

# O PROCEDURĂ DE MĂSURARE GEOMETRICĂ ȘI VIBROACUSTICĂ A ANGRENAJELOR CONICE CU DINȚI CURBI

*Cornel MIHAI – SATU MARE*

## **1. Observații privind metodele de testare a angrenajelor**

În ultimii ani metodele de testare a angrenajelor au suferit modificări considerabile, dar noile procedee de control și măsurare au necesitat eforturi deosebite.

În trecut s-a considerat suficient controlul rulării pe un singur flanc sau pe două flancuri, cu o roată dințată etalon, la angrenajele cu axe paralele, sau să se verifice precizia profilului evolventic și a liniei generatoare a flancurilor. În multe cazuri, corecțiile de profil și longitudinale ale dinților au fost comparate cu flancurile necorectate, descriere care era considerată suficientă.

La angrenajele conice, datorită deplasărilor mari dinții au o curbă longitudinală și de profil, precum și o răsucire a flancului, corespunzătoare unei variații de ordinul doi a suprafeței, care se suprapune peste flancul conjugat.

Deoarece profilele și curbura dinților, precum și unghiurile conurilor, diferă considerabil, nu numai la diferite metode de danturare, dar și la diferite rapoarte de transmitere, nu a fost posibilă utilizarea controlului prin rulare cu roți etalon standardizate. S-au utilizat metoda testării prin rulare a pinionului și roții conjugate, care sunt montate pereche în angrenaje. În prezent, 90% din totalul angrenajelor sunt controlate numai prin rulare în pereche și doar 5% sunt controlate prin rulare pe un singur flanc.

Din totalul roților dințate manufacturate, doar 10% sunt supuse analizei privind proveniența zgomotului, din structură sau din aer [1,3].

În general, utilizatorii au păreri diferite despre genul de teste aplicate angrenajelor conice, motiv pentru care ciclurile de testare fixate vor fi programate pentru extindere și modificare continuă.

Se știe că mișcarea vibratorie într-un punct al unui sistem elastic poate fi răspunsul la o excitație aplicată sistemului, caracteristicile mișcării depinzând de proprietățile dinamice ale acestuia. Simplificând lucrurile, orice problemă de vibrații poate fi schematizată ca în figura 1 [4].



Fig.1. Schema generală a problemei vibrațiilor

Măsurarea vibrațiilor în general, poate urmări trei obiective mari:

a) Măsurarea răspunsurilor, în vederea comparării cu limitele admisibile stabilite prin norme specifice. De obicei se măsoară răspunsul total la mai multe surse de excitație simultane, mărimea forțelor perturbatoare rămânând nedeterminată, iar natura lor stabilindu-se prin încercări și eliminări succesive.

b) Măsurarea excitațiilor, în vederea întocmirii programelor de încercări la vibrații sau a proiectării pe baza acestora a unor sisteme al căror răspuns să nu depășească limitele admisibile. Scopul măsurării excitațiilor este identificarea surselor perturbatoare și a legilor de variație în timp a acestora.

c) Măsurarea concomitentă a excitației și răspunsului pentru determinarea caracteristicilor dinamice ale sistemului și construirea unui model analitic al acestuia.

Atât la măsurarea excitației cât și la măsurarea răspunsului unui sistem elastic intervin trei categorii de mărimi, și anume, mărimi ce caracterizează mișcarea (deplasarea, viteza, accelerația, deformația specifică dinamică), mărimi ce caracterizează solicitarea (forțe, cupluri, presiuni, eforturi unitare), și mărimi auxiliare (frecvența, turația, unghiul de fază, perioada, etc.)

Din ce în ce mai des, normele privind limitele admisibile ale vibrațiilor sunt exprimate în funcție de valoarea eficace a vitezei, impunând deci măsurarea acestei cantități.[3]. În general la frecvențe joase se recomandă măsurarea deplasărilor sau a vitezelor, iar la frecvențe înalte, măsurarea accelerațiilor.

În concepția software-ului operațional al mașinii de testat roți conice Gleason, Phoenix 500 HCT, s-a făcut un mare efort pentru a dezvolta un program de testare modular, complet universal (Tab1). Acesta asigură rezultate utilizabile chiar dacă testul de parcurs oferă numai un minim de dezvoltări.

Angrenajele etichetate „bune” și altele „rele”, cu informații de genul „zgomote deranjante”, sunt suficiente în multe cazuri spre a servi ca set de bază în vederea clasificării angrenajului, pentru că măsurătorile complexe ce le prelucrează software-ul mașinii după criterii exacte, consistente, nu sunt detaliate utilizatorului.

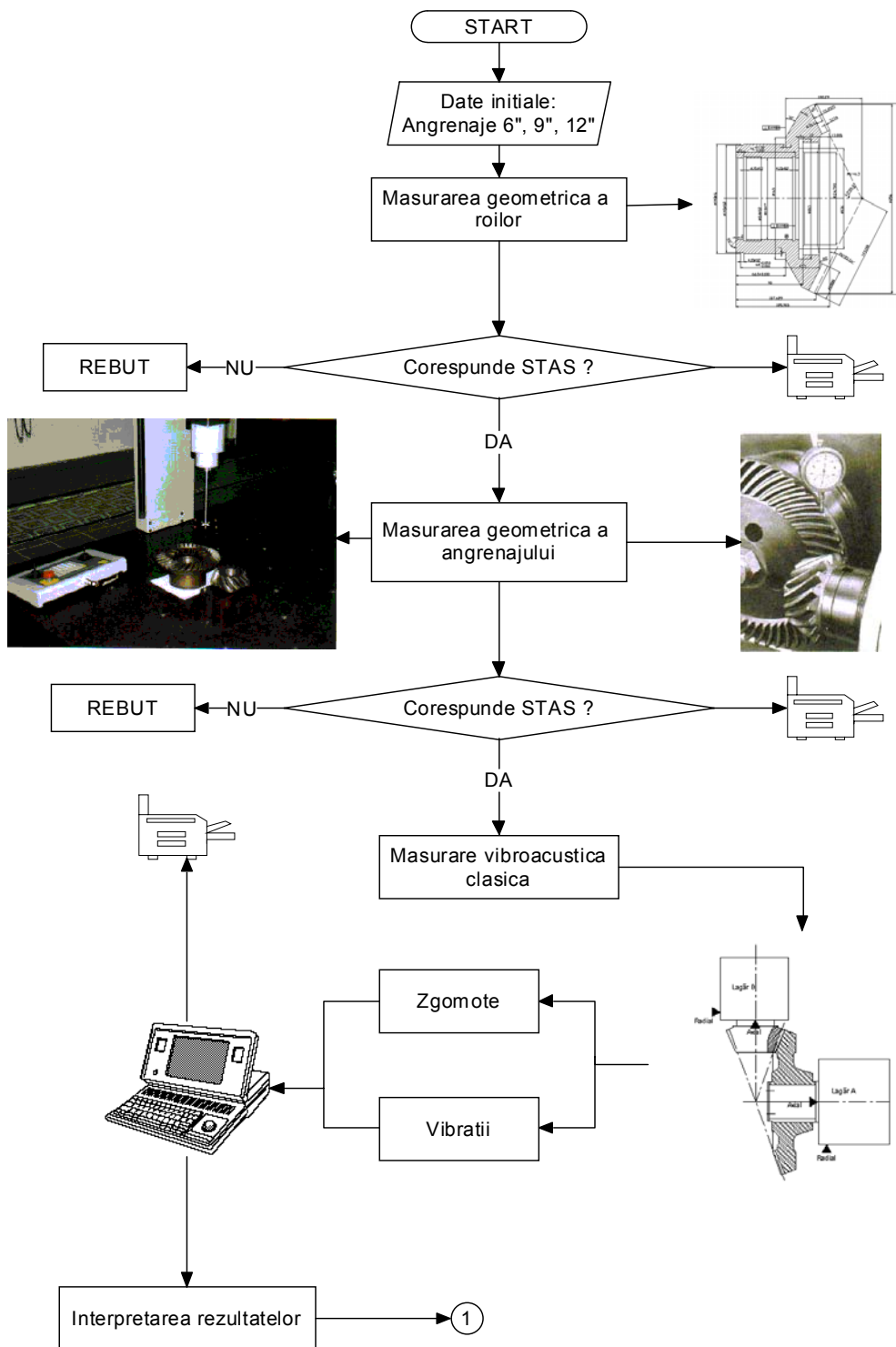
În privința dotării firmelor românești din domeniul angrenajelor cu astfel de mașini de testare „expert”, situația este încă precară, de aceea testarea vibroacustică a angrenajelor în România, se face utilizând aparatură universală performantă în acest scop și construind standuri specifice, cât mai perfecționate care să țină seama de rigorile de măsurare impuse de marii fabricanți mondiali de angrenaje, Textron, Gleason, Oerlikon sau Klingelberg [6,7].

Tabelul 1.

Secvență program				Indicator funcții	
SUMAR	1				Poziția de preangrenare (Conul roții dințate retras)
	2				Avansat în angrenare (Localizarea 1)
	3				Scoaterea jocului
					Joc mediu
	4		14	20	Testare de rulare (Condiții în patru cadrane)
	6	10	15	21	Reglarea sarcinii de contact
	7	11	16		Reglarea sarcinii de testare
	8				Testarea pe un singur flanc
					Analiza vibrațiilor
		12	17		Deplasarea în localizarea n (joc constant)
	9	13			Aplicarea lubrifianului
	5				Eliminarea lubrifianului
			18		Aplicarea amestecului de marcă
			19		Luarea imaginii video a contactului
				22	Stop Test
				23	Poziția componentei de sarcină
				24	

**2. Procedura de cercetare propusă și aparatura utilizată la măsurarea geometrică și vibroacustică a angrenajului conic cu dinți curbi.**

Lucrarea propune o procedură de măsurare geometrică și vibroacustică a angrenajelor conice cu dinți curbi, în vederea comparării cu limitele admisibile stabilite prin norme sau recomandări (roata etalon) și verificarea unor concluzii privind comportamentul vibroacustic al acestor angrenaje. În figura 2, utilizând metodele de grafică asistată și software-uri specifice, s-a schematizat o procedură „expert” de efectuare a măsurătorilor atât din punct de vedere geometric cât și vibroacustic [5]



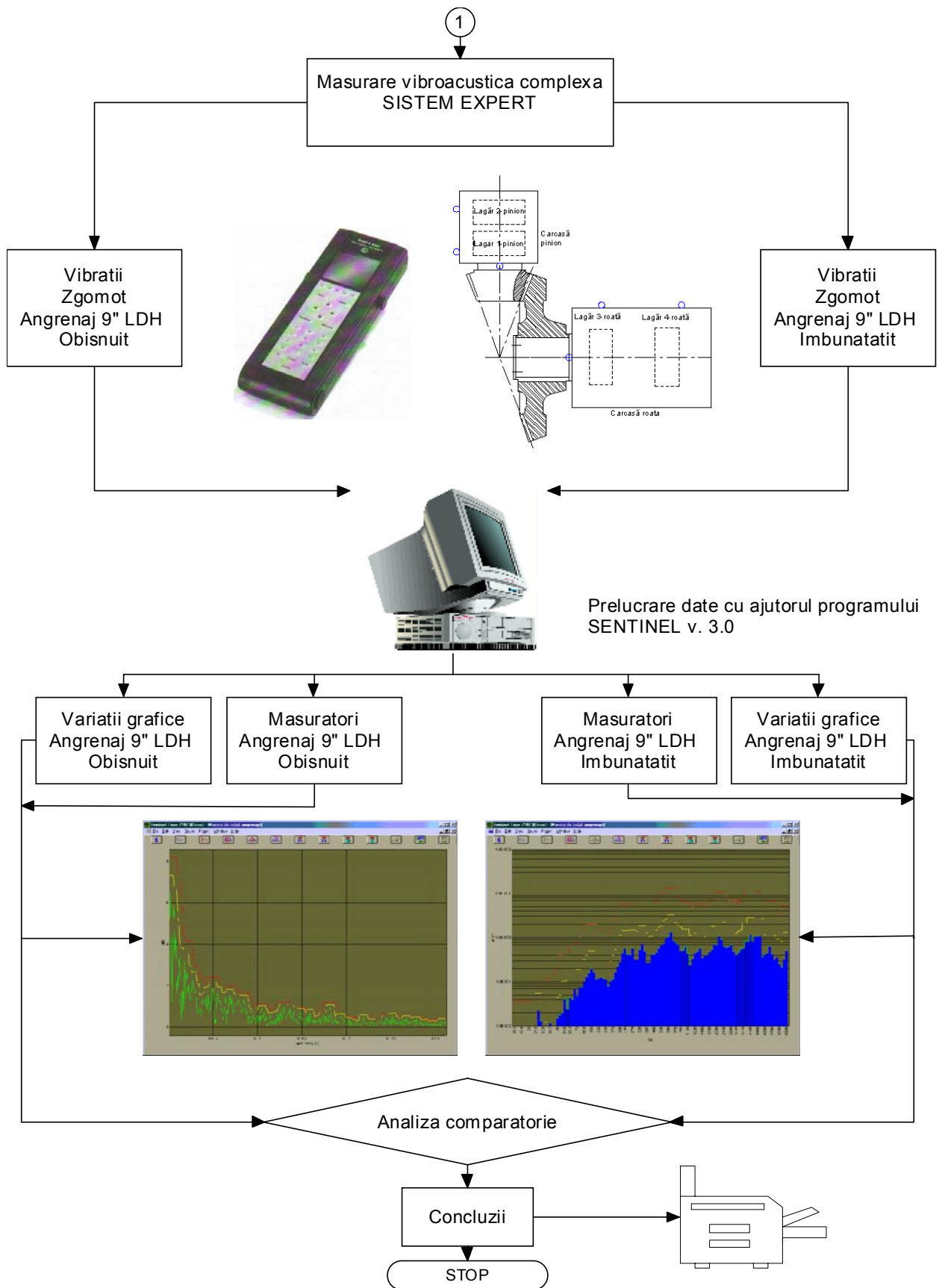


Fig. 2. Schema măsurătorilor geometrice și vibroacustice în sistem "expert"

Măsurarea dimensiunilor înscrise pe desen, care nu se referă la dantură, se efectuează cu instrumente de măsură și control obișnuite, iar controlul complex al danturii conice cu dinți curbi în arc de cerc se face cu ajutorul mașinii de măsurat în coordonate Brown&Sharpe DEA utilizând software-ul QUINDOS, opțiunea GearBV și comanda SPIRBV.

Mașina este de fabricație italiană de ultimă generație, capabilă să preia parametrii geometrici ai roții de măsurat - numărul de dinți, modulul, unghiul median de înclinare al danturii, unghiul conului de divizare, unghiul conului de cap, unghiul conului de picior, lungimea exterioară a generatoarei de divizare, distanța de montaj, corecția distanței de montaj, lățimea danturii, unghiul de presiune normal, raza capului de frezat, excentricitatea – să-i stocheze, să efectueze măsurarea și să facă evaluarea măsurătorilor.

Măsurarea vibroacustică complexă a angrenajului se poate efectua cu Data- Colectorul- Seria 2526, B&K, prelucrarea datelor fiind realizată cu SENTINEL-Software de monitorizare a mașinilor, care se constituie ca un atractiv pachet software sub Windows, combinând facilitățile de vizualizare și diagnosticare cu simplitatea Windows-ului.

Folosit împreună cu Data-Colectorul tip 2526, programul SENTINEL permite concepția unei strategii specifice de monitorizare. Sistemul realizat cu ajutorul Data-Colectorului 2526 oferă o soluție eficientă de monitorizare off-line care include colectarea simplă și rapidă de date.

#### *Bibliografie*

1. **ARON, I., HANDRA-LUCA, V., GIURGIUMAN, H., SUDRIJAN, M.,** *Angrenaje conice cu dinți curbi, Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca, 1999*
2. **DEMIAN, T., PASCU, A., STOICA, G.,** *Aparate de măsurat în coordonate. București, Editura Tehnică, 1991.*
3. **GAFIȚANU, M., CREȚU, S., DRĂGAN, B.,** *Diagnosticarea vibroacustică a mașinilor și utilajelor, Editura Tehnică, București, 1989*
4. **LIPOVSKY, G.,** *Vibration Testing of Machines and Their Maintenance, Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York- Tokyo, 1990*
5. **MIHAI, C.,** *Cercetării și contribuții privind sinteza angrenajului conic cu dinți în arc de cerc și aspecte privind comportamentul dinamic al acestuia. Teza de doctorat, Cluj Napoca, 2002.*
6. \*\*\* <http://www.gleason.com>.
7. \*\*\* <http://www.textron.com>.