Fig. 3 – Imaginea Phased Array produsă de reflector tip gaură cu fund plat (scan sectorial)

Concluzia este inevitabilă: imaginea Phased Array nu oferă o imagine precisă a ceea ce se află în materialul examinat, fiind deci necesară interpretarea competentă a acesteia.

3. Focalizarea îmbunătățește sensibilitatea de examinare

O altă concepție greșită este că sensibilitatea detecției crește prin examinarea focalizată, deci operatorul trebuie neapărat să focalizeze fasciculul utilizat. Acest mod de lucru prezintă riscuri semnificative atunci când este aplicată o focalizare neadecvată, încât imperfecțiuni importante pot rămâne nedetectate!

Atunci când este ajustată corect, focalizarea determină o mai bună definiție a imaginii reflectorului (Fig. 4a), dar înrăutățește sensibilitatea detecției la adâncimi diferite de adâncimea de focalizare. Gaura laterală aflată la adâncime dublă (20 mm) este slab detectată dar, dacă scoatem focalizarea, cele două găuri laterale sunt simultan bine puse în evidență [1].

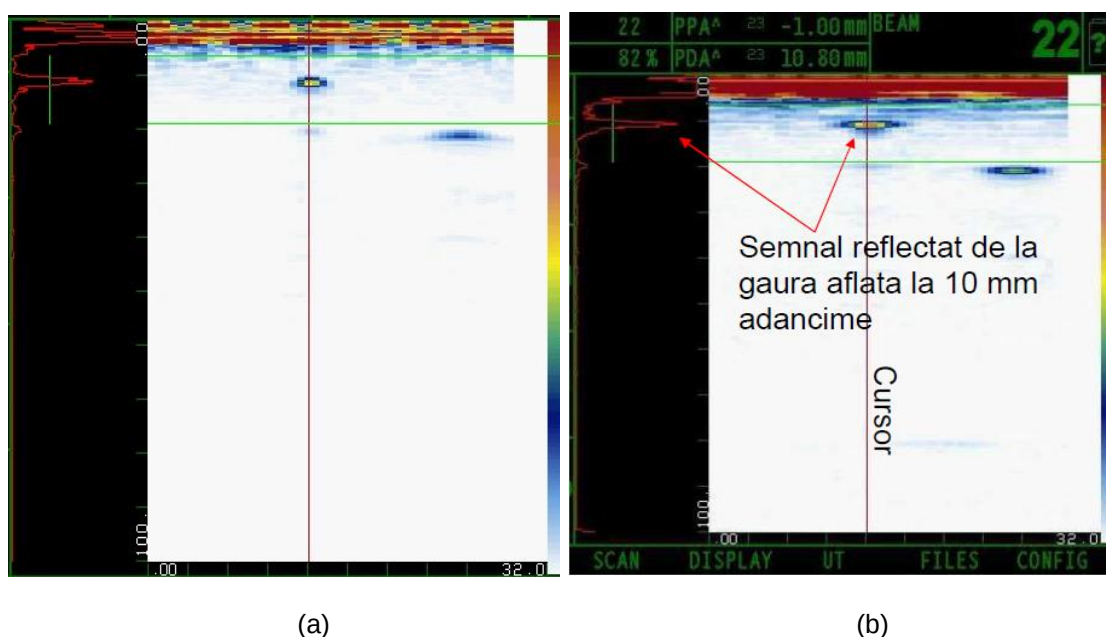


Fig. 4 – Efectul focalizării fasciculului ultrasonic (a) și examinarea fără focalizare (b) – Imagini obținute cu scan liniar pe bloc cu găuri laterale cu același diametru, plasate la adâncimi variabile

Rezultă că examinarea trebuie făcută inițial fără focalizare și că focalizarea se ajustează la adâncimea detecției numai pentru îmbunătățirea rezoluției. De asemenea, trebuie avut în vedere că adâncimea de focalizare nu poate fi mai mare decât lungimea câmpului apropiat [1], determinată de apertură virtuală folosită la un ciclu de scan și de frecvența palpatorului folosit (fizica nu se schimbă!).

4. Explorarea Phased Array de la o distanță fixată permite detectarea tuturor reflectorilor

Acesta este un mit derivat din capacitatea de acoperire a volumului de examinat prin explorarea sectorială de la o anumită distanță (Fig. 5). Dacă fasciculele din sector trec cu diverse unghiuri prin tot volumul de examinat, ar părea firesc ca toate imperfecțiunile să fie detectate.

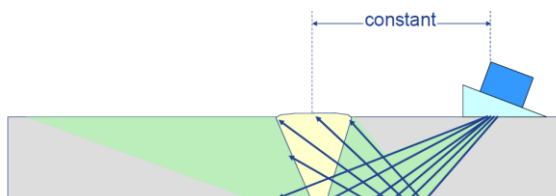


Fig. 5 – Explorarea sectorială a unei suduri de la o distanță fixă

Din păcate, fizica propagării undelor și puțină geometrie ne aduce la realitate. De exemplu, pentru o sudură cap la cap cu șanfren tip “V” (Fig. 6), este posibil ca lipsa de topire pe flancul șanfrenului să rămână nedetectată în unele locații [3].

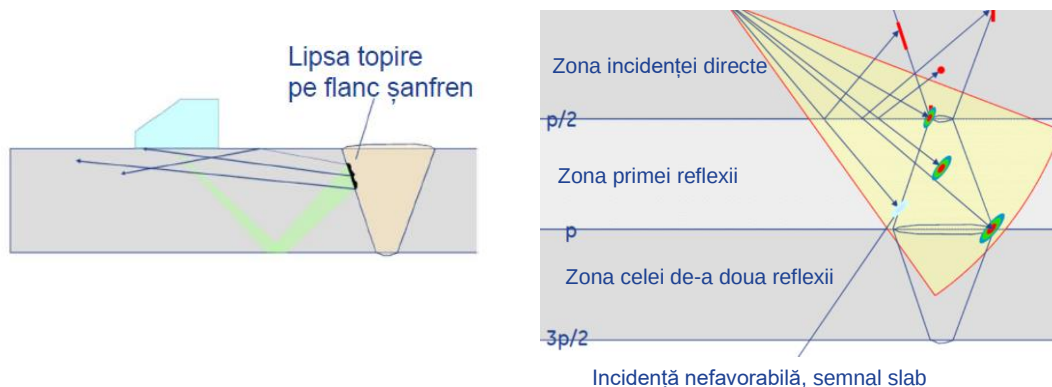


Fig. 6 – Lipsa de topire pe flanc șanfren (zona superioară) poate rămâne nedectată la examinarea de la o singură distanță fixată (p = pasul de palpate)

Este necesară o examinare suplimentară de la o distanță mai mare (Fig. 7), pentru detectarea optimă a eventualelor imperfecțiuni localizate pe șanfren, în zona dinspre fața sudurii [3].

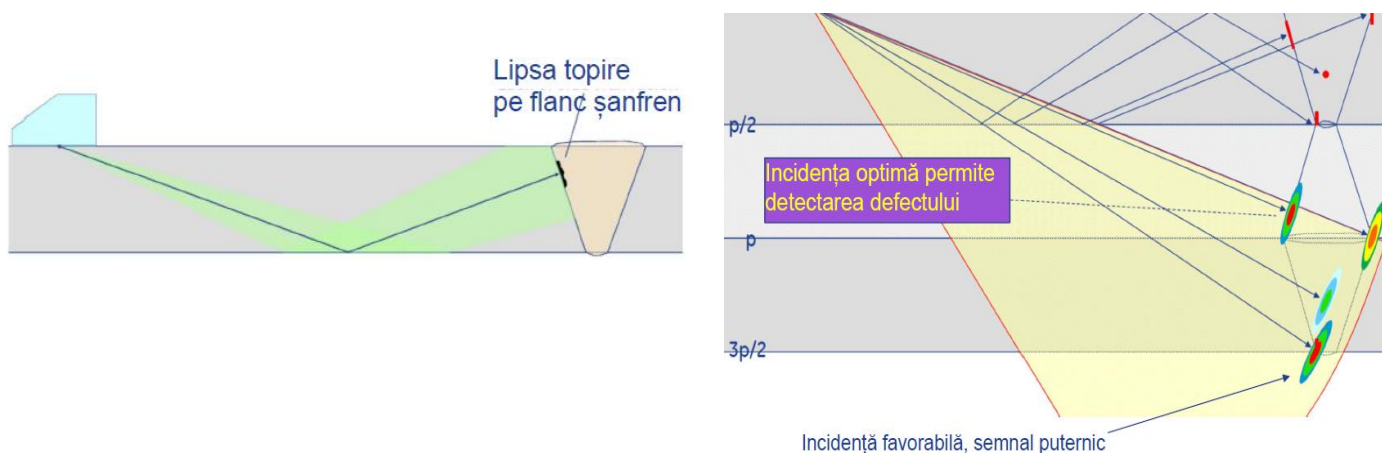


Fig. 7 – Examinarea de la o distanță mai mare permite detectarea optimă a reflectorului care ar fi putut rămâne nedectat la examinarea precedentă (p = pasul de palpate)

Codul ASME (Code Case 2235-9, Nota 1) atrage atenția asupra necesității mai multor explorări sectoriale la suduri cu grosimea de perete mai mare de 25 mm, remarcând posibilitatea ratării detecției unor zone posibil afectate de lipsa de topire pe flancul șanfrenului [4].

5. Este suficient un singur palpator Phased Array pentru a rezolva toate problemele

Sunt multe motive pentru care această afirmație este greșită și mare parte din ele sunt cele valabile pentru palpatorii clasici. Lăsând la o parte capabilitatea tehnicii Phased Array privind manipularea fascicului ultrasonic, palpatorul trebuie să cupleze eficient pe suprafața de examinare. Dacă această suprafață prezintă curbura accentuată, acest lucru s-ar putea să nu fie posibil!

Suplimentar, selectarea palpatorului potrivit trebuie să ia în considerare relația dintre frecvența nominală și sensibilitate posibil de atins pentru o anumită atenuare. Deși elementele active ale palpatorului Phased Array sunt făcute din material piezocompozit (raport semnal-zgomot foarte bun), fasciculul ultrasonic este supus atenuării la fel ca și fasciculul produs de un palpator clasic. Aici trebuie avut în vedere că nu sunt disponibili palpatori Phased Array cu frecvența mai mică de 2 MHz.

Pe lângă factorii de influență uzuali (dimensiune element, frecvență, amortizare), performanțele palpatorilor Phased Array sunt influențate de apertura efectivă, dimensiunea elementelor individuale și distanța dintre ele (pasul). De exemplu, cu cât elementele active sunt mai mici, cu atât crește capacitatea de direcționare a fascicului la unghiuri mai mari (Fig. 8). La un număr constant de elemente, aceasta reduce corespunzător apertura palpatorului [5].

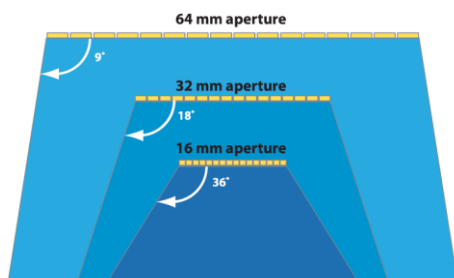


Fig. 8 – La un număr constant de elemente (aici 16), capacitatea de direcționare a fascicului ultrasonic crește odată cu scăderea aperturii

Reducerea aperturii implică restrângerea domeniului de focalizare și a volumului explorat, reducerea energiei ultrasonice transmise în material și, implicit, a capacității de penetrare. Argumentația poate continua, dar chiar și numai din cele prezentate vedem că palpatorul Phased Array trebuie selectat corespunzător aplicației avute în vedere.

6. Examinarea Phased Array (PAUT) înlocuiește radiografia (RT) la suduri

Aceasta este o afirmație care produce euforia managerilor! Corect este ca aceștia să știe că PAUT **poate** înlocui RT numai **în anumite condiții**. Codul ASME se remarcă pentru rapiditatea cu care ia în considerare noile tehnologii de examinare nedistructivă, dar nu fără condiții [6]. Dacă citim atent ASME Code Case 2235-9, găsim că PAUT poate fi substituit pentru RT numai pentru grosimi de perete mai mari sau egale cu 13 mm și numai pe baza unei proceduri demonstrate pe un bloc de referință reprezentativ pentru sudura de examinat și imperfecțiunile posibile [4].

7. Operatorul nivel 2 – UT este automat calificat pentru PAUT

Fizica ultrasunetelor este aceeași pentru tehnica Phased Array ca și pentru tehnica clasică. Noutatea acestei tehnici constă în modul cum sunt generate și recepționate ultrasunetele. De aici rezultă particularități pentru calibrarea echipamentului, necesitatea unor cunoștințe aprofundate privind interpretarea indicațiilor și experiență practică.

Adesea, angajatorul permite operatorilor să efectueze PAUT fără instruire adecvată. În cel mai bun caz, singura așa-numita instruire este un curs scurt de una sau două zile furnizat de vânzător la achiziționarea echipamentului.

Calificarea la nivel 2 – UT este o precondiție pentru PAUT, dar există o credință falsă că PAUT, fiind numai o altă manieră de folosire a impulsului reflectat pentru detectarea imperfecțiunilor, operatorii certificați nivel 2 - UT sunt suficient calificați pentru a performa PAUT [7]. Codul ASME-2015 a introdus cerința instruirii pentru PAUT cu o durată de minim 80 de ore, urmată de examinare teoretică și practică [8], această procedură fiind rapid

preluată de Asociația Americană pentru Examinări Nedistructive (ASNT) în practica recomandată pentru calificarea și certificarea personalului operator [9].

Prima instruire de acest fel în România a avut loc la începutul acestui an și a fost efectuată de General Electric, cu suportul organizatoric al Total Control SRL – Channel Partner al General Electric - Digital Solutions.

REFERINȚE

- [1] Michael Berke, "Phasor XS, Part 2: Testing with Phased Array Probes – Linear Scan", GE Inspection Technologies, September 2006.
- [2] Michael Berke, "Phased Array in Manual Ultrasonic Testing", GE Inspection Technologies, August 2003.
- [3] "Einführung in die Gruppenstrahlertechnik, Teil 9: PHASOR XS – Training, Schweißnahtprüfung mit Sektorabtastung", GE Inspection & Sensing Technologies Auflage 2014.
- [4] "Cases of ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Case 2235-9", October 11, 2005.
- [5] "Phased Array Testing: Basic Theory for Industrial Applications", Olympus NDT, First Edition 2010.
- [6] Michael Moles, "Manual Phased Arrays for Weld Inspections using North American Codes", WCNDT 2008.
- [7] Tim Armitt, "Phased Arrays Not the Answer to Every Application", Tim Armitt, ECNDT 2006.
- [8] ASME BPVC, Section V, Article 1, Mandatory Appendix II, Edition 2015.
- [9] ASNT SNT TC-1A, "Recommended Practice for Qualification and Certification of NDT Personnel", Table 6.3.1A, Edition 2016.