

INSTITUTUL POLITEHNIC "TRAIAN VOIA" TIMIȘOARA
CATEDRA DE FIZICĂ TEHNICĂ

Ing. CARNAL GUSONI

CONȘTIINȚĂ ASUPRA BAZELOR FIZICE ȘI TEHNICE
ALE CONSTRUCȚIEI VIORII PENTRU ATINGEREA
PARAMETRILOR DE SŪNĂ CALITATE

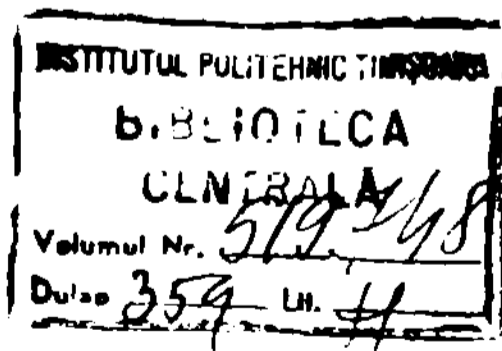
TEZĂ DE DOCTORAT

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC :

Prof.dr.ing. MARTIN BORNEAS

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICĂ"
TIMIȘOARA

- 1966 -



Wang: "Nu se afirmă că nici un număr finit de propoziții nu se poate descrie exhaustiv întregul conținut al unui experiment particular, cu alte cuvinte, formalizarea fără reziduuri a intuiției complete de la un moment dat este imposibilă". (Wang Hao, "Studii de logică matematică, III, 5, p.67").

Cap. I. INTRODUCERE ȘI ANTECEDENTE

I.1. Cercetarea științifică contemporană și în sec. XVI și XVII.

după unii cercetători orice teorie fizică este fenomenologică sau fundamentală, clasificare care este utilă. / O teorie fizică este fenomenologică când descrie cel puțin suficient de precis pe scara macroscopică faptele experimentale dintr-un domeniu restrâns al fizicii. Propozițiile ei sînt valabile numai pe acest domeniu. O teorie fizică este fundamentală când descrie pe scara microscopică fenomenele fizice pe tot domeniul fizicii. Propozițiile ei sînt universale valabile în fizică. O propoziție dintr-o teorie fenomenologică este aproximativ valabilă sau fără sens într-o teorie fundamentală și o propoziție dintr-o teorie fundamentală este valabilă într-o teorie fenomenologică chiar dacă nu-i intuiești sau logică.

Se consideră că orice cercetare științifică contemporană face parte inițial dintr-o teorie științifică. Astfel, cercetarea științifică contemporană este ce și teoria pe care se face, fenomenologică sau fundamentală. În epoca noastră, știința și cercetarea științifică sînt strîns legate cu tehnologia și cu industria. O cercetare științifică reușită, realizabilă tehnologic și de interes comercial intră repede în industrie și devine produs util. Așadar, în epoca noastră sînt cercetări științifice fundamentale și cercetări științifice fenomenologice interesante. Lanțul știință-cercetare științifică-tehnologie-industrie este relația gnoseologică și de ordonare a omului în lume sau, în alți termeni, este însăși dinamica lumii noastre contemporane. Un produs care trece prin acest lanț este domeniul cuprins și, astfel, secretul lanțului nu poate fi păstrat. Istoricul științei are totuși descrierea lanțului și nu-i mai rămîne decît s-o înțeleagă și să-și ordoneze expunerea.

În marele, în sec. XVI-XVII coexistau știința, cercetarea ști-

ințifică, tehnicile meșteșugărești și un început de industrie. Nu exista o tehnologie proprie zisă și toate acestea nu erau legate în lanț, ca în epoca noastră. Știința și cercetarea științifică erau strins legate, unele erau alse legate cu industria și foarte slab legate cu tehnicile meșteșugărești, iar tehnicile meșteșugărești erau în contradicție cu industria. O cercetare științifică reușită intră destul de repede în industrie pentru un produs util științei și intră foarte târziu sau nu intră pentru un produs de consum. Astfel, în această epocă, cercetarea științifică era fenomenologică și aproape pură. Cele mai multe produse de consum, utile vieții erau făcute în atelierelor meșteșugărești cu tehnici descrise, învățate în atelier și secrete. Așa au rămas meșterii italieni din sec.XVI-XVII cele mai reușite vieri din lume. În această epocă, istoricul științei are prea multe necunoscute și astfel secretul acestor meșteșugări rămâne deseori mereu secret.

1.2. ~~Capitolul~~ în fizică și în tehnică.

Fizica clasică a acordat lumii fizică mai mult fenomenologic și specializat pe mai multe fațe ale ei, adică la scară macroscopică și prin disciplinele fizicii. Fiecare disciplină a fizicii a tratat inițial oțte o față a lumii fizice. Dar, pe parcurs, s-au cunoscute. Acum fizica clasică este o teorie științifică închisă, care descrie corect lumea fizică peste tot unde conceptele ei pot fi aplicate. Ea măsoară obiectele și fenomenele fizice obiectiv și exact. Astfel, fizica clasică este și va fi încă pentru mult timp știința cea mai convenabilă pentru a trata fenomenele fizice din domeniul ei și cu conceptele ei.

Fizica cuantică coboară interiorul atomului, adică lumea particulelor materiale și a cimpurilor de unde asociate acestor particule, pe care le unifică în conceptual de undă-particulă sau în conceptual echivalent de particulă de natură ondulatorie. Ea este o teorie științifică fundamentală și unificatoare a lumii fizice. Fizica cuantică măsoară obiectele și fenomenele lumii fizice obiectiv și aproximativ. Teore propozițiile ei sînt valabile în fizica clasică chiar dacă aici nu au sens, iar unele propoziții ale fizicii clasice sînt suficient valabile în fizica cuantică. Astfel, fizica cuantică este un domeniu epistemologic care include aproape întreg domeniul fizicii clasice. Deci, o mulțime de fenomene fizice la scară macroscopică, care nu pot fi explicate de fizica clasică pot fi explicate de fizica cuantică. Dar, cu toate acestea, fizica cuantică nu are încă o teorie științifică, prin care să poată

descrie tot ce se întâmplă în lumea fizică. Unele fenomene pot fi descrise de fizica cuantică, alte fenomene pot fi descrise de fizica clasică și de cea cuantică și unele fenomene nu pot fi descrise de nici o teorie fizică. Din cele spuse în acest paragraf rezultă că aproape toate fenomenele fizice fundamentale sînt cum de aceeași natură ondulatorie și că unele au analogii atât de importante, încît se pot transforma unul în altul. Fizica clasică este plină de astfel de analogii și transformări, iar fizica cuantică le implică în conceptul ei de materie. Astfel, undele acustice au multe analogii cu undele optice și cu cele electromagnetice. Energia sonoră poate fi transformată în energie electrică și invers. Oscilatorul liniar armonic este un model exact sau aproximativ de astfel de analogii din lumea fizică. Acest oscilator este un important experiment în fizică și mișcarea lui este o mișcare oscilatorie armonică. Ecuația acestei mișcări, în anumite condiții, conduce la o ecuație diferențială liniară cu coeficienți constanți, care descrie o particulă din lumea fizică și care ne învață să nu ne mai vedem specialist numai pe o parte a ei, ci să ne amalgamăm.

Fizica contemporană tratează sunetul ca fenomen fizic pe tot domeniul lui de frecvență și pe tot procesul lui de la emisie la recepție și la aplicațiile lui tehnice. El este un fenomen fizic deosebit de complex și, așa fiind, fizica contemporană îl tratează amalgam, adică prin aproape toate disciplinele și tehnicile ei. Astfel, fără să ne înșirăm aceste discipline și tehnici în care fenomenele și procesele fizice acustice își au locul, ne precizăm că în tehnică sunetul intră ca aplicații tehnice pe alte domenii și ca aplicații pe propriul lui domeniu.

O aplicație a sunetului pe un alt domeniu este o tehnică esențială pe o proprietate, pe un parametru sau pe mai multe proprietăți și parametri ai sunetului prin care se obține altceva decît sunet. Dintre multe aplicații de acest fel reținem aplicația sunetului în limbile naturale. Într-o limbă naturală cuvîntul este o sinteză între sunet și semnificația lui. Sunetul este elementul material al cuvîntului, semnificația fiind elementul lui semantic. Ceea ce este important în sunetul cuvîntului nu este sunetul înaușii, ci particulele de sunet sau particulele fonice, adică, în termeni lingvistici, fonemele și morfemele, care formează diferențele fonice prin care se distinge un cuvînt de aproximativ toate celelalte cuvinte. Dar limbile naturale nu sînt opere fizice, ci sînt opere creației intrinseci sau apriorice a intelectului nostru de a-și face un cod de comunicare vocală pe care fiecare grup social și l-a

crest, anenim, făcându-și astfel limos sa naturală. Aceasta este opera fundamentală a intelectului nostru, cu ajutorul sunetului ca agent și ca sunet muzical.

Tehnica construcției instrumentelor muzicale nu este o tehnologie propriu-zisă în cazul instrumentelor din familie viorii. Motivul este în special în faptul că fizica sunetului nu a reușit încă să elaboreze o teorie științifică a sunetului muzical, prin care să poată expune parametric toate proprietățile acestui sunet și pe care să se poată face o astfel de tehnologie. Epoca noastră, stit de măreșă în fizică și în tehnologia sunetului, fabrică vieri convenționale, inferioritate în calitatea sunetului realizat, celor construite de meșterii itelieni din grupul de sur, început în cinquecento.

I.3. Situația viorii în epoca noastră.

Situația viorii în epoca noastră este complicată și implică : fizica sunetului muzical, tehnica și știința construcției viorii perfecte, clasificarea calitativă a sunetului viorilor din toate timpurile și existente, arte și prolețele care se pun în legătură cu viora, etc. Aceste implicații în situația viorii sînt distincte, dar nu sînt independente. Ele se leagă între ele și complică astfel stit situația viorii în sine cît și expansiunea ei.

Arte este opera artistului și este o creație aproape liberă. Așe fiind, arte nu comunică ferm un adevăr colectiv, ci sugerează sau comunică alse un adevăr subiectiv al artistului. Acest adevăr îl înțelegem corect numai plecînd de la artist, acceptînd adică ce spune artistul.

Sunetul este un flux de unde sonore receptate de aparatul nostru auditiv și transmis centrilor cerebrale. Deci, el este decdă fenomen fizic și senzație. Dacă sunetul este periodic, atunci el este sunet muzical. Cum stit ne spune fizica despre sunetul muzical. Așadar, fizica sunetului încă nu are o teorie în care să poată exprime parametric sunetul muzical în nuanțele lui calitative. Expresiile de sunet : dulce, argintiu, voalat, metalic, catifelat, etc., nu sînt termeni științifici, ci epitete lingvistice, pe care le înlocuim în cercetare prin termenul de farmec. Dacă nu avem un parametru fizic al farmecului sunetului itelien de performență, atunci teoretic nu știm să construim vieri care să producă condiționat un anumit sunet.

Clasificarea viorilor după calitatea sunetului ar fi următoarea : a) viorile fabricate în serie mică și în serie mare, din toate timpurile, b) viorile fabricate în același mod cum și c) viorile construite de grupul de sur, reprezentat de Amati, Guarneri

și mai ales de stradiveri. Viorile produse în epoca noastră sînt produse de fabrică, într-o tehnică fără o teorie fizică a sunetului rezultat. Astfel aceste instrumente nu au un sunet de performanță, dar sînt produse în fabrică, adică în modul de producție superior al lumii noastre contemporane. Viorile grupului de sur sînt construite empiric într-un atelier, deci într-o tehnică și într-un mod de producție inferior, dar cu un sunet calificat de cea mai bună performanță, tot fără o teorie fizică a sunetului rezultat. Ele sînt considerate un tezaur al civilizației noastre.

Clasificarea de mai sus pune epocii noastre cîteva probleme, și anume :

a. Necesitatea ameliorării sunetului violilor fabricate acum ;
b. Restaurarea instrumentelor de tezaur degradate în timp sau din reparații greșite ;

c. Criteriile de calificare a sunetului ca fermec de performanță italiană ;

d. Atestarea instrumentelor din grupul de sur prin expertize de autenticitate bazate pe criterii de judecată științifică colectivă, aparținînd unei științe restabilite ;

e. Viorea în viitor.

Problemele a, b, d și e fac parte din cercetarea noastră și din această teză, deci nu le mai tratăm în acest paragraf. Ele sînt distincte de probleme dar se rezolvă în aceeași știință sau tehnică. Problema c este o problemă esențială și trebuie rezolvată înainte cercetării. Ne se formulează astfel : dacă sunetul de performanță italiană al violei perfecte nu are parametri științifici, atunci cine și pe ce criterii se califică ?

Problema trebuie privită și din perspective istorice în sperința grupului de sur. Fără să dezvoltăm aici acest aspect al cercetării, fiindcă teză lucrarea va fi dominată de această latură a problemei, precizăm doar că în construcția violei perfecte, sunetul ei a fost o realitate obiectivă, bazată pe un adevăr subiectiv, fiind produs de un anumit proces tehnologic de atelier. Dacă cineva reușește să observe, de istoric al științei acestui grup, indiferent de calificarea lui în acest domeniu și de calitatea documentațiilor avute la dispoziție, elemente de valoare deosebită, neco-servate de către alți cercetători calificați în domeniu, atunci clasificarea valorii sunetului, stabilită de artistul creator, devine argumentată mai ales prin cauzele exprimate de teoria elaborată. Această teorie trebuie să aibă o elaborare documentată pe o descriere corectă și nouă a funcționării violei, capabilă să explice

stis erorile convenșionlilor copiatori din toate timpurile și de azi, logica primilor deoseperitori și sistemului, ce și valoarea cercetărilor de pînă acum asupra vierii.

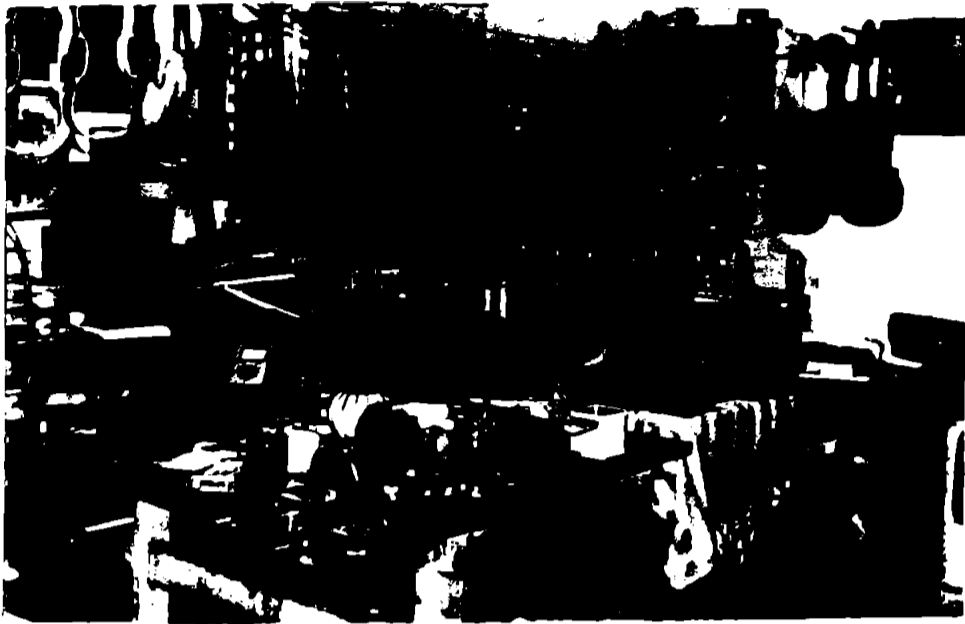
Descrierea instrumentului ține și de fizica vierii, știut fiind că numai explicație și deci înțelegerea corectă a fenomenelor și a proceselor poate fi un bun aflător în mînuirea unor scule mai evoluate, teoretice sau în speranță de analiză și măsură.

Domeniul de investigație al vierii în cazul cercetărilor noastre a fost foarte vast și multidisciplinar, dar rezultatele obținute au fost diferite de la un domeniu la altul. În linii mari, putem spune că rezultatele cele mai importante se concentrează pe sistemul vierant, coardă, căluș și cutia de rezonanță, pentru ce în emisiile sonore să investim o cantitate foarte mare de muncă, fără să reușim o ordonare a materialului cercetat, în vederea unei clasificări de calitate, din motive parțial expuse și mai dezvoltate în capitolul respectiv din fizica vierșțiilor vierii. Cei douăzecișicinci de ani de cercetări metodice în cazale tehnice și fizice din construcție vierii se pot rezuma la investigațiile în cauzele ce generează același efect, "affectuum e iustum generis sunt eadem caussae", conform Regulei 2 din logica cercetării dată de Newton. Calitatea sonoră și subtilități din construcție italiană, ne-au fost furnizate în cercetare de modelele ; vierii Ioanes Pressenda-Torino 1849 și David Tecchler-Roma 1746 (fig.15, 16), instrumente ce țin de Patrimoniul Național Cultural Român. În clasificarea calitativă a sunetului, urechea evoluată rămîne un "arbitrarius elegantiarum", cu o perseverență de cinci secole. Ce și cercetările vocii umane, sunetul vierii așteaptă odată cu fizica sunetului muzical, o teorie suficientă a audității urechii umane, cea care a fost capabilă să creieze vierii perfectă, determinînd procesul tehnologic unic, deci condițiile cauzale ale efectului sonor italian.

I.4. date materiale.

Una din șansele cercetării a fost în lucrările de restaurare și nu în construcție instrumentelor din familia vierii, precum au făcut toți cercetătorii din toate timpurile. Am pornit de la o teorie a științei construcției vierii convenșionale, cu toate că ea nu a produs nici un instrument cu calități sonore italiene, acest lucru era însă necesar. Modelul obținut prin această cercetare aparține restaurării și nu construcției. Pentru experimentele cerute de cercetare a fost nevoie de un atelier corect dotat

cu spațiul și sculele necesare. Fig. 1 a, 1 b, 1 c, prezintă trei aspecte din ultimele ateliere, care au evoluat ca volum și dotare



1.a.

o dată cu salturile calitative din cercetare și de-a se forma, prin cele peste o mie de instrumente reparate, restaurate sau expertizate, decât nu desăvârșit fiind, dar incontestabil gândirea și concepțiile în elaborarea unui proces tehnologic din realitățile disponibile. Prin



1.b.

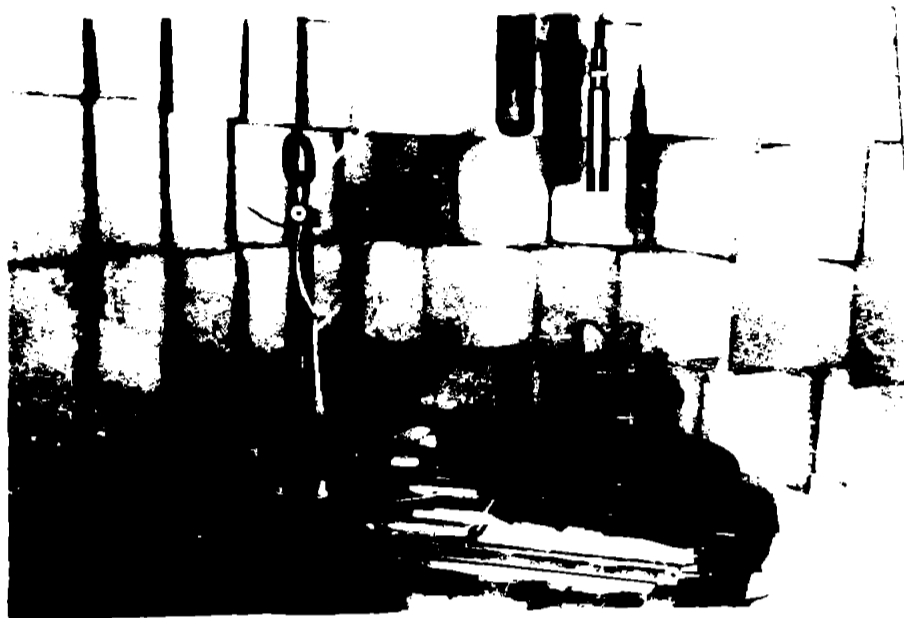


1.c.

Fig. 1 a, 1 b, 1 c.
Aspecte din ultimele
ateliere.

diversitatea modului de rezolvare a construcției violinelor desfacute, refăcute și chiar modificate de noi sau de alți lutieri, ele au devenit experimente ce alimentau metodic diferitele domenii din tehnologia sau fizica violii. Fizica violii are nevoie de tehnolo-

gie și dotarea cercetării pentru corelarea cu acest domeniu a fost realizată în cadrul doctoraturii, Institutul Politehnic "Traian Vuia" din Timișoara punând la dispoziție spațiul, aparatura și personalul tehnic specializat. Fig. 2 a, 2 b și 2 c prezintă : camera anecoică cu o experimentare a panerii în vibrație a corzii cu



2.a.



2.b.



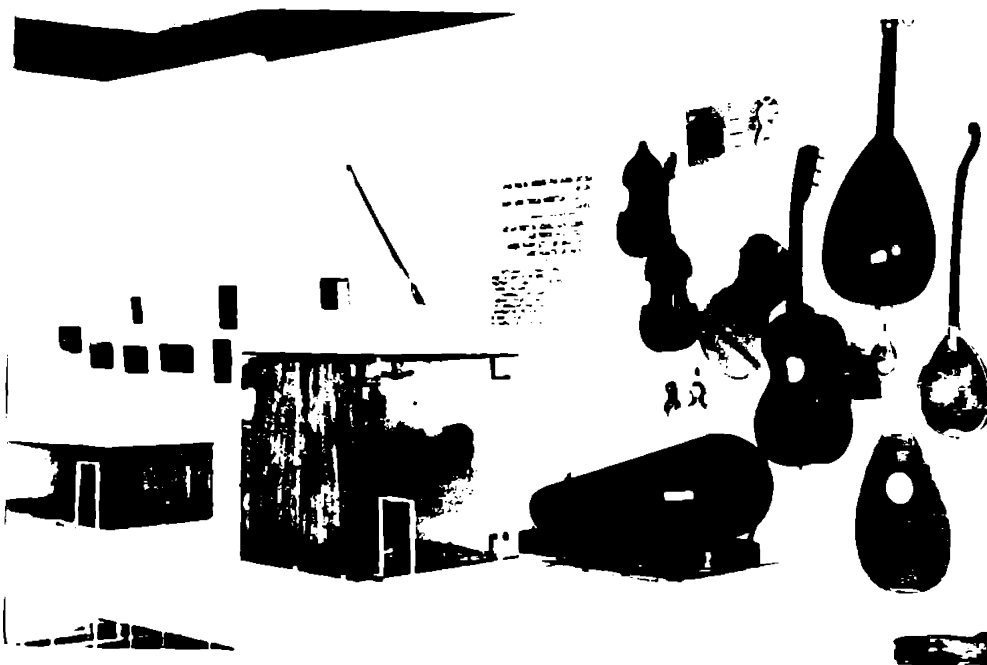
2.c.

Fig.2.a, 2.b, 2.c.
Instalații în laboratoarele de electroacustică.

un dispozitiv electromagnetice ; blocul instrumental din laboratorul de la catedra de fizică și instalațiile folosite în laboratorul de acustică al catedrei de construcții civile.

Citeva din aparatele și dispozitivele folosite în aceste laboratoare, împreună cu denumirea instrucțiunilor lor de folosire sînt înșirate în bibliografie /18/. Cu ajutorul catedrei de mecanică teoretică prelucrăm experimental într-un calculator de circuit Hewlett Packard un număr mare de semnale, înregistrate cu un magnetofon de măsură, conform expunerii din cap.V.2.

Ca în orice cercetare care ține și de istoria culturii, făcând deci un fel de arheologie în căutarea surului în timp, am achiziționat și imagezinat tot ce avea contingentă cu vioara; scule, instrumente din familie vioarei sau înrudite, cărți sau documente, etc., fără să intenționăm a realiza o colecție pe această temă. Am apreciat că locul cel mai potrivit pentru mulțimea de informații obținute din această documentație de fapte, obiecte și idei este muzeul orașului Timișoara : fig.3.a - 3.f, prezintă aspecte din expoziția permanentă "Secvențe despre vioară".



Secvența
3.a.
"Evoluția
istorică"

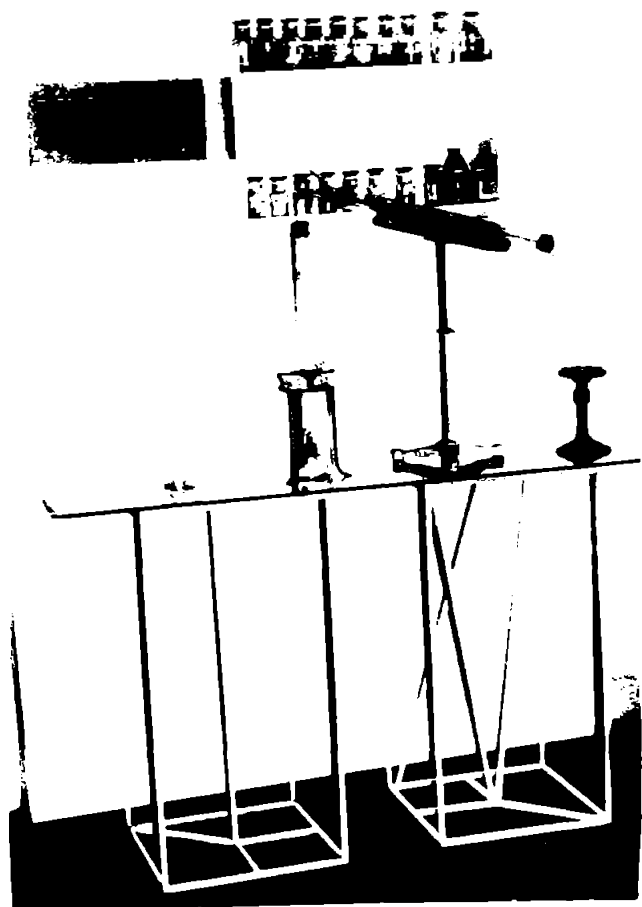


Secvența
3.b.
"Părțile vioarei",
"falsari" și
"viate vioarei"

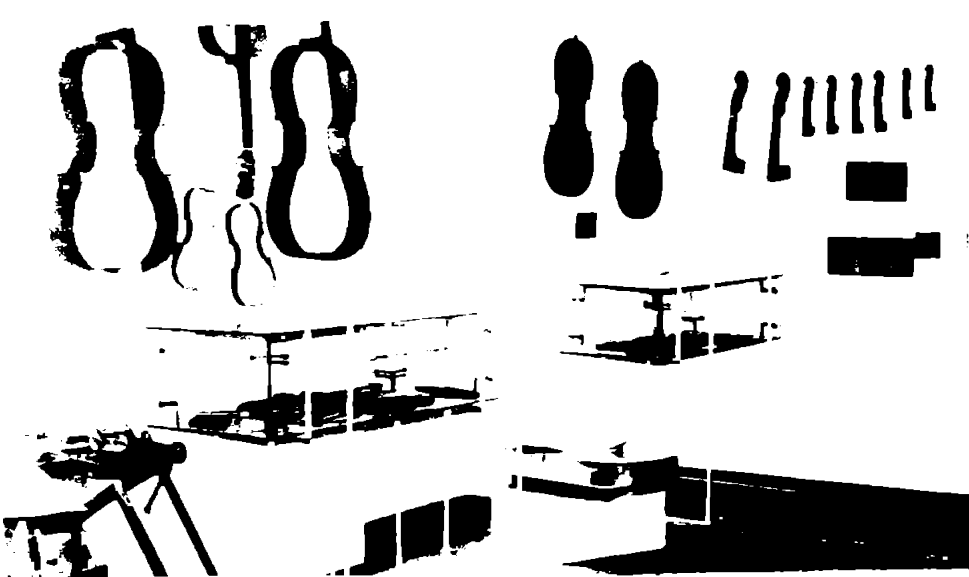
Fig.3.a, 3.b. Aspecte de la expoziția permanentă "Secvențe despre vioară".



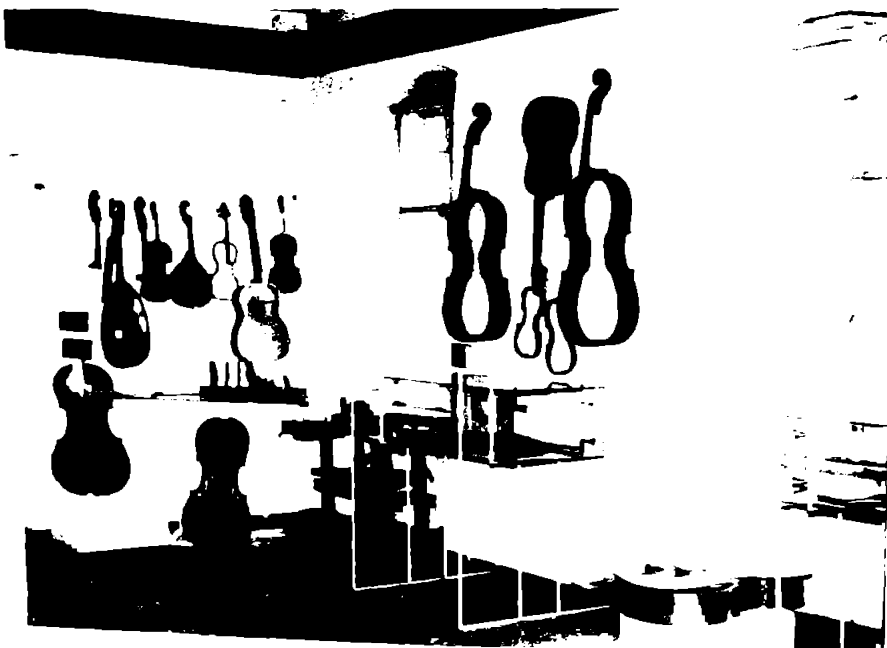
3.c. Secvența cercetare științifică, doctoratură I.P.T.



3.d. Secvența lăscului vioarei



3.e. Secvența construcție și scule-modele



3.f. Secvența restaurare

Fig. 3.c.-3.f. Expoziție permanentă "Secvențe despre vioară".

Cap. II. CONSIDERAȚII ȘI PRECIZARI

II.1. Definiția "secretului" lui Stradivari

Acest "secret" este căutat cam de 200 de ani, adică din momentul în care lutieri din sfere grupului de sur își dau seama că prin copierile violinelor acestora, oricât de exacte ar fi ele, nu se obțin performanțele de sunet ale originalelor. Din când în când unii se spun că l-au găsit. Au fost și sînt în totalitatea lor așa de mulți, încît faptul e luat proporții de legendă și poate fi tratat cu o anumită circumspecție.

Jude și în ce constă acest secret ? El este cu certitudine în opere grupului, reprezentat prin Amati, Guarneri și mai ales Stradivari. Aceasta este sigur și simplu, dar în ce domeniu al construcției stă acest secret, nu este tot atît de simplu și de sigur. Sînt secrete simple și sînt secrete complexe, așa cum există adevăruri simple și adevăruri complexe sau evenimente simple și evenimente complexe.

Secretul lui Stradivari este secretul celei mai perfecte construcții de instrumente din familia violii realizată pînă acum, adică este secretul unei tehnologii, deci este un secret complex.

Fiindcă Stradivari este reprezentantul grupului de sur, secretul îi poartă și numele, cu toate că el a preluat cunoștințele de la meșterul său Niccolò Amati, celebrul luter din Cremona și din toată Italia momentului 1652, cînd măiestrul de 19 ani devine ucenic în laboratorul lui Istieristic. 18 ani îi este ucenic și moare neașteptat după 75 de ani de muncă, producînd cam 1200 de instrumente, în majoritate violi. Aste e viață dedicată muzicii și opere ce a fost apreciată chiar și în timpul vieții sale, dar mai ales astăzi, ca cel mai perfect produs realizat, cînd cu toată știința și tehnologia epocii noastre nu se mai produc astfel de performanțe.

Deci, ce a știut Stradivari în construcția violii, ce a făcut el, ce nu ne-a spus și ce nu vedem noi acum dintr-odată, toate acestea la un loc sînt tehnologia lui, al cărui rezultat este performanța cu farmec a secretului italian, deci efectul și aceptorul întregii construcții.

Instrumentele lui Stradivari sînt fiecare în parte o individualitate cu diferențe uneori minime în formă sau culoare, totuși aceste individualități fac parte din aceeași clasă, adică au o proprietate comună care definește această clasă sau envelopă de calitate. În alți termeni ar fi o conceptualizare a violilor lui Stradivari. În aceste date ar mai fi de spus cite ceva despre capacitatea lui

Stradivari de proiectare și execuție. Despre el s-a scris mult și destul de documentat și știm deci destul despre el, suficient chiar și pentru înțelegerea în continuare a caracteristicilor fundamentale despre știința lui. El a realizat această operă mai întâi prin ce a învățat de la N. Amati, prelucrând deci tot filonul de cunoștințe ale întregului clan Amati, încă din cinquecento și încă mai adânc din Renaștere, apoi, prin intuiția sa de geniu, prin excelențele sale celitâți de meșter artizan și, în sfârșit, prin muncă și pasiunea muncii sale.

Fig.4 îl reprezintă pe Stradivari într-o încercare de meditație cu notarea sonului 1691 și semnătura artistului. Fărerile sînt împărțite în ce privește autenticitatea personajului.

Din toate cele spuse mai sus despre opera lui Stradivari apare



Fig.4. Presupun. Stradivari.

că marele succes în construcția violinelor este un succes empiric, adică acest succes nu derivă dintr-o știință care implică teoretic toate tehnologiile acestei construcții, ci numai din procedee independente, intuiții, talente artistice, muncă și pasiune. Această constatare, evident, nu scade valoarea acestei opere și nici valoarea lui Stradivari, dar ne îndreaptă pe noi cei care vrem să construim astfel de violine. Dacă el ar fi avut o știință exactă și completă care să implice toate procedeele sale la aceste construcții, noi am putea recurge la această știință și am realiza într-un proces tehnologic mai organizat și mai mare, exact același violin. Dar el n-a avut această

știință scrisă, nu ne-a comunicat cum se procedea. Opera lui s-a întrerupt în istorie și noi îi căutam acum secretul. De altfel, după cum am mai spus, în sec.XVI, XVII și XVIII, cele mai multe realizări tehnice nu derivă dintr-o știință teoretică, ci numai din procedee empirice. Mai târziu, în sec.XIX, se deschide cercetarea fundamentală științifică, care servește tehnica, iar acum, în epoca noastră, cercetarea științifică premerge și creează tehnica. Acum

înțelegem imediat și putem realiza o operă tehnică din știința
acelei tehnici.

Acum se pune problema ce facem ce să realizăm în epoca noastră
viori de performanțe italiene? Mulți apreciază că o astfel de rea-
lizare este posibilă și valoroasă. Astfel, fiecare epocă își are
optimiștii ei și cei mai mulți dau ipoteza că un anumit element din
construcție este secretul căutat. De exemplu, unii pleacă de la ipo-
teza că acest secret constă în lacul cu care s-au lăcuit instrumen-
tele și astfel își organizează toată cercetarea pe lacul italian.
În ultimul an s-au prezentat trei soluții cu secretul acestui lac
și anume: 1/. Scintile din 8 aprilie 1964 - biochimistul american
G. Nagyvari cu un lac pe bază de crustă de creveți. 2/. Feuer Weg
19 noiembrie 1964 - olandezul Yvonne Aerspaul cu un lac având un
pigment special. 3/. Flacăra nr. 3/1964 - viorile de Napoca cu un
lac ca propolis.

Fără a comenta vreo idee direct în această lucrare, precizăm
că tema trebuie tratată numai sistemic, considerând viora o con-
strucție din mai multe elemente care să se acorde între ele pentru
realizarea unui anumit efect sonor. Deci, toate elementele de con-
strucție ale viorii se învină între ele ca un sistem, variație fie-
cărui element determinând variația efectului final, adică sunetul
viorii.

II.2. Legea și teoria metodei aderenței în cercetare.

Deci o vioră din grup este o individualitate, atunci un model
al acestei viori nu este o vioră concretă, ci o abstractizare sta-
tistică aproximativă realizată pe mai multe viori, în alți termeni,
ce este o mulțime finită de caracteristici, obținută din cercetarea
mai multor exemplare de viori, care astfel poate deveni o vioră
concretă. Determinarea corectă a caracteristicilor de envelopă a
acestor viori, deci conceptualizarea grupului depinde de metodele
de cercetare, singurele căsuțe să ilumineze rațional acest complex
demoniu, adică să le descrie, să le explice și să le reproducă ști-
ințific.

De peste două secole, mulți cercetători de diferite specialități
(ingineri, fizicieni, chimiști, etc.) și peste 20.000 de constructori
de viori au sperat să reproducă efectul sonor prin copierea modelului,
ori acest lucru s-a dovedit insuficient, dând descrieri și explicații
incomplete, formând doar teoria modelului convențional pe care au fo-
lozit-o în cercetare. Am făcut această cercetare pe cât posibil, așa
cum spune Gaston Bachelard istoricului științei, cu toată puterea
științei actuale, adică cu știința proprie zisă a construcției viorii.

fizic, chimie, electronica, mecanica și calculatorul, deci am făcut o cercetare coordonată pe ultimele rezultate ale științelor moderne. /3/.

O știință sau o teorie nu se poate expune științific complet numai în termenii ei. Astfel, am făcut o cercetare globală a construcției viorii, adică o cercetare a structurii viorii și o cercetare detaliată a fiecărui element de construcție în funcție lui în structura viorii, în lumina proiectată de observarea atentă a documentelor rămase de la Stradivari. Am realizat deci aceste cercetări prin : a/. literatură de specialitate ; b/. atelierul, în care s-au descompus, recompuș, restaurat și expertizat cam 1.000 de vioară ; c/. laboratorul catedrei de fizică și al catedrei de construcții civile, dotate cu aparatură electronică și cu personal specializat ; d/. schițele lui Stradivari și literatură despre Stradivari, pe care le-am interpretat prin înverșunare în conexiune cu informațiile din atelier și laborator ; e/. contactul științific cu profesorii catedrei de fizică și cu personalul tehnic al acestei catedre ; f/. citirea colecțiilor de excepție care au completat grupul prin care mi-am realizat cercetarea.

Din experiențe de atelier și laborator am selectat o mulțime de propoziții de existență, considerate ca adevărate prin experiență. În această testare s-a aplicat teoria lui Popper /33 /, care susține că o propoziție de experiență indică "falsificabilitatea" unei propoziții mai generale din teorie și nu "verificabilitatea" ei, cum susține Cercul de la Viena cu Schlick, deci, în alți termeni. Aici am aplicat strict Regula 2 a lui Newton Isaac și metoda selecționării variantei adevărate prin eliminarea variantelor indicate false prin experiență.

II.3. Descrierea viorii cu dezvoltarea funcțiilor părților principale din construcție, ca introducere în teoria procesului tehnologic în vioră.

Convingându-mă că nimeni nu știe destul pentru a da o explicație completă despre vioră ca mod de a funcționa, considerăm că în descrierea instrumentului și a funcțiilor părților componente trebuie căutată în primul rând, motivuția eșecurilor în construcție și restaurare.

Vioră, conform figurii 5, se compune din cam 50 de părți, din care, atunci când montajul o cere, unele sînt învinse cu clei de os sau de piele, ca de pildă cutia de rezonanță, gîrlă, limba, prăgușele și bare de rezonanță. Aici vom descrie numai cutia de rezonanță și câteva din celelalte părți a căror cercetă

descriere și interpretare după funcția lor din structură s putut deschide logica simbului corectării.

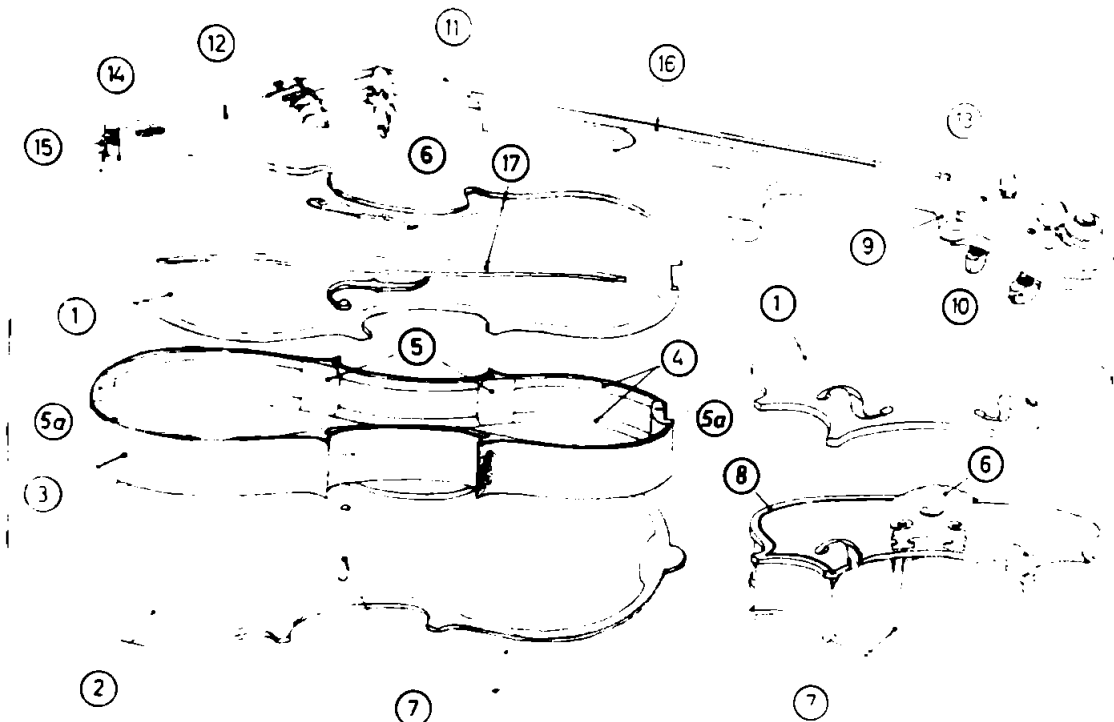


Fig.5. Părțile componente ale violei.

Celebritatea violilor acestui grup s-a câștigat numai prin sunetul lor fermecător, iar frumusețea și perfecțiunea construcției, chiar dacă este și ea deosebit de valoroasă și chiar caracteristică, cu valoare de însemnătate de grup, îi dă doar un oserecare plus de valoare artistică, criteriu tipic mobilierului stil, perțelanelui și altor produse de artă și de patrimoniu.

Vioara italiană este în primul rând produsul unor inteligențe tehnice și fiind scumpă, era cerută în special de curțile regale ale Europei, comenzi ce se doreau uneori satisfăcute și spectacule, cu vioară împodobite cu desene în intarsii cu lemn prețios, așfel sau fildeș. Fig.6 reprezintă vioara Greffuhle Stredivari, vândută de de mult cu \$ 400.000 la Chicago.

II.3.1. Cutie de rezonanță este formată din placă de față din solid de rezonanță 1, placă de spate din paltin 2, montate prin încleiere pe centurul 3, cu eclise tot din paltin. Rigidizarea centurului se face prin șase butuci din esență moale 5 și contra-eclisele 4, tot din esență moale. Această cutie de rezonanță este tensionată axial de forțele de întindere a corzilor în acordaj, to-

realizând aprox. 196 N. Tensiunile din cutie sînt repartizate con-

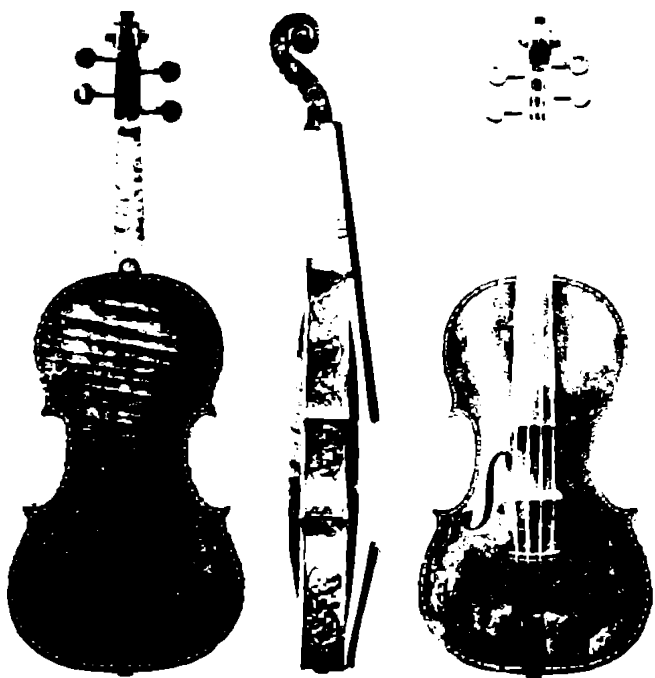


Fig.6. Viora Greffuhle
Strodiveri

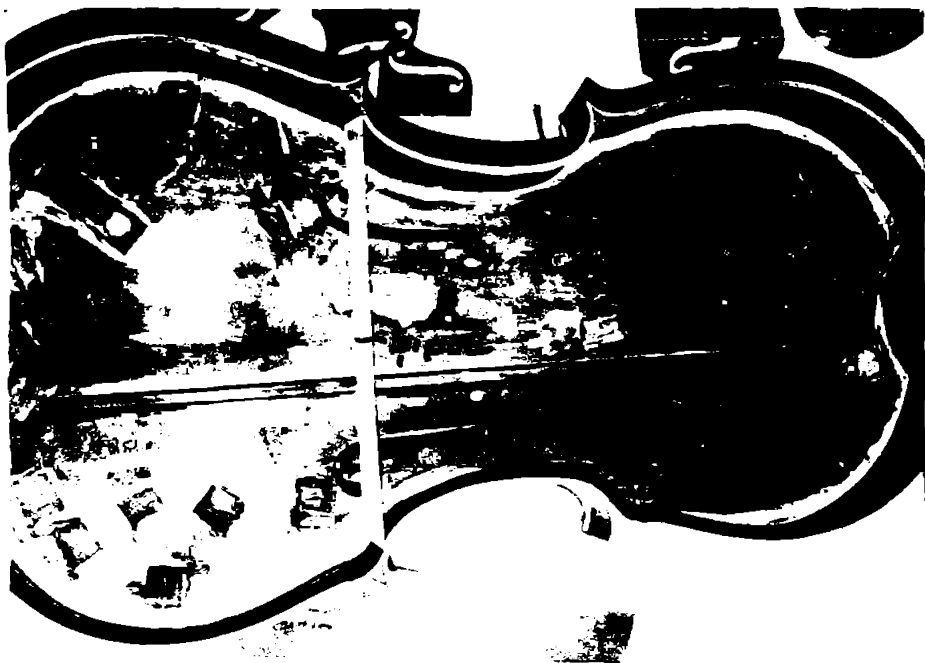


Fig.7.a. Operație în pretenționarea
transversală.

este în fibrele tari de 3.000 m/sec. (egală cu cea a Ag-ului). Fără o adîncire mai profundă, răspunsurile eu mulțumit pe toată lumea și numai un interes uriaș și real față de ce se întîmplă și în culisele fenomenelor și a proceselor fizice, a putut duce la descifrarea so-

ferm fig.8, deferind-o, mai mult sau mai puțin, în funcție de rezistența plăcilor și ale construcției cutiei în ansamblu. O echilibrare a acestor tensiuni se face de către căluș 6, care transmite prin cele două piciorușe rezultatele din spășarea celor patru corzi. Baza de rezistență 17 și popal 7 sînt elemente de mare importanță, fără ele bolta cedează și sunetul este infundat și fără tărie. Întrebarea care s-a pus în primul rînd a fost următoarea: de ce este fața totdeauna numai din melid de rezonanță, căistă radial, montată cu fibrele în exercizii și foarte îngrijit potrivite pentru a fi perpendiculare pe planul de înbinare al plăcilor pe centur? De ce s-a ales această so-

lucie din toate timparile, cînd are o anizotropie de structură și de formă, stit de puternică? Răspunsul stereotip, dat de toți cei ce au avut de dat un răspuns la această întrebare este cam următorul; această structură are o rezistență mare la compresiune și încheiere în planul fibrelor și viteza sunetului

luțiilor exacte încă de la început. anizotropia de structură este legată de o anumită rezistență la încovoiere în planul călușului, deci transversal pe planul fiorelor și aceasta fiindcă pretensionarea axială are nevoie, în această zonă de influență a stărilor de

tensionare statică de acordaj, de un sistem suplimentar transversal, de sensibilizare în recepția vibrațiilor prin piciorușele călușului și în emisia sonoră.

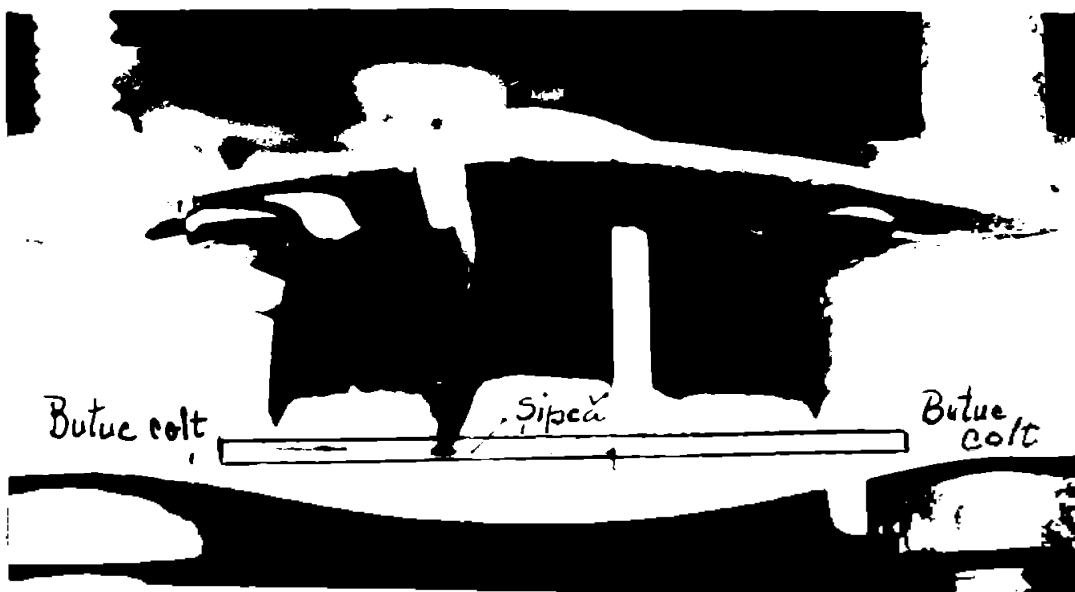


Fig. 7.0.

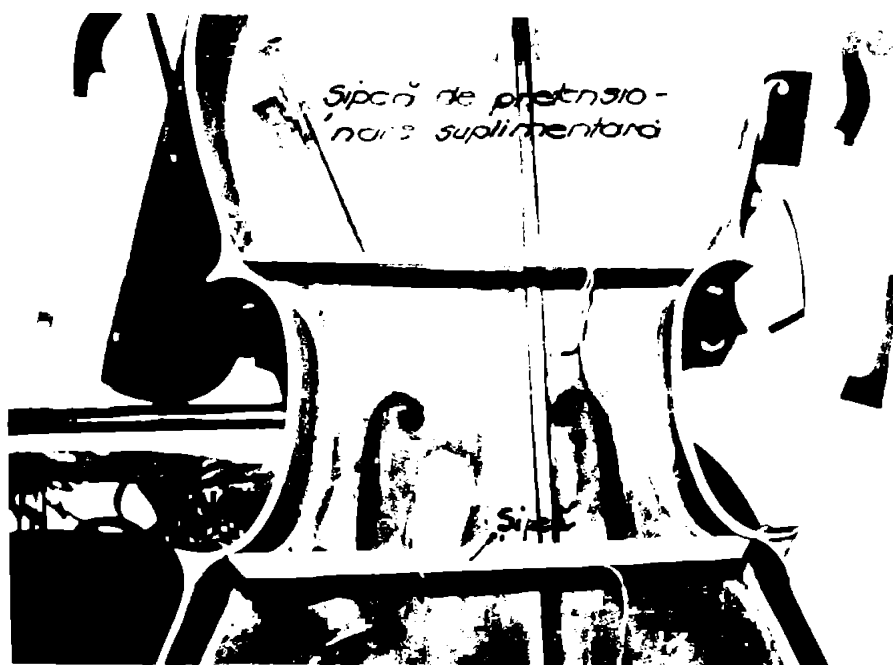


Fig. 7.0 și 7.c. Operații în pretensionarea transversală.

ca orice lucru simplu es este și fundamentală și din ea derivă alte câteva caracteristici, precum urmează ;

II.3.2. Dimensionarea plăcilor trebuie făcută astfel încît pretensionările - axială și transversală - să devină active și să rigidizeze corect cutie. Această dimensionare nu s-a putut face prin ciocănire, cum pretindea toți cercetătorii viorii, ci prin di-

519748
357 48

mensionare metodică, plecând de la un prototip de testare cu eroare în exces sau lipsă. Argumentul îl găsim chiar în producția lui Stradivari, care în anii 1693, 1700, 1711, 1716 și 1722 are violi cu fețe de grosime constantă - 2,37 mm, după Hill /15/ și alți cercetători, care au studiat, măsurat și au tot ciocănit plăcile instrumentelor lui Stradivari. Această denumire a feței a fost considerată doar ca o soluție Stradivari. Fiind comodă a fost adoptată de foarte mulți constructori, mai ales și fiindcă nu puteau avea nici-un criteriu de discernămint, altul decât imitarea celui mai mare dintre cei mai mari constructori. Aceasta era avantajul opțiunii și dezavantajul nu se putea sesiza. Chiar V.Bianca folosește ideea în construcțiile proprii, mărinându-o puțin din cauza solicitărilor mai mari în violă modernă /7/.

II.3.3. Pretensionarea transversală a plăcii de spate se face cu ajutorul unei grinzișoare cu capete în formă de pană, conform schițelor lui Stradivari (fig.32a). Această soluție foarte simplă, cu ceva mai subțire decât grosimea feului la mijloc, se montează în dreptul butucilor de colț de la capătul de jos al feurilor, tot conform schițelor lui Stradivari, pe care le vom analiza mai pe larg la timpul său. Această idee este prima descifrare aplică a acestor schițe, cărora nu li s-a putut da, până acum, nici o interpretare. Pentru a ascunde adevăratul sens al schițelor și mai bine spus, completul sens al schițelor, a notat pe două din ele un text ce indică doar intenția de a explica cum se determină forma și locul feurilor. Această pretensionare transversală a spatelui se face după ce placa de față a fost montată prin încliere pe contur. Deformarea conturului de jos după montarea șipcilor și pe care urmează să se monteze placa de spate, se șlefuieste în planul de înclinare. Deschiderea colțurilor conturului prin această tensionare este de cca 5-6 mm, adică de 2-3 mm de fiecare parte. Această deformare forțată și deci temporară a conturului cu ajutorul șipcii este motivația desenării punctate din schițele lui Stradivari. După înclierea spatelui șipca se scoate prin unul din feuri cu ajutorul soulei de montat popul.

Fig.7.a, 7.b, 7.c, prezintă o succesiune în operațiile din acest mod de pretensionare transversală.

Revenirea elastică a conturului deformează placa de spate și forma ei va diferi de cea a feței în dreptul colțurilor de jos. Abia acum se poate explica de ce sînt diferențe de profil între plăci și că ele nu trebuie atribuite greutăților de montaj cum presupun

unii cercetători [27,34], care au observat aceste diferențe și le-au explicat în acest fel.

Acosterea șipcii, după înclinarea șpetelui, dărează 1-2 minute și poate fi foarte ușor ascunsă privirilor indiscrete, dacă mește-rul vrea s-o ascundă.

II.3.4. Determinarea optimă a înclinării gîtului are drept scop principal precizarea înălțimii căleşului și deci valorerea rezultan-telor de apăsare a corzilor pe căleş. Lungimea gîtului a fost la in-cepăt mai mică, din cauza corzilor din intestine, singura soluție tehnic posibilă a aceloralelor respective. Lungimea de lucru a corzii a fost deci de aproximativ 3/4 m, spre deosebire de cea de astăzi, de 327-328 cm. Căușă forțelor de întindere atinge oca 196 N, în func-ție de frecvența de acordaj și tipul de corzi. Această forță crează eforturi în cutia de rezonanță, transmise prin telpe gîtului, conform fig.8. Mărimea acos-terea este în funcție

de cea de 196 N, de lungimea gîtului, dar și de înclinarea lui, element ce poate fi variazat în anumite li-mite, cu efecte sau-pre tensionării fie-cărei plăci în parte.

Telpe gîtului nu a fost totdeauna montată rigid, prin înclăiere în butucul de sus și cutiei de rezonanță, ci chiar

pe suprafețe cilindrice sau puțin mai edine și suplimentată de curbură (după Hill), conform fig.9. Acest mod arhic de înclăiere a gîtului de cutie a fost înlocuit cu soluții rigide înclăiate în butuc, dîndu-se și o înclăiere mai mare, pentru a mări înălțimea căleşului.

Lungimea modernă a gîtului și a limbii și modificarea înclăierii lor față de planul de înclăiere a plăcilor, chiar dacă au fost înșe-rite și de înlocuirea corzilor, în compensație de rezistență, este una din explicațiile degradării fețelor prin fîurere în lungul rîurilor, la teste instrumentele celor din grupul de sur. "Cei nu mai punem de răptul că ascunderea instrumentului a eliminat delicatul sistem de pre-tensionare transversală, ceea ce înseamnă eliminarea de tensiuni

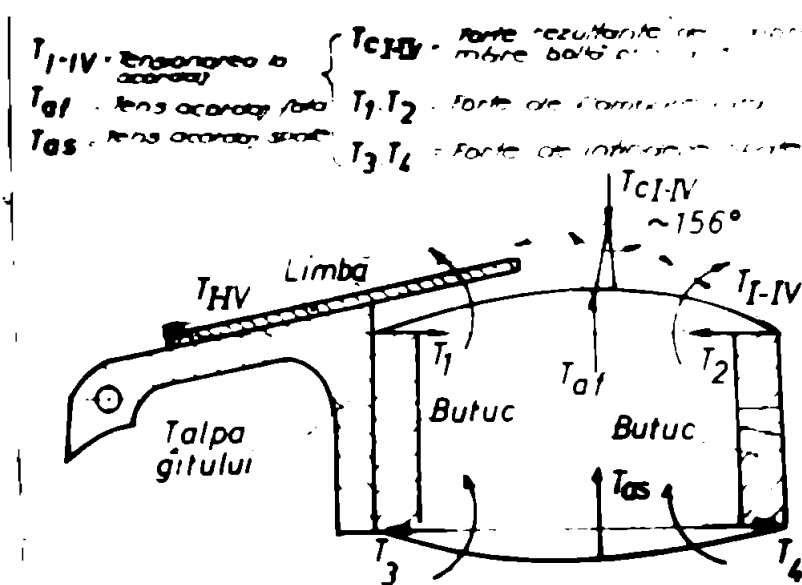
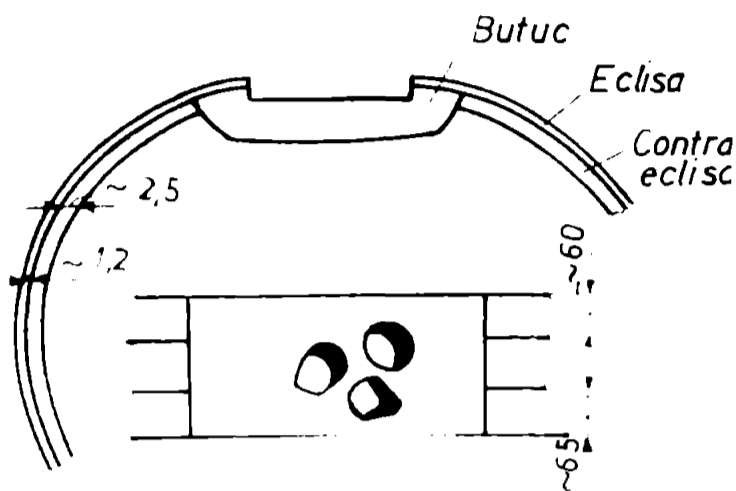


Fig.8. Tensionarea de acordaj; o solici-tare la flambaj pt.fățã și întindere pt.apete.

de echilibrare în scheme de repartizare a solicitărilor statice și



din pretenționarea axială.

II.3.5. - Popul 7 are în toate descrierile doar funcții de element de rezistență și transmițător de vibrații către spate. I se mai spune și "suflet" (în franceză - l'âme și în germană - die Seele -) ce dovedește că i se atribuie și

Fig.9. curbură de înclinare a gâtului în butuc. alte rosturi mai complexe, fără să se

poată pătrunde în descriere și în definiții. Aceste două funcții sînt corecte, dar incomplete, scăpînd esențialul din motivația celui care l-a folosit pentru prima dată în construcția vioii.

Popul este întin legat de pretenționarea transversală a spetei și de funcțiile călușului, așa cum vom vedea în cap.V.1.

II.3.6. - Berg 17 este elementul montat sub piciorul stîng al călușului, respectiv sub cornile greve ale tuturor instrumentelor din familia vioii. Funcția ei este în principiu de surplus de rezistență în dimensiunea plăcii. La cei vechi, lungimea ei variază între 240 și 250 mm, pentru ce la moderni să atingă și 280 mm. Grosimea ei era între 4 și 5 mm, pentru ce astăzi să fie în majoritatea construcțiilor mai aproape de 6 mm, iar înălțimea maximă astăzi să atingă 18 mm față de 6-8 mm la strădieri. În criteriul anisotropiei de structură montarea ei în lungul fibrelor este explicită, ce și vîrșe de grosițe, cu care împreună măresc efectul pretenționării transversale în zona călușului. Montajul modern al carei se face cu o tensionare puternică, din spetă, conform fig.10.a și 10.b. se montează desori și înclinat, fie pe stînga, fie pe dreapta, soluție care nu jecăiește prea mult anisotropia din zona de influență a pretenționării transversale

II.3.7. - Călușul 6 este un element de o covirșitoare importantă în sistemul vioant al vioii. El preia energia vibrației de la coardă (I-IV) și o transmite fidel și amplificat cutiei de rezonanță. Forma lui este foarte variată și din numărul mare de brevete asupra vioii, călușul se întrece cu lucrul, care ar avea măcar o scuză în

faptul că locul vechi nu poate fi analizat, dar călușele vechi se
rămân cum se vede și se formează. Vom relua comentariul formei călușu-



lui în cap.V.I., dar până atunci să-i facem o scurtă descriere în funcție. Aportul de energie în vibrații are loc în punctul de sprijin al corzii, iar cederea și reprimirea de energie prin cele două picioare care se sprijină pe cutia de rezonanță în planul centrului mecanic al feței, adică în dreptul orostăturilor de la mijlocul feurilor. Rezultatele din spășirea corzilor de pe muchia călușului sînt pe aproape la număr și înegale ca mărime, ~~se diferențiază în funcție de~~ cap.

~~XXIX~~ Altfel spus, sollicitarea statică a călușului este crescîndă înspre coarda III din partea dreaptă a călușului, parte

în care se găsește și popul. Pe partea stîngă, sub piciorul stîng este montată oare, ca element de rezistență. Atunci cînd se găsește în registru de jos al violei, cu lungimile de undă mai mari decît distanța dintre picioarele călușului, cele două picioare sînt, teoretic, tot timpul în contrafază. Dacă n-er

-240

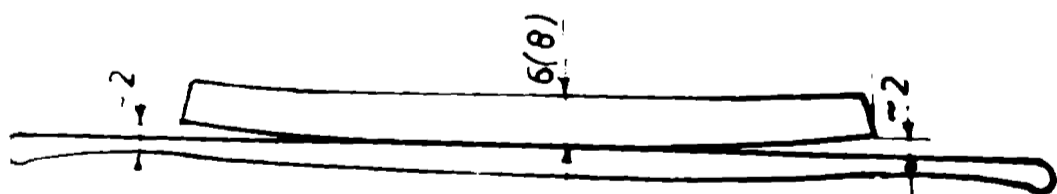


Fig.10.a și 10.b. Montarea oerei și tensiunea ei din capeti.

și popul oare rigidizează porțiunea de placă, totul ar fi mai simplu pentru schema forțelor verticale, oare însă, această componentă este aplicată prin piciorul, nu feței, ci direct spetelui, într-o porțiune sensibilizată elastic, datorită pretenționării transversale a spetelui. Această nouă repartizare a componentelor forțelor trans-

verecile de apă și a vitezelor, poate clarifica descrierea funcțiilor călușului, netezind drumul până la elaborarea unui model, domeniu dezvoltat în cap.V.I.

II.3.8. - Leagănul de solid sau paltin are variații mari de structură și de calitate fizico-mecanică de la pop la pop și chiar de la o parte la alta a aceluiaș pop. Solidul folosit din toate timpurile, pentru fețele de vibrazie aparține speciei *Picea abies* cu frunzele aciforme, în trei subspecii : pieptene, perie și lat, cu caracterile morfologice stabilite pe specie și pe subspecie. Paltinul aparține speciei *acer* și din mulțimea subspeciilor rămâneți spontane sau nu, este preferat paltinul de munte cu fire încâlcite și deci cu un aspect deosebit de frumos în tăietură radială (fig.11.a și 11.b). Tăietura transversală este rar folosită la vecinii italieni (fig.11.c).

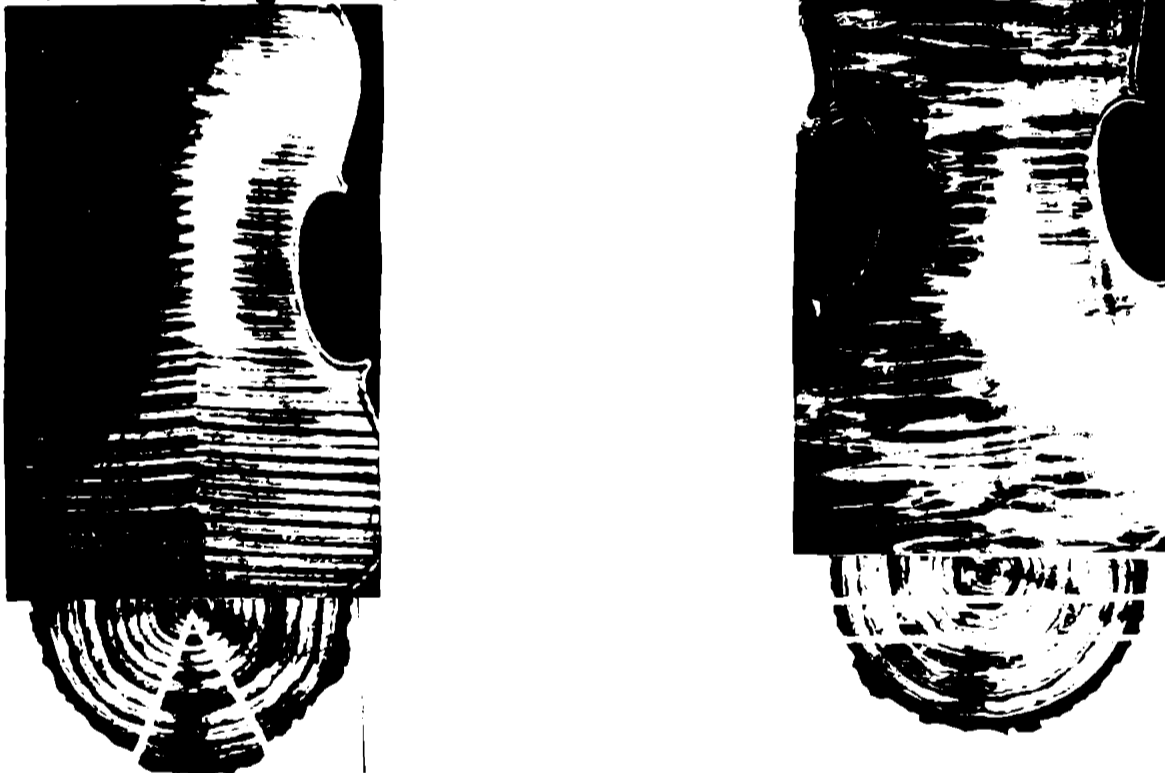


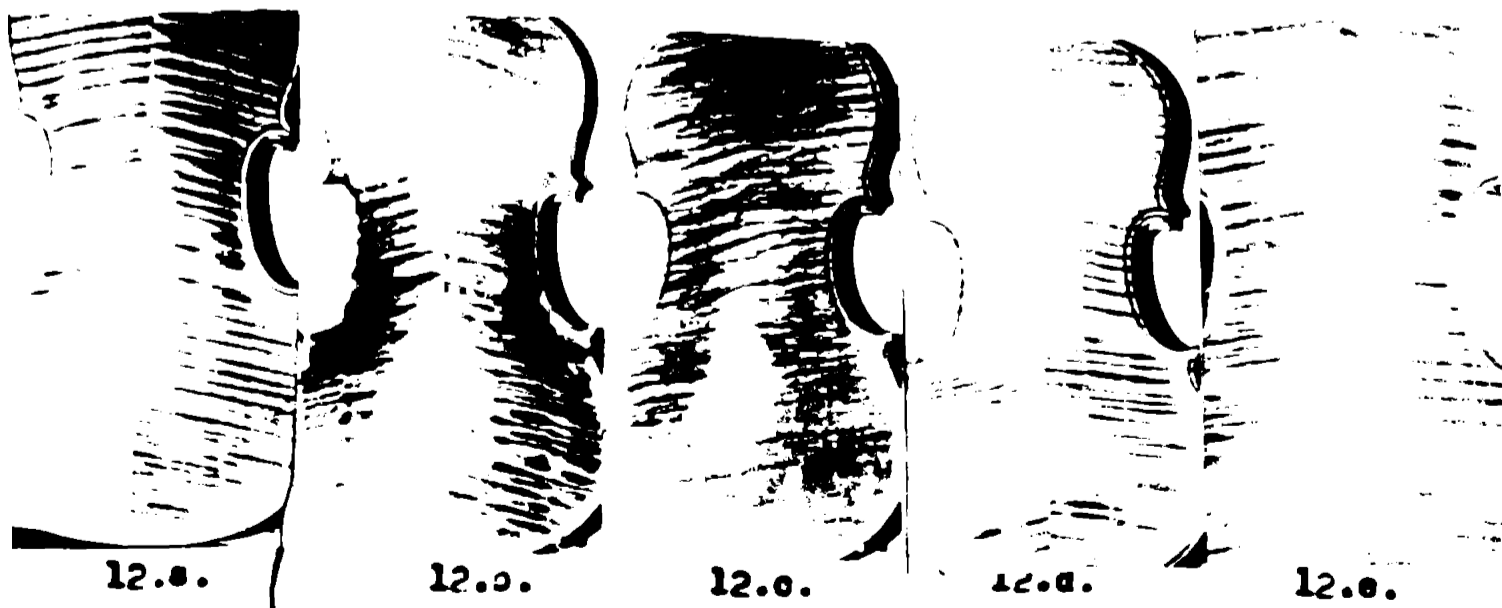
Fig.11.a. Aspectul paltinului din tăietură radială și 11.b. din tăietură transversală.

Au fost folosite chiar de stradivari și plăci de spate dintr-o bucată sau din două bucăți, soluția fiind dependentă numai de grosimea cutacului și deci de vârsta pomului. În vremea lui, în munții noștri se mai găseau paltini și cu diametrul de peste 1.500 mm, din care se puteau scoate multe fețe dintr-o bucată. Soluțiile nu sînt deci preferențiale, ci în funcție de disponibilitățile materiale. Notăm faptul că paltinul a fost înlocuit și cu alte esențe de lemn tare, ca de pildă plopul la violoncelul Gorriller pe care cânta Paolo Casals, înlocuind un violoncel stradivari care și-ar fi pierdut sonoritatea la traversarea Oceanului Atlantic. (Ce comentariu s-ar putea face pe această temă!)

Molidul este tăiat totdeauna radial și din două bucăți, excepțiile dovedind o prezență din sfere grupului de sar, care pretinde o anumită simetrie în repartiția fibrelor, din cauze pretensionării transversale. Altfel spus, o anisotropie de structură, simetrică față de axa viorii sau aproape.

Calitățile fizico-mecanice erau determinate de grosimea fibrelor tari și de densitatea lemnului de primăvară, fără să se țină seama de numărul de fibre pe centimetru, sau de regularitatea sau omogenitatea repartiției lor pe jumătatea de față. Voroind de structură lemnului, am remarcat că Stradivari teste caracteristicile fizico-mecanice ale molidului, plecând de la o față de grosime constantă = 2,37 mm și că determină dimensiunile optime ale plăcilor altfel decât prin ciocănit. Viora cu față de această grosime este primul instrument dintr-un pom, urmând după el o generație de instrumente. Ideea este cu totul nouă și ne pune la dispoziție încă un criteriu foarte util în testările de autenticitate, prin examinarea lemnului feței și spetelui, dacă aparțin sau nu generației de instrument indicată de etichetă. Pentru acest scop nu ne trebuie decât o analiză macroscopică, cu metode similare din dendrocronologie sau dendroclimatologie.

Analiza structurii grilei inelelor anuale nu a stîrnit niciodată un interes pentru completarea documentelor de expertiză, la îndemîna unui expert. Explicația este numai în ignorarea faptului că anii înșireși mei sus și aceeași grosime care apare sistematic, începînd cu anul 1695, de cinci ori, argumentează construirea de instrumente pe pom și deci pe generație, metodă de lucru care impune o verificare a structurii lemnului și din acest punct de vedere. Altfel spus, în cazul cînd avem datele instrumentului cu prime placă, tot ce arncează pînă la următorul pom trebuie să aibă și criteriile de structură a lemnului în envelope de similitudine în structură și formă grilei inelelor anuale. În fig.12 am înșirat de la a la i ,



unsprezece figurații de spate, iar în plicul dintre paginile 24 și 25 se găsesc perechile lor. Cu un mic efort se pot găsi și din prisa încercare, împerecherile corecte.

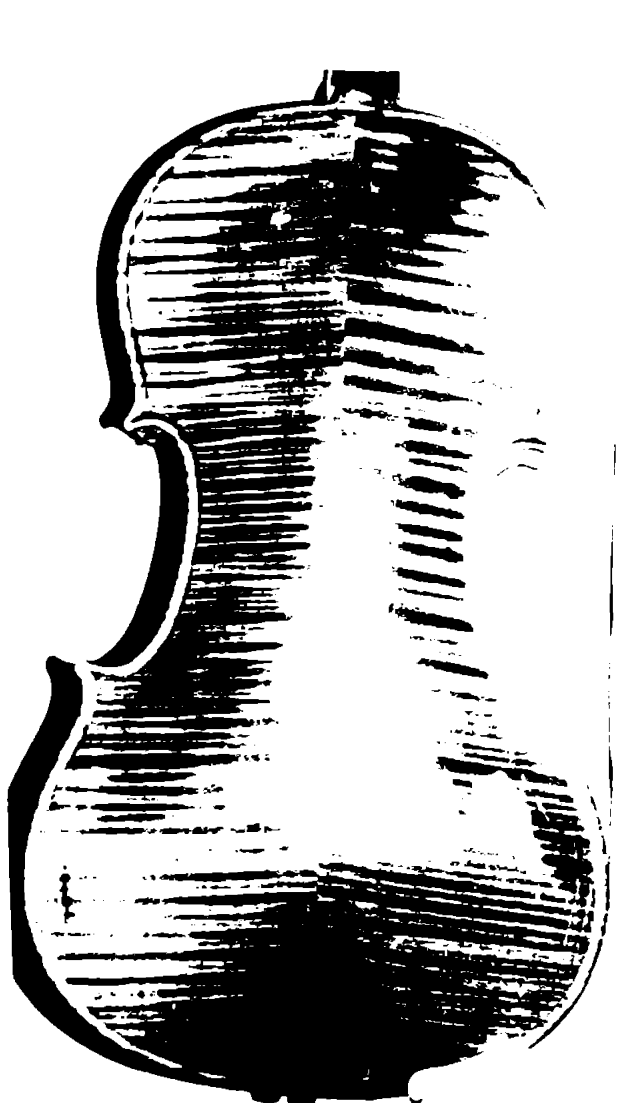


12.f.

12.g.

12.h.

12.i.



12.j



12.k.

Fig.12.g - k. Elemente de dendrologie în peltinul spatelui.
(Plicul alăturat conține jumătățile pereche).

Fiindcă în documentația de atestare a autenticității unui instrument domeniul este nou, facem câteva dezvoltări deasupra ei. Francezii îl denumesc "analyse des cernes", o traducere din expresia americană "tree-ring analysis", și cuprinde două domenii; dendrocronologia și dendroclimatologia. Primul domeniu se ocupă de datarea vârstei pomilor după felul cum variază grosimea, numărul și forma inelelor anuale, iar al doilea, de raportul dintre structura inelelor pomilor și climă. Prin faptul că plăcile cu-tiei de rezonanță sînt totdeauna foarte îngrijit tăiate, numai radial și numai dintr-o jumătate de butuc, conform fig.13, structura pe care o analizăm este fără probleme prea mari din punctul

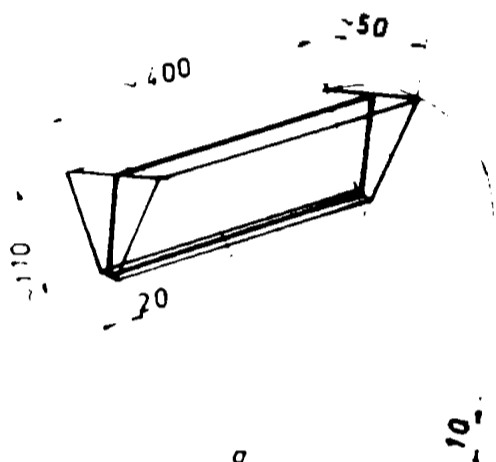


Fig.13.a.

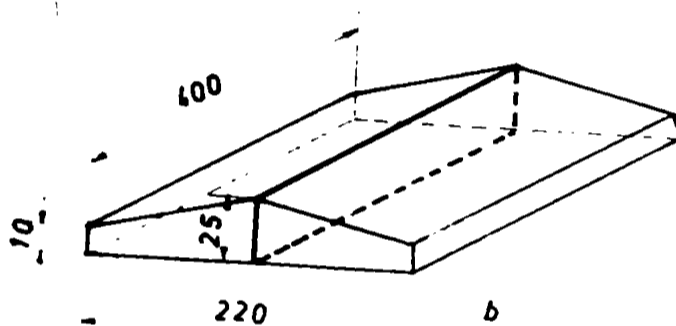
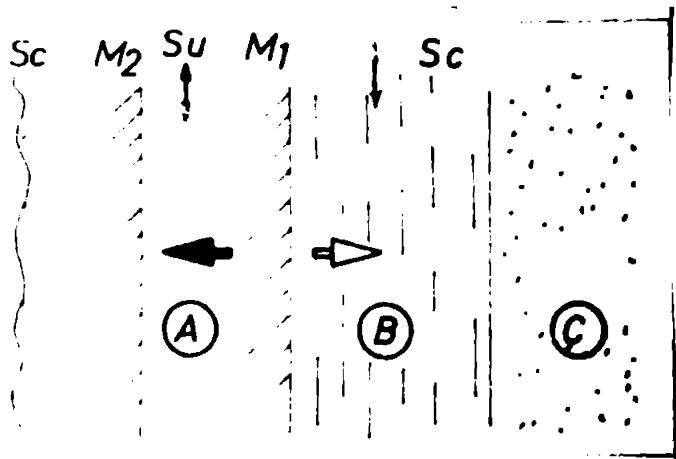


Fig.13.b.

Fig.13.a) Modul de despicerare și dimensionare a unui sector radial din butuc. Fig.13.b) Tăierea pe înălțimea triunghiului isocel și lipirea pe oasa mare a trapezului, înlocuire care devine linia de fugă și axa plăcii. În piesa acceasta se sculptează placa, fiorele de la margine fiind cele de la mijlocul pomului, iar cele de la mijloc aparținând zonei dintre scoarță.

de vedere al prelucrării suprafeței lemnului, foarte bine șlefuit, grunduit și lăcuit, scoțîndu-se în evidență tocmai elementele care ne interesează, structura grilei inelelor anuale. Considerăm informație utilă și simplă, putînd completa sau elimina rapid criteriile de judecată de valoare disponibile în documentația de autenticitate. Mecanismul de creștere anuală este redat schematic în fig.14.

În cazul structurilor de solid, ca și în cazul celor de pal-tin, problema se reduce la o comparație directă între două struc-turi presupuse ca făcînd parte din același pom. Placa de solid este din două bucăți lipite pe linia de fugă, care aparține unui inel din apropierea scoarței, conform fig.13.b.



- Sc - scoarța pomului
- M2 - meristem suberofelodermic
- A - liber
- M1 - meristem liberoleninos. Cambium.
- B - inelul anului în curs
- C - inelul anului trecut
- S.u. sevă în urcare
- S.c. sevă în coborîre
- ⇒ sensul de creștere pt. celulele lemnoase
- ⇐ sensul de creștere pt. celulele din liber

Fig.14. Mecanismul de creștere anuală a pomului. Secțiune longitudinală.

Aplicarea eficientă a metodei, pentru a fi la îndemână oricărui colecționar, muzeolog, cercetător sau expert, pretinde publicarea unei documentații care să conțină o sistematică catalogare a tuturor instrumentelor certe și chiar unele discutabile, care să cuprindă documente foto color sau în alb-negru, elaborate la scară 1:2, sau 1:2,5, însoțite și de informații utile de orice fel. Instrumentele de referință, ca și cele atestate cu certitudine, ca de pildă viola tenor din cvintetul Tocca, violon Stradivari din 1693, violonle cu fațete de aceeași grosime din anii 1700, 1711, 1716 și 1722, ca și cele Amati, Guerneri, Pressende, Teccler sau Steiner. Aceste cataloge trebuie editate de un colectiv internațional și soluțiile nu vor fi greu de găsit.

În documentațiile de expertiză pentru instrumentele de patrimoniu sau de trecere temporară a graniței se folosește tipul de fotografie din fig.15 și din fig.16, cu precizarea numărului de fototecă, dimensiunile principale și descrierea lor. Ele scot în evidență, în principal detaliile dendrocronologice ale pultinului, pe lângă care mai sînt încă multe detalii de identificare și numai din cele puse la dispoziție pe această cale simplistă.

Combinatul de Prelucrarea Lemnului din Reghin folosește și aplică metode generației de instrumente dintr-un pom și deci a depozitării pomilor, nu numai pe specie, ci și pe indivizi biologici, numai de cca doi ani de zile. Acceptarea de principiu s-a făcut prin scrisoarea-Los.VII-6-28/15.719/5.XII.79, iar în setul de exemplificări dendrocronologice din fig.12.a, 12.b, 12.d, 12.e, sînt de la violonle din această producție românească, pe generație dintr-un pom.

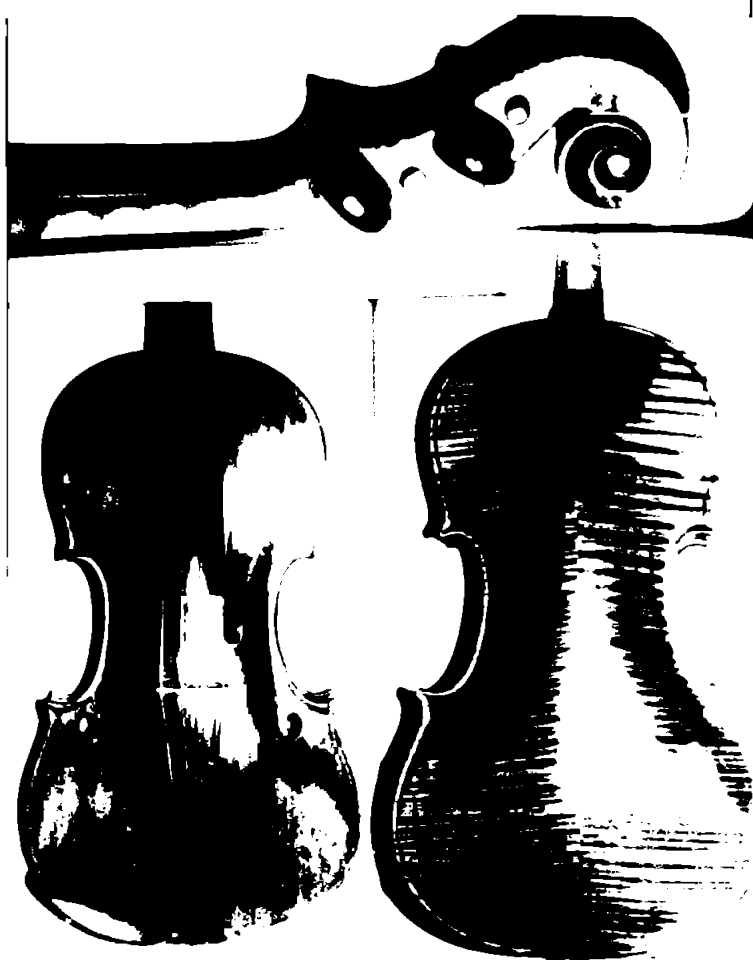


Fig.15. Fotografie document
pentru fișă de expertiză.
Fototeca Sucevi. A.25.85.
Iosnes Pressenda, Torino 1849



Fig.16. Fotografie document
pentru fișă de expertiză.
Fototeca Sucevi. A.25.85.
David Teccher, Roma 1746

II.3.9. - Momentul de tăiere, chiar în interiorul optin și perioadei de țară este foarte important, fiindcă lemnul "lucrează" la variații de umiditate și căldură, dacă nu a fost tăiat într-un moment de așincă biernare, cu memoria "înghețată". Motivarea respectării momentului constă în realizarea unor condiții de stabilitate a deformațiilor elastice, la care este supusă structura plăcilor din prețensiunea axială, dar mai ales din cea transversală. Variațiile de căldură ca și cele de umiditate sînt mai ales cele ce sper la transportul instrumentului țară, cînd introduse în camere și săli încălzite, schimbarea bruscă de umiditate și căldură duce la umezirea lor prin condensarea umezelii pe suprafața întregului instrument. Acaste schimbări bruște determină reacții ce modifică stările de tensiune statică și deci condițiile suotile de realizare a efectului unor de performanță italiană.

entru verificarea momentului de tăiere și unui lemn dintr-un instrument din restaurare, respectiv în cercetare, se procedat la umezirea foarte fină a suprafeței interioare a instrumentului cu ajutorul unui curete și apropierea la 150 cm de un reșou electric,

timp de 15 sec. deșeția, dacă apare, este spectaculoasă, marginile plăcii deformându-se ca corurile unei pălării. Din cele aproximativ 200 de plăci supuse acestei probe, 65% au reacționat puternic, marginile ridicându-se cu până la 9 mm, 25% au reacționat slab, până la 3 mm și doar 10% foarte slab. Instrumentele italiene au reacționat totdeauna foarte slab, iar școala din Viena și chiar etive convenționale au avut doar unul din două tăiat corect. Am considerat probe ca interesantă, dar nu i-am dat de la început importanța cuvenită, decât atunci când procesul tehnico-științific italian s-a conceptualizat într-o teorie.

În încheierea descrierilor lescului, reproduc o veche inscripție de pe instrumente arhaice :

"Vive fui in sylvis ; fui dura occiae securi ;

Dom vixi, tacui ; mortus, dulce carno."

Traducere liberă :

"Vie am fost în codru ; și-n codru sub topor
m-am frânt ;

O viață n-am știut de daru-mi cu care moartă
vă încint".

Această stare "moartă", cum spune poetul, este o stare intermediară până la moartea biologică, care ar fi în jurul a 350 de ani pentru molid și mult peste 1.000 de ani pentru paltin. Ideea ei se pare posibilă, cu toate că ne lipsește definiția morții în cazul lescului. Dacă este adevărat pentru molid, atunci toate instrumentele din secolele XVI și XVII au nevoie de o foarte importantă intervenție - înlocuirea plăcilor de față. Știut fiind că o simplă copiere nu mai este suficientă, problema va fi o mare operație, care trebuie nu numai făcută ci și reușită, dacă știința noastră de astăzi, sau mai exact, cea de mâine, devine o teorie suficientă.

II.3.10. - Lacul - pentru care s-a consumat multă cernesă, este un element care prin structură, culoare, diluantul folosit, modul de aplicare, gradul care-l separă sau nu de structură lescului, gradul de vâcositate, rezistența la apăsare etc., este un element care variază mult de la un meșter la altul. Greutatea cea mai mare din studiul lescului vechi italian este imposibilitatea de a-l analiza calitativ, ca urmare a oxidării în timp a rășinilor naturale folosite. Reținem despre el că la vechii italieni este moale și are cracluri ca și uleiurile de pe tablourile pictorilor celebri. Ne slăturăm concluziilor cercetătorilor care nu acordă lescului un rol major în obținerea performanțelor cu

fermeo italiene, reprezentate prin Greilsemer /13/ și Schelleng /46/, precizând însă că grundul are un rol deosebit, conform dezvoltărilor din cap.V.2. Cercetarea românească ce aparține lui dr.Alexandru Toth de la Institutul Pedagogic din Tg.Mureș /47/, tratează acest aspect al problemei, din păcate unilateral, dar îi subliniem valoarea în sine, ca un caz de excepție în studiul acestui domeniu din construcția viorii. Este notabilă și străduința lui dr.Traian Fenciuo- tot prin teza "Studiul rezonanțelor principale ale viorii montate de calitate superioară",Universitatea Timișoara,1980.

Cap.III. PROCESUL TEHNOLOGIC DIN ȘTIINȚA CONSTRUCȚIEI
VIORII PERFECTE, ÎN CILINDRUL LOGICII PROBABILITĂȚII

III.1. Teoria procesului tehnologic cu mici dezvoltări utile.

În acest capitol prezentăm cele șapte propoziții, notate de la A la G, independente și consistente, adică șapte propoziții în sistem, însoțite de scurte dezvoltări utile. Aceste propoziții le-am obținut în testarea propozițiilor din teorie inițială în cercetare, cu propozițiile adevărate din experiența de atelier și laborator.

A. Materialul lemnos folosit în construcția plăcilor viorii trebuie să aibă o rezistență mare la încoviere în lungul fibrelor, respectiv în lungimea viorii și una convenabilă transversal, datorită anisotropiei de structură a solidului făcându-l de neprețuit pentru ruperea plăcii de față a cutiei de rezonanță.

Leante rare de peltin nu are condiții deosebite și s-a fost înlocuită uneori cu selcia, plopul sau pârul, pentru ce să fie folosit chiar și tăiat transversal.

B. Pâmul, solid sau peltin, trebuie tăiat din pădure într-o perioadă de maximă hiperdare, pentru ce variațiile de umiditate și temperatură să nu modifice în modurile calitățile fizico-mecanice inițiale ale structurii deformată elastic, sub tensiunea axială și cea transversală.

Tăierea penilor într-o anumită perioadă de iarnă calendaristică, așa cum prescriu normele generale, nu este corectă în cazul lemnului de rezonanță, fiindcă în zona geografică a Alpilor și a Carpaților iernile nu sînt constant prea grele și temperaturile variază mult de la o lună la alta și de la noapte la zi. Toșnele scurte și umede fac fierțis tare prea subțire, sau 5% din proporția volumică, pentru ce primăverile timpurii să fie urmate de veri lungi și umede care fac lemnul de vară dominant și spongios. /5,22, 24,25,32,39,47/.

Anatomic, structura molidului este deosebit de complexă, elementele constitutive avînd dimensiuni variabile și formînd un material necanogen. /47/ De exemplu :

- lungimea trahaidelor între 1100 și 6000 microni,
- lățimea trahaidelor între 21 și 40 de microni.

Proporție volumică în % a unor elemente și formații anatomice ale molidului :

- trahaide între 93 și 95%
- reze medulare între 5 și 7%
- canale rezinilare între 0,2 și 0,3%.

Norme valabile pentru lemnul contemporan în construcții germane :

- calitatea I-a între 10 și 11 inele anuale/cm
- calitatea II-a între 6 și 8 inele anuale/cm.

Numărul de inele anuale la vîscera etalon în cercetare variază între 5 și 9, mai dense înspre linie de mijloc și din ce în ce mai rare spre marginea plăcii.

Pentru a ne convinge, măcar în linii mari de aceste stări în clima noastră, am făcut o observație experimentală pe un nuc. În anul 1983, noaptea 26, temperatura din timpul nopții era de -5°C , pentru ce la ore 11 să avem $+3^{\circ}\text{C}$ și pe scoarța pomului, la seara, să avem $+18^{\circ}\text{C}$. Din toamnă am tăiat 10 crenguțe din partea de jos a coroanei, 5 dinapre sud și 5 dinapre nord. În dimineața aceastei zile observ pe pămîntul de sub pra 5 grămăjoare de ghiță, ușor de conservat pe terenul năcat, fără săpădă și curat. Aceste grămăjoare erau picăturile de sevă ce s-au înghețat formînd coloane, similar cu stăleștilele. Stăleștilele nu s-au format din cauza temperaturii sevei, frecvența scurgerii era de o picătură la 7 secunde și fenomenul s-a durat o oră și douăzeci și cinci de minute, adică de la 11,00 la 12,25. Fenomenul s-a repetat prin luna decembrie, fără să-l mai notăm, mulțumindu-ne cu această informație suficient de explicită. Experimentul era prea multe scăderi pentru a deveni argument și fig.17.a și 17.b prezintă secvențe din acest fenomen, din care mai notăm, poate cel mai important detaliu : "picurarea de sevă a aparținut numai crengilor din partea sudică".

Mășterii din grupul de sur se deplasau personal sau aveau reprezentanți de mare încredere pentru ce tăierea copacilor aleși și însemnați din timp să fie făcută numai într-o perioadă de ger năpraznic, rece, în zori sau în zile fără soare.

3. Pentru păstrerea calităților fizico-mecanice ale lemnului de instrumente în limite constante, după ce a fost tăiat, depozitat și uscat corect, construirea unei generații dintr-un pom

este soluția optimă în dimensionarea plăcilor. Plecând de la un

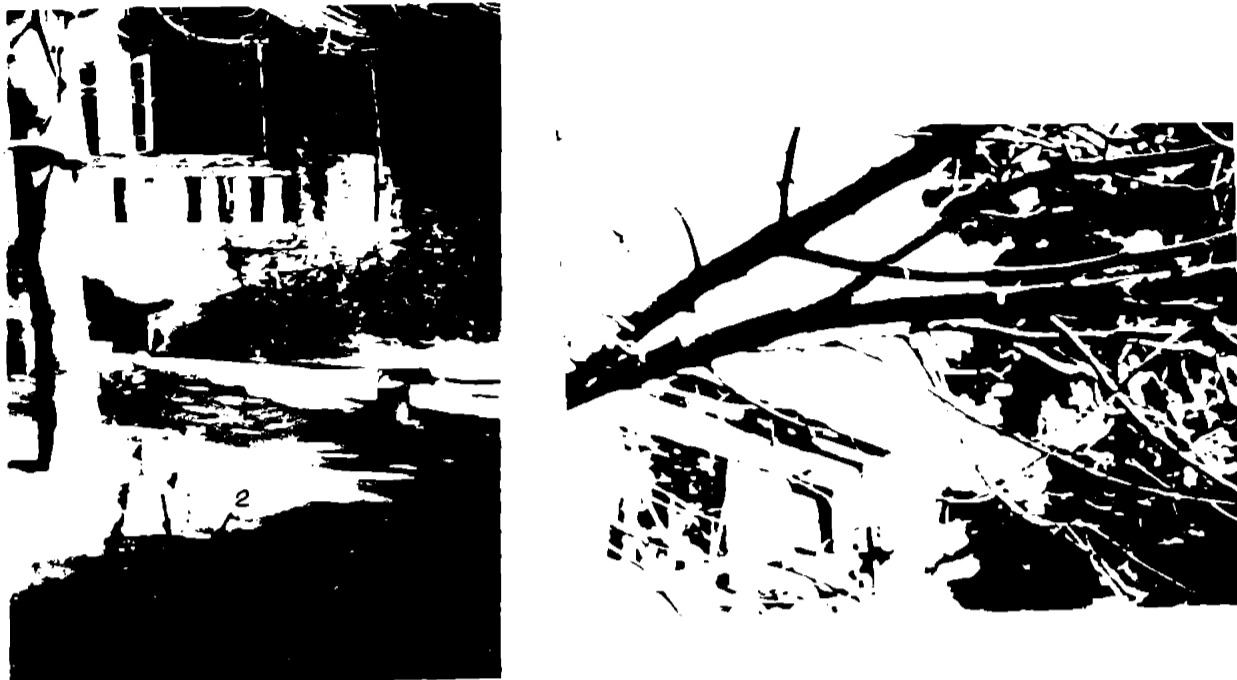


Fig. 17.a și 17.b. Ieșirea din hibernare în plină iarnă.
a - 5 steleșite și ambianțe experimentului ;
b - rămășițul din care s-au tăiat cele cinci crengi din
partea sudică.

prototip de testare și continuând cu dimensionări cu eroare în ex-
ces sau lipsă, se ajunge la un acord optim de dimensiuni între
plăci, care corespunde condițiilor de echilibrare a solicitărilor
statice din pretenționarea axială și din cea transversală, astfel
încât procesele cinetice să se desfășoare convenabil pentru obți-
nerea performanței sonore perfecte.

2. Volumul interior al cutiei de rezonanță fiind deter-
minat de forma conturului și de boltirea plăcilor, acestea trebuie
menținute constante pe generația de instrumente.

Lupă Greilhammer /19/, volumul interior al vioarei are aprox.
1920 cm³ și este prin prize și cea mai puternică frecvență proprie
de rezonanță, un vârf în diagrame de răspuns a multor vioari, ală-
turi de vârful frecvenței cutiei de rezonanță. Criteriul carocelor
de răspuns este mult utilizat de cercetători și unii îl consideră
argument suficient de complet și pentru a desluși și clasifica,
calitativ și performanța sonoră. Noi nu ne-am convins de acest
lucru și dacă am folosit și acest fel de informație, a fost doar
ca detaliu, printre alte detalii la obiect, fără a-l putea folosi
drept criteriu de judecată în construcția perfectă și sonoritatea
specifică de căutat.

Orte diagramele de răspuns a volumului din fig. 18.a, 18.b
și 18.c, reprezintă răspunsuri de la trei vioari de mărire uierit-
ă și se observă mai multe vârfuri ca frecvențe proprii de rezo-
nanță. De altfel, toate instrumentele din familia vioarei au forțe

curbei de răspuns asemănătoare, cu un maxim în dreptul frecvenței principale, frecvență care nu are nici-o legătură cu frecvența de acordaj a coardei a treia, - Be - în cazul vierii.

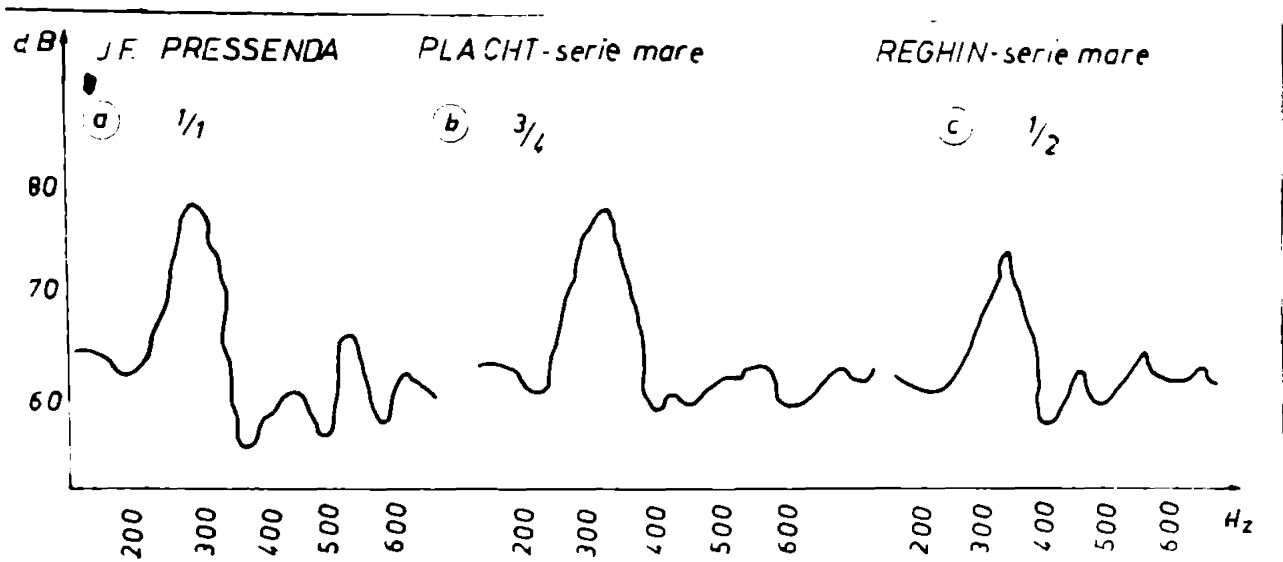


Fig.18. Diagrame de răspuns a volumului interior al vierii. a) Vioară 1/1 - Pressenda ; b) Vioară 3/4 - fabricată german de serie mare ; c) Vioară 1/2 - Reghin - de serie mare.

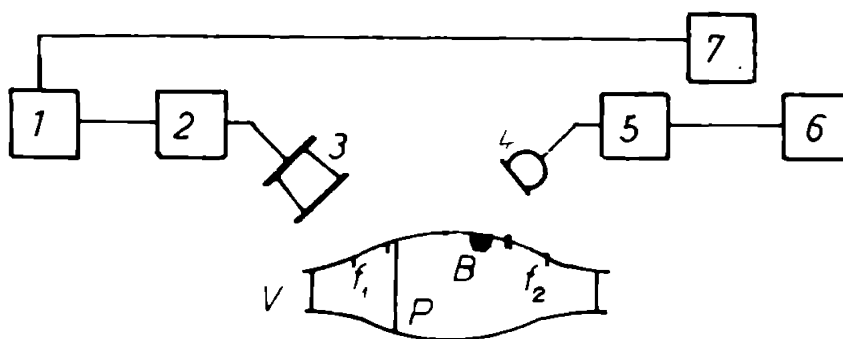


Fig.18.c. Schema instalației pentru ridicarea diagramei de răspuns a volumului. Aparatură electronică folosită spre în bibliografie la punctul /25/

1. Generator de audio-frecvență
2. Amplificator de microfon
3. Difuzor 8"
4. Microfon condensator
5. Amplificator de microfon
6. Inregistrator de nivel
7. Frecvențmetru electronic
- V. Vioara
- f_1 . Reul receptor - f_2 . Reul radient.

Rolul volumului nu este hotărâtor în sensul frecvențelor lui proprii de rezonanță, relevate în diagramele de răspuns, capabile să

modifice mai mult sau mai puțin diagrame de răspuns a viozii în stare de funcțiune. Forma colților modifică însă nuanțe farmecului italian și viozile lui Nicolo Amati, Steiner și Teccler sînt argumente de care trebuie să ținem cont atunci cînd judecăm valoarea unui sunet sau cînd proiectăm o construcție nouă.

Plăcile cutiei de rezonanță viozează ca dipoli, ceea ce înseamnă că volumul nu poate fi considerat numai ca un rezonator Helmholtz, la care pereții sînt rigizi, așa cum este analizat acest volum. Mișcile de unde din interiorul cutiei de rezonanță se mișcă în anumite condiții determinate. Aceste condiții sînt extrem de complicate fiindcă în propagarea lor ele se reflectă de pereți în vibrație, cu forme boltită ce focalizează propagarea înspre feuri. Dacă feurile sînt închise, intensitatea sonoră scade pe tot registrul viozii. Forma lor este tipică pentru fiecare mare meștru, conform fig.19.

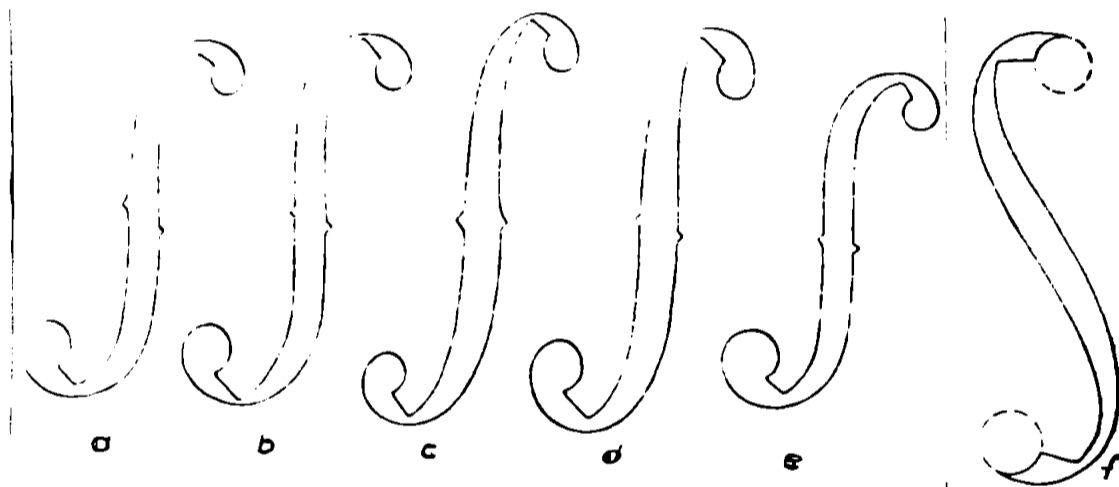


Fig.19. Feuri tipice marilor meștri.
a - N.Amati, b - Stradivari, c - Maginnai,
d - Guarnieri del Gesù, e - Steiner.
f - șablon Stradivari.

Volumul de aer al instrumentelor din familia viozii își are principala lui frecvență proprie de rezonanță, precum urmează ; contrabasul - cca 140 Hz ; violoncelul - cca 200 Hz ; viola - cca 250 Hz ; vioara - cca 290 Hz ; vioara 3/4 - cca 320 Hz ; vioara 1/2 - cca 345 Hz și vioara 1/4 - cca 360 Hz. Numai vioara 1/1 are frecvență proprie principală, aproximativ egală cu frecvența corzii a treia - Re II ; și mult prea mult a fost discutată această coincidență între dimensiunile acestei viozii, potrivite doar taliei violonistului adult.

În concluzie, aerul volumului este accelerat și viozează într-un sens sau în altul, iar energie potențială își are sediul în spațiul de aer comprimat sau dilatat, în orice caz și în mișcările pereților viozii.

E. Cutia de rezonanță trebuie pretenționată și transversal în zona cutucilor de colț de la capătul de jos al ferșilor. Scopul pretenționării este optimizarea relațiilor de vibrație dintre coardă, căluș și cutia de rezonanță.

În descrierea din cap.II.3.3, am arătat motivele soluției descoperite de noi, cu argumentație în primele descrieri publică a schițelor lui Stradivari, până acum încă neînțelese. Cutucii de colț au o funcție importantă în transmiterea efortului de pretenționare prin porțiunile de aderență la contur în colțurile plăcilor. Prin cutucii de colț, de formă și dimensiuni adoptate se realizează deci momentele necesare transmiterii și amplificării acestui efort.

F. Lacul folosit trebuie să fie moale, de preferință cu creoluri (ca și tablourile vechi), și să fie pus pe un grund, cu rostul de a împiedeca pătrunderea lacului în lemn. Grundul este deci o peliculă independentă, insolubilă în solvenții lacului.

Lacul este structura finală a cutiei de rezonanță, cea care transmite și care transformă vibrațiile mecanice în unde sonore, păstrând sau nu, toate caracteristicile de valoare deosebită sau doar convenționale, determinate de un anumit proces tehnologic.

G. Structura, forma și dimensiunile călușului sînt dependente de calitățile elastice ale cutiei de rezonanță.

Aportul de energie a vibrațiilor înspre cutia de rezonanță are loc în punctele de sprijin ale corzilor pe căluș și cedarea ei în cele două piciorușe. Fiindcă în funcția călușului este și transport de putere, acesta nu poate avea loc fără mișcare, care depinde de elasticitatea călușului și de reacțiunile corpului viozii. Punerea în vibrație întreținută a corzii, presupune prezența de forțe și viteze transversale în punctul de sprijin, care trebuie transmise printr-o pereche de forțe orientate perpendicular pe fața cutiei.

Cele șapte propoziții formează un sistem logic de propoziții deductive realizabil, pentru că propozițiile sînt independente, noncontradictorii și suficient de complete. Modelele realizate prin restaurare confirmă suficiența teoriei și inițiază deci un început real de istorie științei construcției viozii perfecte, după cinci secole de la inițierea ei de către titani ca : Leonardo De Vinci, Michelangelo, Andrea Amati, Gaspare De Salo și poate încă alți mari necunoscuți.

Cap. IV. PIEICA VIORII

IV.1. Sistemul vibrator ; coardă, căluș și cutie de rezonanță.

Viora este un emițător de sunete, la care patru coarde întinse între corder și chei, sprijinindu-se pe căluș și pe cele două prăguse, vibrează forțat și întreținut datorită frecării cu arcușul, emițând sunete complexe cu multe armonice superioare.

Capacitatea de a emite sunete depinde în primul rând de dimensiunile suprafeței corpului emițător, raportat la registrul lui de frecvențe, respectiv la lungimile lor de undă. Corzile în vibrație emit numai o cantitate neglijabilă de energie sonoră, deoarece grosimea lor este mică în raport cu lungimile de undă, chiar și pentru cele mai înalte sunete generate de ele. Emisia sunetului vioarei se produce numai fiindcă coardele transmit în special prin căluș oscilațiile lor cutiei de rezonanță, care împreună cu aerul din ea reprezintă sursa sonoră proprie zisă.

Faptul că acest mod de a cânta la un instrument, cunoscut de câteva mii de ani și chiar perfect realizat prin familia vioarei acum 500 de ani, nu a fost complet studiat este o curiozitate, care se explică mai ales prin faptul că a fost tratat ca problemă de mecanică și acustică clasică, cercetări care se termină cu cele ale lui Helmholtz /14/. Noi rezultate se pot aștepta folosind doar aparatul electronic și deci știința electroacusticii în plină dezvoltare. Interesul pentru această problemă a găsit cercetători, făcându-se multe completări în cunoștințele din domeniile : vibrație corzilor frecate cu arcușul ; călușul ca transformator de putere acustică ; cutie de rezonanță în vibrație, studiată prin interferențe holografică, premiul Nobel pe 1973 ; diagrame de răspuns pe tot registrul median al instrumentelor din familia vioarei ; analize spectrale ; diagrame de directivitate polară ; etc. Totuși, au rămas mai multe necunoscute decât cunoscute. Cercetarea noastră, folosindu-se și de aceste noi cercetări, pătrunde deliberat în tehnologia de construcție, creind o bază, pe cât posibil mai aproape de realitatea fenomenologică legată de această complexitate, numită vioră.

Efectul sonor al vioarelor din grupul de sax este o realitate estetică, determinată cu un sax musical evoluat și definește dintr-odată grupul și numai grupul care are știința completă, deci, "Causa" esențială de a crea repetitiv acest efect sonor, sunetul italian. Toate cercetările analizează sau compară sunete pretinse Stradivari, Guarneri, Amati sau un alt meșter din grup, în funcție

INSTITUTUL
TIINTEI

de disponibilitățile de instrument etalon. Cauzele și efectul sînt domenii aparte, totuși domenii interdependente. Analizele noastre de sunet și tot ce ține de emisia sonoră, rămîn în observație, fără capacitate de clasificare a calității. Urechile evoluate și estetica artistului despre sunetul vioarei, sînt criteriile de apreciere și judecată, adevăruri subiective, care au creșt secretul vioarei perfecte și deci știința completă.

Revenind la fizica vioarei este necesară și precizarea că prin divizarea acestui capitol în două subcapitole, IV.1 - sistemul vibrator și IV.2 - emisia sonoră, considerăm totuși vioara o unitate, cu părțile componente funcționînd interdependent și influențîndu-se reciproc, excepție făcînd doar emisia sonoră. Tratăm cursiv totuși construcția, căutînd să ne prezentăm în special concepțiile despre fenomenele și procesele fizice de observat și pe cît posibil și de măsurat, în funcție de aparatură disponibilă, într-un institut nespecializat în acustica domeniului auditiv.

IV.1.1. Vibrația corzii frecată cu arcușul a fost examinată de un secol de timpuriuri lui Helmholtz /14/, întîi experimental și apoi pe plan teoretic. El a putut deduce și descifra cinematica acestei mișcări numai din figurile Liasejous, pe care le-a observat printr-un microscop orientat spre un punct marcat al corzii și care vibrează în același plan cu planul de vibrație al corzii. Astăzi, amplificarea electronică rezolvă problema mult mai simplu, coarda metalică fiind conductor electric cu punctul marcat plasat într-un câmp magnetic (fig.21). Coarda acționează ca un microfon electro-dinamic, inducîndu-se în ea o tensiune proporțională cu viteza, care la rîndul ei poate fi integrată electric, astfel încît pe osciloscop apare vibrația punctului de coardă respectiv. Punererea în vibrație a corzii s-a făcut cu un arcuș mecanic de concepție originală (fig.20), care condiționează constanta vitezei și a presiunii

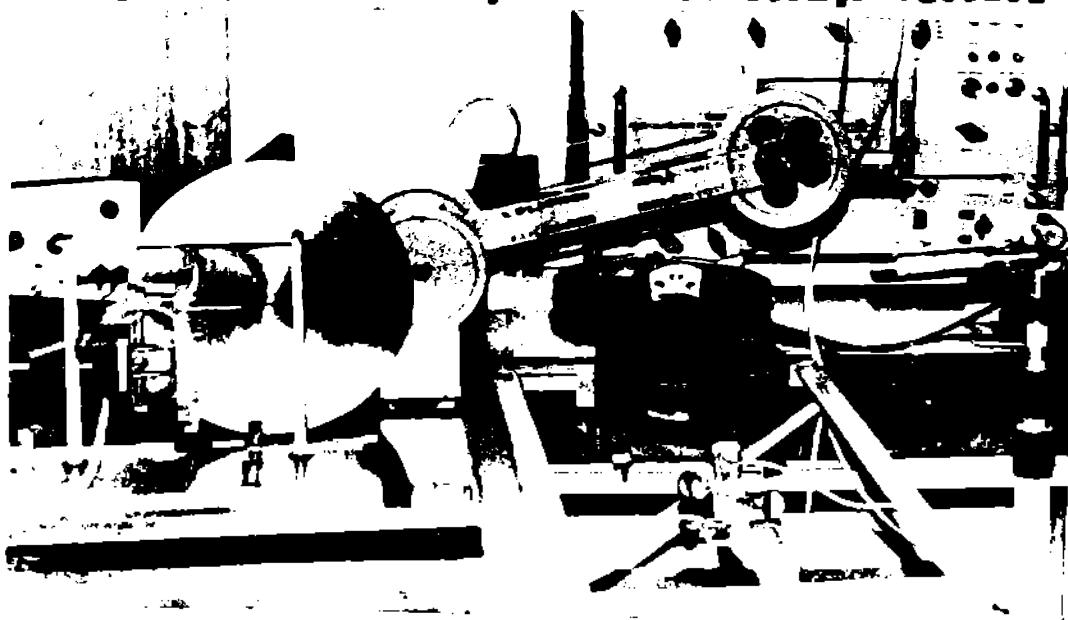


Fig.20.
Arcușul
mecanic.

nii pe coardă. Firul de nylon cu \varnothing 0,2 mm este înfășurat de 40-50 ori, creându-se condiții de frecare apropiate cu cele realizate de arcușul manual cu păr de cal.

Fig.21 reproduce forma în dinți de ferăstrău, redată încă de Helmholtz. Pentele mici corespund duratei de tragere sau împingere a corsii, iar pentele mari, scăpărilor de revenire la poziția de acordaj.

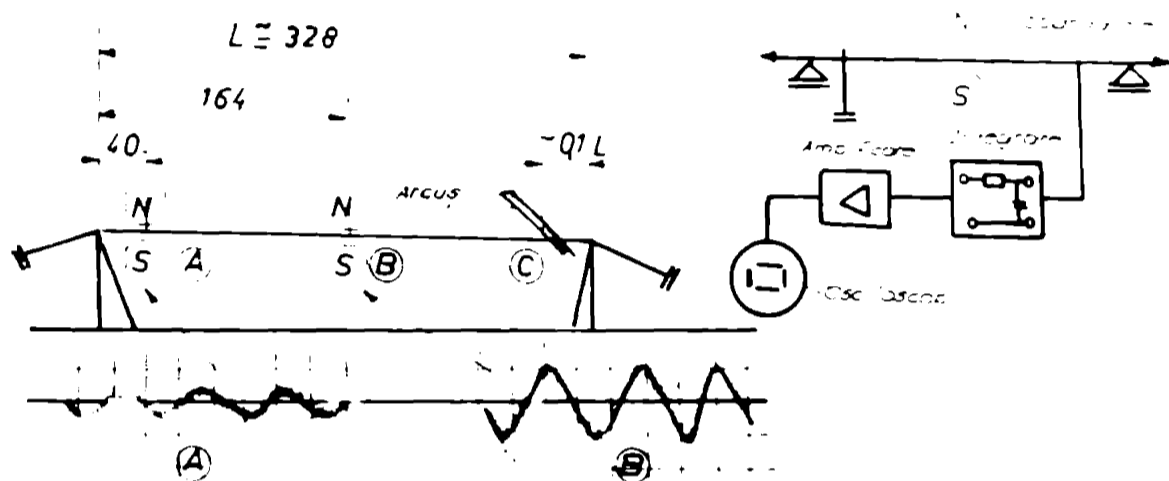


Fig.21. Viorația corzii în dinți de ferăstrău.

Deși enim amplitudinea tuturor punctelor de pe coardă atunci se coține o curbă înfășurătoare în formă de parabolă, în interiorul căreia se află un triunghi avind unghiul periferic constant. Acest fel de reprezentare a viorației corzii poartă numele lui Helmholtz, care a și arătat că este o viorație liberă cu punctul de staie în apropiere de căluș. Remarcăm că Helmholtz a notat și prezența unor mișcări mai complicate, dar le-a considerat ca generatoare de sunete urite și deci neglijabile, dar că pot fi tratate tot ca viorații libere.

Complexitatea fenomenului este însă mult mai mare și merită un studiu mai atent, în care să se analizeze, de pildă și rolul torsionării cordei în timpul deplasării ei laterale din frecarea cu arcușul. Torsionarea a putut fi pusă în evidență montind o oglinjoară pe coardă, situație care permite a reconsidera mecanismul de tragere-scăpare și împingere-scăpare, așa cum se interpretează din totdeauna prin forma dinților de ferăstrău, respectiv diferența de pantă dintre laturile fiecărui dinte. Coarda este deci deplasată, dar și torsionată, iar scăpările sînt douăte și de o variație a unghiului de torsionare, frecarea fiind mai mult

asa mai puțin uscată, deoarece sacul are punctul de vâscozitate foarte scăzut, între 40 și 50°C. În condițiile de frecare și viteză, raportate la forma suprafețelor ce se freacă, putem aprecia că aceste temperaturi sînt atinse cu certitudine. Rostogolirea cu o astfel de frecare, roată fiind coarda ce se rostogolește pe o suprafață formată din cîteva zeci de fire și nu o pînă plată, devine o mișcare foarte complicată. În cazul arcușului real, coarda este frecată de cîteva zeci de fire, pe o lățime de cîteva milimetri. Cei vechi foloseau pentru arcușele de mare viteză, păr de cal din coșă și nu numai din coadă, fiindcă este mai subțire și calitatea sunetului este superioară. Față de posibilitățile actuale de obținere a părului de cal alb din coșă cailor din rasa Lipitan, soluția veche are un caracter teoretic. Înlocuitorii din fir de nylon, disponibili în comerț sînt folosibili, sub rezerva grosimii prea mari și a slabei rezistențe la uzura prin frecare.

Pentru prezenta cercetare, studiul vibrației corzii nu este fundamental, cu testă tentativă determinată de idei noi în metoda de cercetare, ca și de aparatură disponibilă. Vibrația corzii ne interesează, mai ales, în măsura în care : variația lungimii, grosimea și materialul din care este confecționată, pot influența vibrația cutiei de rezonanță, ca și interdependența între cutie, căluș și coardă. Altfel spus, efectul sonor optim depinde și de aceste condiții de formă, dimensiuni și structură a corzii în vibrație. Mai mult : tensionarea părului, numărul firelor în arcuș, numai 80 fire la Tourte /21/, creșterea arcușului modern și perfect, față de 150 la arcușul modern. Forma și calitatea lemnului baghetei, sînt parametri de calitate pentru obținerea unei tehnici și a unui sunet calitativ mai perfecționat. Costul unui astfel de arcuș Tourte și a elevilor lui, se ridică la valoarea unui instrument din grupul de sur, iar un arcuș modern semnat de școala franceză din Mirecourt, atinge \$ 4000.

Notăm cu : A_{max} - amplitudinea maximă a vibrației, V_{arc} - viteza de lucru a arcușului, D - distanța de la căluș a punctului de frecare a corzii.

Relația dintre aceste trei date ale procesului este dată de expresia :

$$A_{max} \sim \frac{V_{arc}}{D}$$

altfel spus, amplitudinea maximă a unei vibrații depinde direct de viteza de lucru a arcușului și indirect de distanța de la căluș a frecării cu arcușul. Cei ce propun această relație /10/, mai susțin că valoarea ei este demonstrată și de faptul că instrumentiștii stecă coarda mai aproape de căluș, la forte și mai înapoi

limea, la piano. In realitate, atacul corsii se face normal și optim la aproximativ o secime din lungimea corzii, pentru ca numai intenții speciale de a obține efecte deosebite (lăntărescul enescian, flautando, etc.), să determine o schimbare deliberată a punctului de fracere. Pentru obținerea de intensități anumite, folosirea metodică a variației vitezei de lucru a arcașului este practic necunoscută și este înlocuită eronat cu variații de presiune, respectiv de apăsare a arcașului pe coardă. Experimente făcute cu violoniști cu virtuozitate tehnică a arcașului recunoscută, dovedesc că în fața unui scriitor cu înregistrare autentică a intensităților, nu este posibilă o emisie constantă, oricât de simplă ar fi problema de dinamică pe un pasaj violonistic.

Deocă expresia de corelare a amplitudinii cu viteză și cu distanța de atac de la câlnaș este discutabilă în forma propusă, considerăm mai reală o corelație cu $D = \text{const.} = 0,1.L$, unde L este lungimea corzii între prăgusașul mic și câlnaș.

Taylor /8/ stabilește în 1713 că frecvența unei corzi poate fi calculată cu ajutorul relației :

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F}{\rho}} \text{ Hz}$$

În această expresie f = frecvența în Hz, $n = 1,2,3$, etc., L = lungimea corzii în metri, F = forța de întindere a corzii în N și ρ = greutatea corzii în kg/ml. Având la dispoziție metode electronice perfecționate și foarte simple, pentru măsurarea frecvenței unei corde, ne am fost obligati să verificăm valabilitatea acestei relații. Remarcăm totuși că în cazul nostru, corda frecată este deformată în lungimea dintre punctele de aprijin, prăgusaș și câlnaș, deci F și L sînt variabile. Oricît de mică ar fi variația acestor valori, frecvența variază între anumite limite și avem deci o bandă de frecvențe, care pune în discuție valoarea acestei expresii în cazul corzii frecate.

Corde vibrată prin frecare cu arcașul a fost mult studiată și teoria cinematică a lui Helmholtz a fost extinsă de mulți cercetători, printre care : C.V.Roman /16/, L.Kremer /16/, F.A. Saunders /38/, C.H.Hutchins /17/, totuși, teoria corzii vibrante prin frecare cu arcașul are nevoie de substanțiale completări pentru a deveni suficientă și ca teorie dinamică.

IV .1.2. Câlnașul și funcția lui în sistemul nostru este o problemă deosebit de apăsătoare, chiar și sub lumina ultimelor cercetări. El este elementul care preia energia vibrației de la coardă și o transmite cutiei de rezonanță, transmitere care se face

și cu o remarcabilă simplificare. Complicația cea mai mare vine de la faptul că în mișcările călușului intervine reacțiunea cutiei de rezonanță în vibrație, motiv pentru care, așa cum am precizat la început, călușul poate fi tratat ca parte comună a cutiei de rezonanță.

În teoria noastră, călușul apare în propoziția G, prin care se precizează că : forma, dimensiunile și structura lui sînt condiționate de parametrii de stare a cutiei de rezonanță.

Stradivari și-a comunicat concepția despre funcția călușului în sculptura uneia din fețele călușului din Cvintetul Tescan al violei tenor, prezentat în fig.25. Cei doi stleți se amintesc de puternicul Atlas, care ține pe umăr, de astă dată nu pămîntul, ci o cobiliță, similară cu cea oltenescă, în capetei căreia se sprijină cîte o coardă. El poartă sarcina fără rigiditate în poziția corpului, ei încordat elastic, în vîrfurile picioarelor ce un băle- rin, cu o mînă sprijinită în apropiere de centrul mecanic al că- lușului, aproape simetric în oglindă, cu cel ce poartă celelalte două corzi. Interpretarea compoziției ne aparține și este stît de convingătoare încît am introdus-o, în mod deliberat și în acest capitol de fizică a vioii.

În continuare, dezvoltăm problematica funcției călușului, cu o atenție deosebită în a ne încadra și în efortul comun tuturor cercetătorilor în propunerea unui model simplu și convingător.

Aportul de energie sonoră are loc în punctul de sprijin al corzilor, iar cedarea și reprimirea de energie prin cele două pi- ciorușe, care se sprijină pe cutia de rezonanță în planul centru- lui mecanic al feței, adică în dreptul creștăturilor ce indică mijlocul feurilor.

Notăm cu : $\pm F_0$ - forțe transversale a corzii în punctul de sprijin al corzii, paralele cu planul de mers al arcușului ;
- V_0 - viteza corzii ; - F_1, F_2, V_1, V_2 - componentele forțelor și ale vitezelor din piciorușele călușului.

Repartizarea acestora, cu și aproximative lor orientare, apa- re în fig.22, folosită în cercetările conduse de L. Lamer /16/. Observăm reducerea la o singură coardă a solicitărilor, plasată ideal, în mijlocul călușului. Se presupune că F_0 este orientată paralel cu planul de îmbinare al plăcilor și că F_1 și F_2 devin perpendiculare pe acest plan, avînd sensuri opuse și fiind aproape egale. Se face abstracție de accelerațiile verticale ale masei călușului și se precizează că ne găsim pe porțiunea inferioară a registrului vioii, avînd lungimile de undă mai mari decît distan-

ța dintre piciorușe. Pe scurt, în concepția acestor cercetări, funcția călușului s-ar reduce în principal, la transformarea componentei transversale F_0 în componentele verticale F_1 și F_2 ,

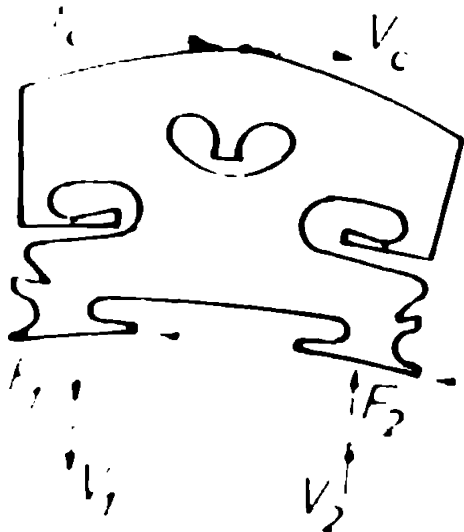


Fig.22. Schemă simplificată pentru căluș modern /14/.

perpendiculare pe fața cutiei sau respectiv, a planului de înbinare a plăcilor. Această idealizare este prea mult simplificată și duce implicit la erori, prin excluderea componentelor verticale din punctele de sprijin. Aceste componente dominante, care împreună cu $+F_0$ sau cu $-F_0$ (în

funcție de direcție de mers a arcușului), ne dă o componentă foarte apropiată de verticală, în funcție de raportul de mărimi al celor două forțe, diferite pentru fiecare coordă și pentru dinamică determinată de viteză arcușului.

În fig.23 propunem un căluș cu o schemă de repartizare mai apropiată de realitate a forțelor și a vitezelor, pentru ce în figura 24 să reproducem două modele ale aceluiași cercetări, foarte evident pe schemele din fig.22 /B/.

Înainte de a trece la o discuție a acestor modele este necesară o completare. Sub piciorul sting al călușului avem o grindă, bare de rezonanță, iar sub celălalt este popul, elemente ce strică simetria aparentă a călușului și complică serios testă interpretarea fenomenului fizic înscris în funcția călușului. Motivarea prezentei barei și a popului ține deci și de funcția călușului, așa cum s-a precizat în cap.II.3.6.

Pentru o anumită simplificare în reprezentare și în calcule, cercetători și acestui domeniu folosesc termenul de "impedanță", el fiind, de pildă, pentru "impedanța de intrare a călușului", raportul dintre forțe și viteză transversală, adică F_0 / V_0 . Având în vedere funcțiile barei și ale popului, discutate mai sus, "impedanțele de ieșire sau de încărcare" sub cele două piciorușe ale călușului sînt evident diferite, în ciuda faptului că forțele

sunt presupuse egale și vitezele diferite. Testă dezvoltarea ideilor devine discutabilă, mai ales că și sensul termenului de impedanță este greu de priceput, întrebare pe care și-o pune chiar și L. Greiner /14/.

Referențele de modelare a călășului au dus și la soluțiile din fig. 24.a cu modelul electric, în circuit cu trei porți în limbajul din tehnica informațiilor, cu două cerce pe o parte și patru pe cealaltă parte. Între cele trei forțe și cele trei viteze

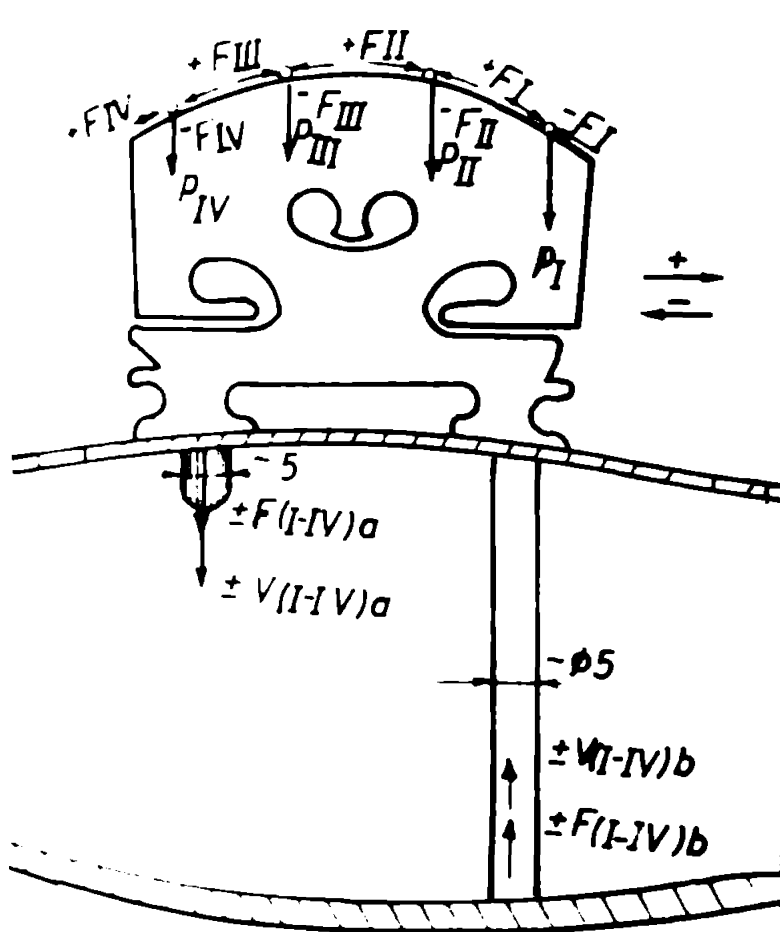


Fig.25. Schemă de căluș modern, completată.

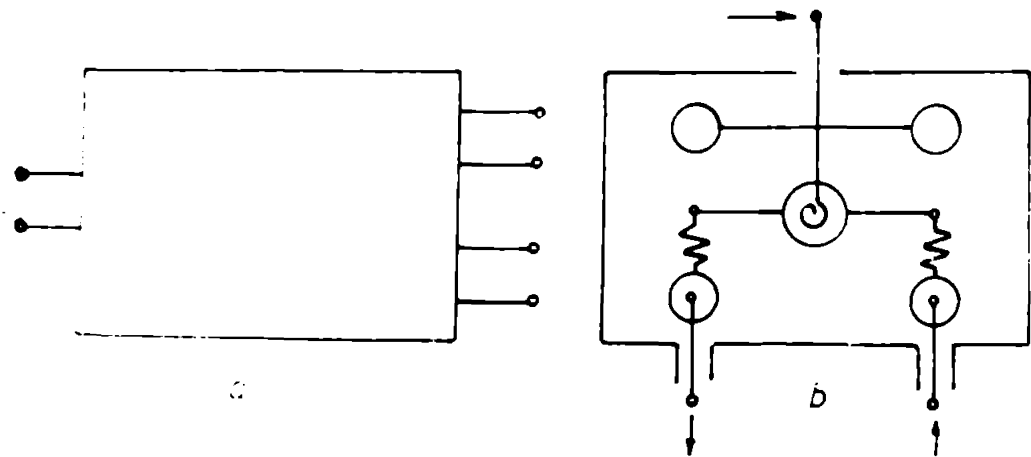


Fig.24. Modele pentru căluș.
a.- Model electric, circuit cu trei porți;
b.- Model mecanic.

se pot obține trei ecuații cu până la șase coeficienți diferiți. Aceștia pot fi determinați experimental prin măsurarea impedanței uneia din porți și făcând neglijabile mărimile de stare la celelalte porți. În cazul modelului electric, mărimile sînt tensiunea și curentul, iar stările se numesc "mers în gol" și "scurt circuit", iar în cazul modelării mecanice, mărimile sînt forța și viteza, iar stările sînt "mobilitate liberă" și "încăstrare rigidă". Modelul mecanic din fig.24.b, este conceput cu partea superioară a călușului separată de piciorușele lui printr-un sistem de arcuri, contorsionabil.

În fig.25 prezentăm un model străvechi, conceput de stradiveri, iar în fig.26, scheme cu repartizarea forțelor și a vitezelor.



Fig.25. Călușul toscan.

Făcînd o analiză comparativă a celor trei modele, înțelegînd prin model un concept structural despre care presupunem că are șanse minime de generalizare, găsim între ele și asemănări, dar mai ales deosebiri. Fără să mai facem un bilanț al acestora, analizăm modelul stradiveri, care în parte compoziție, respectiv călușul în două părți aproximativ simetrice. Această simetrie este în oglindă, legînd părțile static și dinamic, prin sprijinirea corpului ; încordat, înclinat și torsionat, într-o sîmă și în virful piciorușelor, încruciate și ele, pentru susținerea finetei mișcărilor de recepționat și de transmis. Dacă în capetele mobilităților și în ale piciorușelor călușului, stradiveri pune o spirală utilizată, ceea ce reprezintă semnificație de simbol pentru

elemente receptoare sau emițătoare de vibrații. Prin această similitudine ne putem îmbogăți argumentația că, sperând melcului la cutia chelilor de la capul vierii, de formă exactă cu cel din ure-

chea umană, nu are numai sensuri de gust, folosind o figurație antică-ionică sau mai veche, ci exprimă o corelație cu descoperirile din medicina renașterii, fiind prin disecții anatomice se precizează funcția lui în urechea noastră, ca element de recepție și transmitere spre creier a informațiilor auditive.

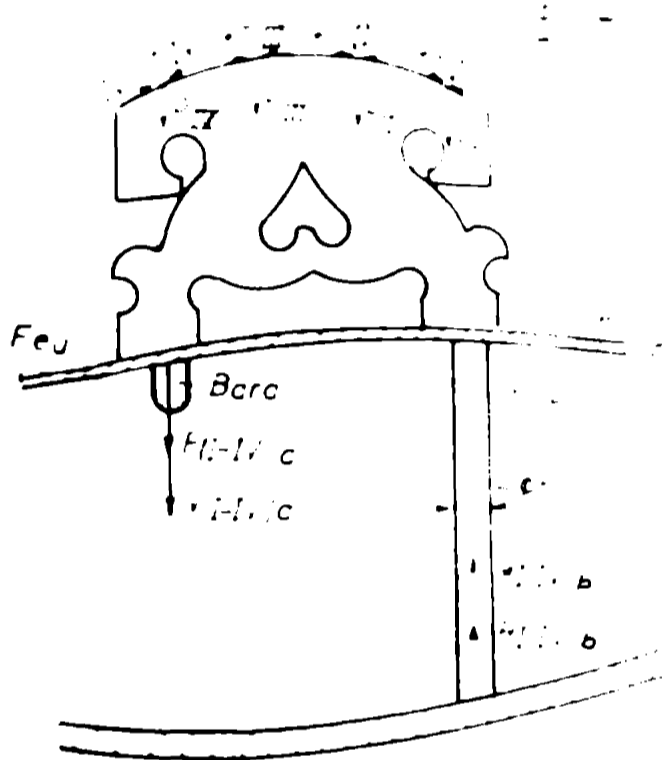


Fig. 26. Scheme for forces and velocities, of the ear ossicles, according to Stradivari.

și cobilițe, sprijinite la mijloc, pe osul în principal și susținute stent și sensibil cu o mină, pentru a putea transmite mai fidel prin ceaaltă mină și prin virful picioarelor, vibrații deosebit de complicate în sine.

La nivelul inimii, cele două scobituri laterale ale călușului scot în consolă extremitățile celor două cobilițe.

Forma călușului, cu golurile din pleca primară, ce nu au, după cum se crede în general - rostul de a fi; - un mod de a-i ușura greutatea, sau cu -"acțiuni de filtrare", exprimat în limbajul de transmitere informații. Prima funcție este evident greșită și nici nu se poate discuta, iar funcția de filtru ar trebui clarificată, deoarece argumentul adus de cercetător, precum că instrumentul își achină randamentul în amplificare atunci când se pune surdina, este contrazis de faptul că se pot obține surdinări și fără a ne stinge de căluș. Montarea unui simplu pieptene în dosul călușului

la cifre milimetri de el, produce un efect neașteptat, cărui nu-i putem da o explicație prea clară și completă. În orice caz, sardine se acționează prin greutate, ca și pieptenul de altfel, și rigidizează toată masa superioară a călușului (coșurile lui Stradivari), prin fixarea ei în cele trei cleme-dinți ai sardinei, sau prin componentele de încovoiere a acestei mase, determinate de stringerea corzilor de către cei șase dinți ai pieptenului, în contact cu corzile.

Modelul lui Stradivari ne dă o schematizare mai corectă și se apropie mai mult de realitate, ținând seama de particularitățile principale ale funcției lui în rezolvarea optimă a proceselor statice și dinamice ca element activ de legătură între corzile în vibrație și cutia de rezonanță, respectiv, cutia de rezonanță în vibrație și corzi. Toate calculele încercate pe aceste modele, electrice sau mecanice, nu ne-au dat satisfacțiile obținute experimental, lovindu-ne de greutăți foarte mari în măsurarea exactă a forțelor și a vitezelor.

Pentru instrumentele de valoare distrugerea călușului, indiferent din ce motive, provoacă instrumentistului probleme serioase, probleme ce nu se pot rezolva decât cu ajutorul unui lutier experimentat. Noi copiem originalul și îl facem pe cel nou din câteva feluri de lemn, din pomi diferiți. Dacă nu reușim să obținem cu unul din ele decât un sunet apropiat de cel realizat cu călușul lui, atunci schizofrenia și locul popului, presupunând că și acesta din urmă a avut de suferit schizofrenii de poziție în momentul accidentului.

Diferențele dintre forme călușului toscan și toate tipurile de călușe spărate în ultimele două secole (de ordinul 10^2), sînt expresia cunoștințelor incomplete în știința construcției violii italiene. Figurația și simiozele, ca și forma și dimensionările lui Stradivari pot fi foarte bine interpretate și în scheme moderne, plasînd masele, forțele, vitezele sau orice alt parametru util, peste schema lui, propusă de noi în fig.26, traducînd astfel o autentică concepție a celei mai ilustre figuri din grupul de sur, într-un limbaj științific, gîsînd spre un model matematic în sensul revelațiilor științei în general.

Distanța dintre căluș și cordaj își are importanța ei și pentru coținerea unei anumite tensiunii a cutiei de rezonanță. Cordajul rămînd același, ouala de întindere de la outon este de lungime reglabilă cu ajutorul a două piulițe în capetele filetelor. Noi am folosit corzi Pirastro, din intestine (La, Re și Sol), practic înalt, violoniștii folosesc foarte multe feluri de corzi

și găsirea soluției optime pentru o anumită vioară sau alt instrument din familia ei, ține de știința acumulată de lutier. Mulți instrumentiști, în special cei din orchestrele simfonice, folosesc garnoburi de întindere adaptabile sau cordare metalice cu aceste garnoburi de reglare înglobate în corpul cordajului, soluții practice, care modifică uneori stările astfel, încât operațiile de reglare a tensionării devin subtilități ce țin tot de știința de lutier.

Am folosit corzile Pirastro, fiindcă numai cu astfel de corzi mai putem diminua tensionarea de acordaj la instrumente italiene, dimensionate la origine pentru corzi nemetalice, mai scurte cu cca 20 mm și cu un acordaj la orgă în jur de 416 Hz, pentru nota La. Calitatea corzilor și înălțimea acordajului au fost criteriile fundamentale în tensionarea corzilor, corelate cu lungimea lor, înclinarea gîtului, pre-tensionarea cutiei și în final, cu dimensionarea cutiei de rezonanță. La unele solicitări ale călușului și ale cutiei de rezonanță, majoritatea plăcilor de față au cedat, fisurându-se în lungul fiorelor și Stradivari a fost criticat că și-a subdimensionat plăcile, că berele sînt prea scurte, prea subțiri și călușelor le-a pleșnit inima. Prin lungirea gîtului, registrul viorii a cîștigat în întindere, dar vioara întregului grup de sur a suferit modificări fundamentale, uneori dramatice, în solicitări ale cutiei de rezonanță. Noua situație a inițiat încercările despre care eu mai vorbit pe parcurs, punându-se la dispoziție în cercetare o teorie convențională, sperant completă, dar insuficientă în condiționarea calității sonorităților obținute.

Acestea fiind spuse despre acordaj și căluș, trecem în continuare cutie de rezonanță, partea care conține în cea mai mare măsură problemele legate de știința marilor constructori de vioară cu o sonoritate excepțională.

IV.1.3 - Cutie de rezonanță. Conturul din fig.5, cu eclize de cca 1,2 mm grosime și cca 30 mm lățime β , înbreacă împreună cu fața și spatele, un volum de cca 1920 cm³, cu prima și principală lui frecvență proprie de rezonanță, apropiată de nota Re din octava I-a, adică aproximativ 290 Hz. Cele șase arce-eclize care formează conturul sînt îmbinate în cele patru colțuri, prin butucii de colț 5, iar în axa longitudinală a viorii, prin doi butucii mari 5.a, cel din față în care se montează tulpă gîtului și cel din spate, în care este fixat outhenul de agățare a nuclei de întindere 15. Plăcile sînt îmbinate pe contur prin încleiere și pentru mărirea suprafeței de îmbinare, pe tot conturul interior,

se montează, tot prin înclăiere, contraecclisole 4 în grosime de cca 2,5 mm și lățime de 5-8 mm, teșite înspre interior. (Fig.27).

Instrumentele din cinquecento aveau conturul cu eclisole îngropate într-un șanțuleț săpat în cofrajul feței și al spetelui, de adâncime 1,5 - 2 mm. Contraecclisolele erau mai jos cu 1,5 - 2 mm adică la o distanță potrivită cu adâncimea de îngropare, în așa fel, încât să contribuie la o îmbinare rigidă. Este verosimil că acest mod foarte complicat să fi dat ideea și soluția pretensiunii transverșale, soluție care desfășoară toată teoria noastră despre știința marilor constructori.

Fig.28 reprezintă modul de îmbinare cu eclisole îngropate, soluție care a fost părăsită foarte repede din cauze complicațiilor de montaj și mai ales de demontare a plăcilor la reparații. Începutul secolului XVII este momentul când se trece la



îmbinerea de as-tăși și se modifică în reparații,

Fig.27. Ansamblu văzut transversal prin cutia de rezonanță în dreptul butucului de colț inferior.

vechea soluție. Instrumente care să păstreze vechea îmbinare sînt foarte rare, la fel ca și instrumentele autentice din cinquecento.

Forma conturului ca și dimensiunile cutiei au o anumită evoluție și deci un anumit început, pe care l-am plasat în cinquecento, când Michelangelo colaborînd cu Andrea Amati și cu Gaspare de Salo, perfecționează soluțiile de osă din sperința violii prin modificarea lirei de Braccio, de către Leonardo da Vinci. Ideea are multe șanse de a fi verosimilă și în lipsa unei alte scheme, iateric mai complete, vom continua să ne bazăm pe ea, în măsura în care o cer nevoile cercetării.

Așa dar, Leonardo da Vinci modifică lira de Braccio, reducînd întii numărul corzilor la șase, instrument pictat de Perugino, coleg de ucenicie în atelierul lui Verocchio și ceva mai târziu, în 1682, îl facintă și pe Mforze Maurul, cu o două modificare cu patru

corzi, cap de oală și sunetul argintiu /23/. Urmează decăderea mi-

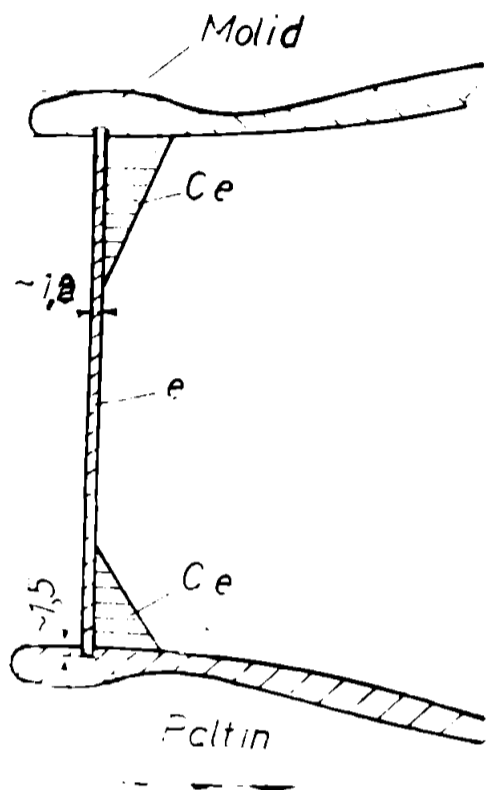


Fig. 28. Mod de îmbinare în sec.
XVI a plăcilor pe contur.

literă a Italiei și Leonardo pleacă din Milano, chemat de Francisc I în Franța victorioasă și deci bogată, cu formații mari orchestrale, pentru care se comandă instrumente, în special de la atelierelor celeore din Cremona și Brescia. Pentru atingerea unor condiții competitive în concurența din toate timpurile, execuția perfectă în formă și frumusețe a lemnului și a lacului necesară să fie realizată de mulți lucrători francezi, germani, polonezi sau chiar italieni, spre deosebire de calitatea sonoră a instrumentelor cremoneze sau bresciene. Pentru secole de experiență, confirmă îndoielile acest plus de valoare, spre glorie acestui grup de constructori de excepție.

Instrumentul realizat de Leonardo a găsit deci aplicație în orchestrele franceze și Michelangelo îl perfecționează, desăvârșindu-l și în formă, folosind reguli geometrice din practica sa curentă în arhitectură (fig. 29).

Plecând de la lungimea de aproximativ 360 mm a corpului vioarei, toate celelalte dimensiuni se deduc, respectând tot timpul anumite relații proporționale. Unii cercetători explică pînă și calitatea sonoră ca rezultat al respectării acestora, organizându-și savant cercetările pe construcții geometrice, folosind și proporții din structura gamei naturale /1, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 15, 17, 20, 21, 23, 25, 27, 30, 34, 35, 37, 41/.

Leonardo da Vinci reduce deci numărul corzilor la patru, de la șapte cît a avut lira da braccio originală (fig. 30) și lira da braccio din pictura lui Perugino (fig. 31). Motivația acestor reduceri este în grosimea gîtului și lungimea totală a instrumentului, greșite în știință, dar și în tehnicitatea de virtuozitate posibilă de atins. Instrumentele grele din aceeași familie, scese

e violelor de grube, ținute în poziție verticală, sprijinite pe
podes sau chiar între genun-
chii strinși, aveau virtuozii
lor. Explicația este în pozi-
ția mai comodă și mai natura-
lă a minii atinși, liberă să
alerge pe tasterul instrumen-
talui, fără răsucirea incomo-
dă a brațului din cazul lirei
sau al violei de braccio. Nu
vrem să spunem că violon este
o soluție ideală din acest
punct de vedere, dar sonori-
tatea ei a încercat totă la-
nea musicală, dovadă fiind
imensa literatură solistică,
multimea de virtuozii soliști,
lăntari și mai ales locul ce-l
ocupă în formațiile simfonice,
iar asemănarea cu vocea umană,
depășește ca importanță toate
celelalte argumente.

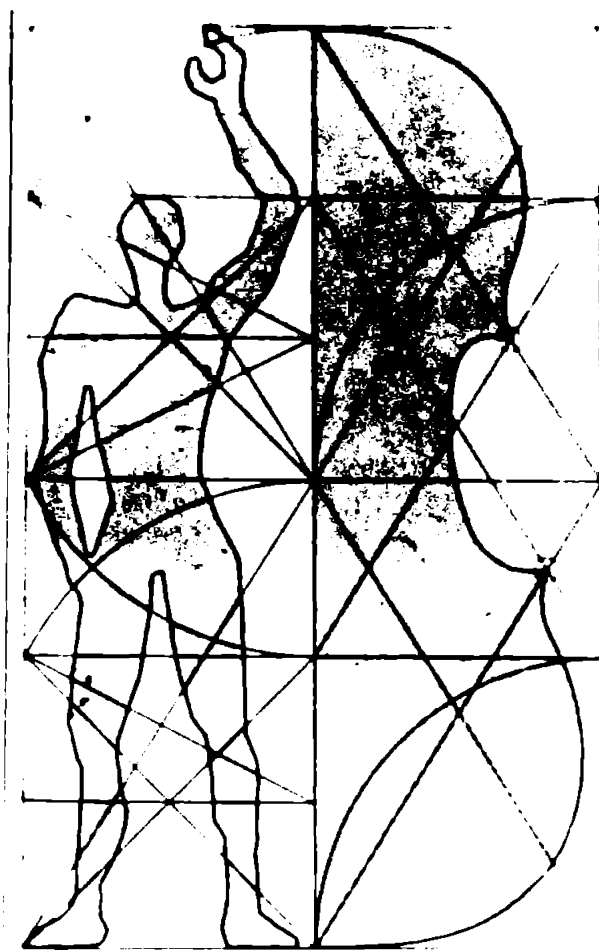


Fig. 29. Proportii între corpul
celonoso și violon, cu relații în
triunghiul dreptunghi-michelangelo.

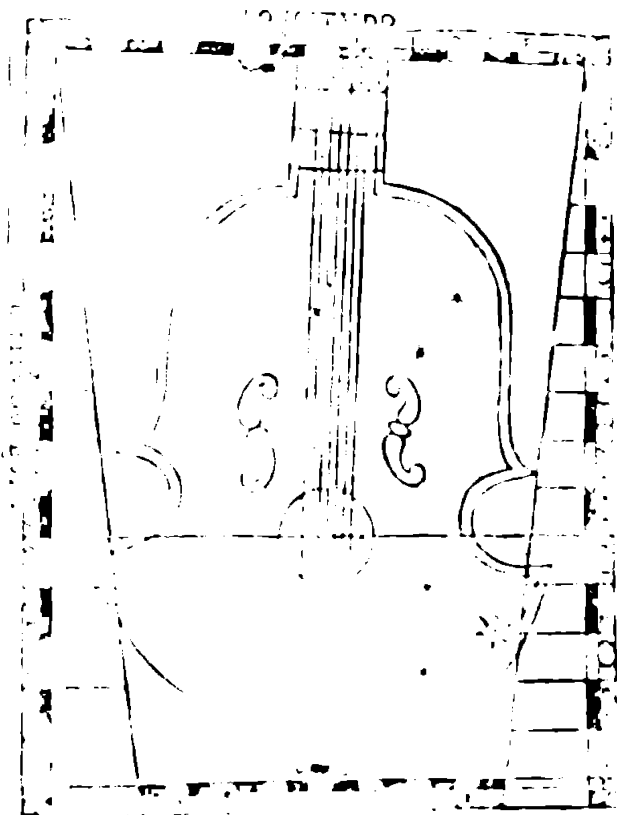


Fig. 30. Lira da braccio.



Fig. 31. Lira din pictura lui
Perugino, cu 6 corzi.

INSTITUTUL POLITEHNIC
TIMIȘOARA
BIBLIOTECA CENTRALĂ

Reducerea numărului de corzi la patru a fost determinată de registrul vocii umane, care are instrumente foarte potrivite acompanimentului, dar nu și susținătoare de melodie. Odată determinată nota cea mai gravă, Sol, indiferent de înălțimea acordaajului, acoperirea într-o singură poziție a minii pentru registrul instrumentului a impus coarda Mi, ca a patre coardă. Acordaajul în cvinte perfecte a fost determinat de succesiunea naturală a degetelor în execuția gamelor celor două octave și jumătate, cât este întinderea normală și utilă a vocilor în formații orchestrale cu cor și soliști.

Pretensionarea axială a cutiei de rezonanță produce o reperi-tizare a tensiunilor, aproximativ ca în fig.32 și de ea trebuie

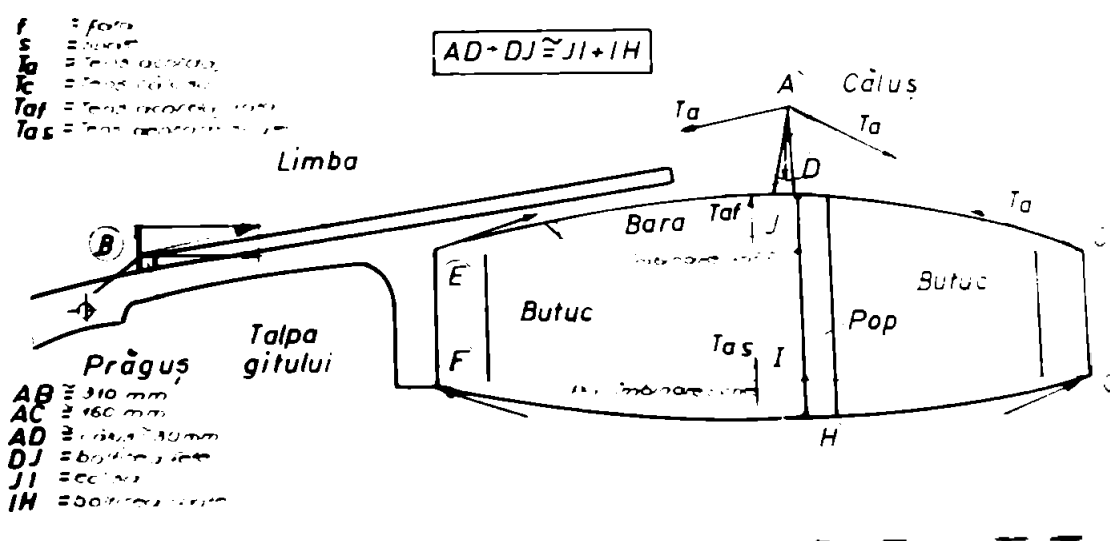


Fig.32. Geometria și dimensionarea schematică în tensionarea de acordaaj a vioarei italiene.

să se țină seama în dimensionarea lunginii corzilor și a elementelor legate de condiționarea acestor lungimi, pentru ca aceste tensiuni să nu deformeze plastic plăcile sau să distrugă structurile cutiei prin fisurare.

Tot în judecarea acestei tensionări axiale, bara și călușul trebuie corelate dimensional, pentru echilibrarea tensionării feței, care se umflă, spre deosebire de spate, care se comprimă. Corelarea dimensională a barei înseamnă o dimensionare a ei, în primul rând ca element de rezistență, pentru componente determinată de presiunea corzilor prin piciorușul din dreapta (văzut din spate), care depășește rezistența feței dată de : grosime, formă boltică și pretensionare. Fără doară, vioara sună slab

și fața se deformează plastic, în formă de "șee" (exprimat în lin-
cejul interiorilor). Această dimensionare s-a rezolvat experimental
și la stradivari lungimea ei a avut numai 240 mm, variind rareori
în plus, pentru ce oară modernă să aibă 270-280 mm. Înălțimea ba-
rei din dreptul călnșului este de numai 5-8 mm, pentru ce astăzi
să atingă și 18 mm. Grosimea ei variază între 4 și 5 mm, pentru ce
anisotropia de structură pretinde plăcii de față, să nu fie com-
presată de o bară presă lată.

În 4 octombrie 1690 Stradivari face trei schițe de mină (fig.
32.a, 32.b, 32.c, precizând în textul de pe două din ele că repre-

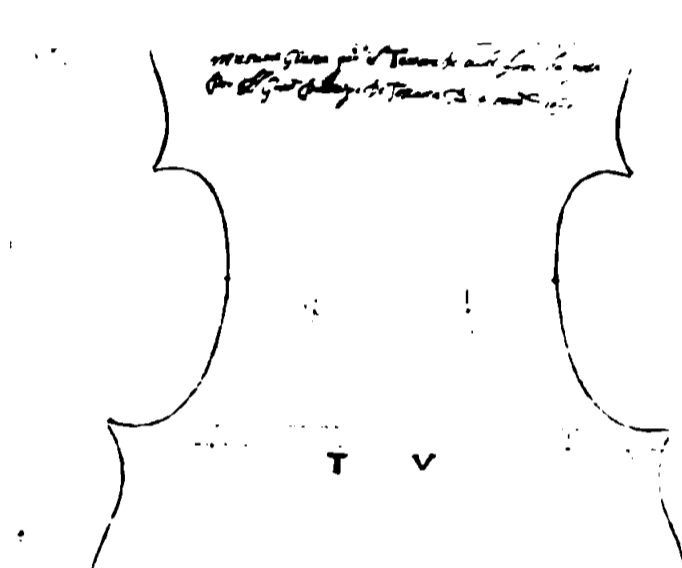


Fig.32.a. Viola tener



Fig.32.b. Violoncel

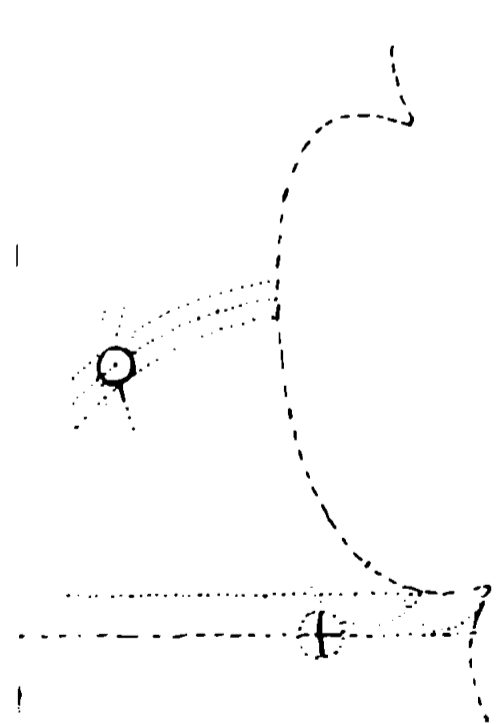


Fig.32.c. Viore (?)

Fig.32.a,32.b,32.c. Cele trei schițe Stradivari din 4.I.1690.

sintă felul în care se determină "măsurile" feurilor de la Viola tenor și violoncelul din cvintetul comandat de Marele Duce de Toscana. Schițe a treis cu are noi-un text și o atribuire violii. Pentru violă, Stradivari a făcut călășul din fig. 25 , cu figurație interpretată de noi drept funcția lui în concepția acestui mare meșter.

Tot din anul 1690 este și "noul" model de violă tenor (fig. 32.d), notat în text "controlate", cu precizarea că este pentru principala de Florența, fără să aparțină decol cvintetului toscan. Viola tenor din cvintet este singurul instrument rămas cu dimensiunile originale /41/. Anul 1690 este din perioada 1684-1692, denumită de cercetători - "de experimentări" - iar din anul 1693 începe perioada "allongé" și se termină în 1700, când începe perioada "de sur".

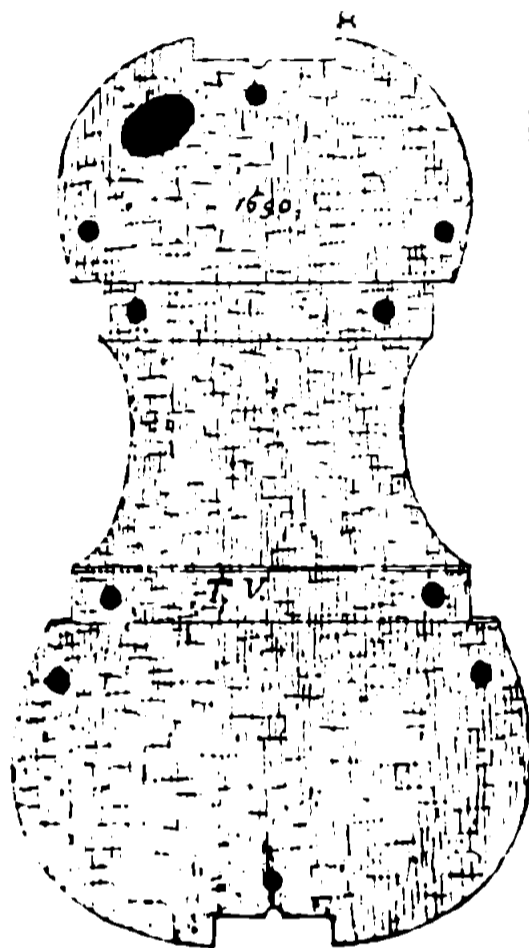


Fig. 32.d. Forma model pentru viola tenor de Florența-1690.

Anii 1693 și 1700 au instrument de început de generație dintr-un pen, ceea ce noi înțelegem că schimbările de concepție în model ce formă a conturului, boltirea, poziția și dimensiunile feurilor, distanța dintre spatulele superi-



Fig. 32.e. Viola tenor din cvintetul toscan.

care ale feurilor, toate erau determinate de calitățile fizico-mecanice ale solidului disponibil.

Revenind la schițe și călăș este necesar să precizăm din nou că descifrarea lor este făcută pentru prima dată, după trei secole de neglijare și neînțelegere. Schițele ne-au fost cunoscute numai din anul 1971, când consultăm revista "Scientific American" din nov. 1962, conținând un important articol despre violă - "The physics of violins" al cercetătoarei de la Harvard, Carleen Moley Hatchina, care își exprimă regretul că cele trei schițe nu pot fi descifrate și reproduce în articol schițe pentru viola tenor.

Le-am înțeles imediat, fiindcă reprezentau tocmai soluția noastră de pretensionare transversală, ce răspunde la funcțiile plăcilor cutiei de rezonanță cu anizotropia de structură a solidului. Aceasta a fost momentul de maximă satisfacție intelectuală al cercetării, momentul în care ni s-au confirmat soluțiile cu argumente din chiar opere marelui Stradivari. A urmat o lungă perioadă de elaborare teoretică și practică a evoluției de idei mai mult dezordonate, care a mers pe etapele din cercetarea de doctorat, practicile de atelier ce testări ale teoriilor ce enunțam, pentru a putea sistematic materialul foarte bogat și foarte nou.

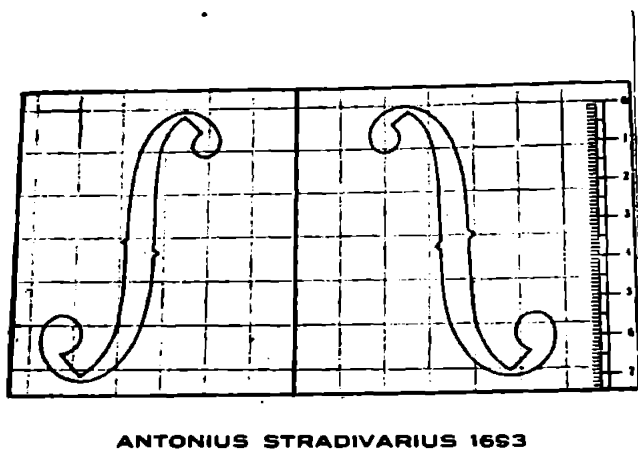
Schițele lui Stradivari conțin două informații fundamentale:
- modul în care se determină locul și dimensiunile feurilor,
- pretensionarea transversală a cutiei de rezonanță.

Stradivari desenează centrul cu eclizele înclinete, în schițe pentru viola tenor cu o linie continuă, considerând-o văzută în planul de înclinare al centrului cu placa de față. Feurile și celelalte elemente sînt fie dincolo de acest plan, fie dincoace și le desenează punctat. Pentru următoarele două schițe, face totul punctat, considerînd și centrul deformat prin pretensionare.

Cele două drepte paralele, din care cea de sus unește cele două colțuri de jos ale centrului, iar cea de jos este la o distanță cu ceva mai mică decît lățimea feului la mijloc, reprezintă o soluție de pretensionare. Noi am notat-o și apoi de pretensionare. În toate schițele ea își păstrează forma și locul, variînd doar grosimea, în funcție, evident, doar de mărimea instrumentului. Notăm detaliul că nu cunoaștem exact nici dimensiunile originale ale desenelor și nici ale instrumentelor. Faptul nu are însă o importanță deosebită, fiindcă principiile sînt clare și simple.

Cum a ajuns Stradivari la forma centrului este o problemă aparte, care are nevoie de o descifrare pe linia călășă de mulți cercetători. Noi o considerăm rezolvată încă de meșterul Amati și

insințării lui, de la care el preia încă formatul "sonor", pe care îl modifică apoi după trei ani, în 1693, moment din care deținem informații importante. Prin fig.33.a avem feurile acestui instrument, comparate cu cele de Pressenda și Tecler, instrumentele noastre de etalon. Cert este că începutul de perioadă coincide și cu schimbarea de formă a instrumentelor, în funcție de calitățile fizico-mecanice ale pomelii din care începe o nouă generație de instrumente.



a.



b.

c.

Fig.33.a, 33.b, 33.c. Feuri Stradiveri, Pressenda, Tecler.

Ceea ce este fundamental și deosebit de toate procesele tehnologice în înținerea cutiei de rezonanță convențională este pre-tensionarea transversală. Alegând un anumit format al centurului și o anumită distanță dintre feuri, constructorul judecă dimensionarea plăcilor și deci calitățile fizico-mecanice ale lemnului, pornind de la plăci cu dimensiuni de testare, după cum s-a mai arătat.

Fig.34 prezintă violon Stradiveri din anul 1693 cu dimensiuni-

nile, descrierea și observațiile lui O.Möckel /35/.

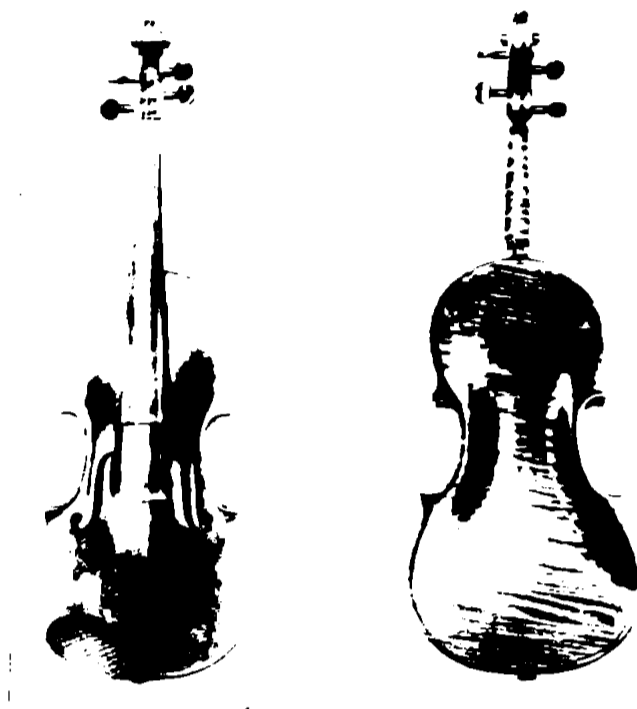


Fig.34. Vioara Stradivari din 1693.

- L = lungimea corpului	362 mm
- A = lățimea părții superioare	165 "
- B = lățimea minimă dintre scoicături (ceuri)	108 "
- C = lățimea părții inferioare	201 "
- E ₁ = înălțimea eclisei la git	30 "
- E ₂ = înălțimea eclisei la outon	31 "
- Înălțimea eclisei la outucii de jos și scobiturilor (ceurilor)	31,5 mm
- Măsură sau distanță de la fileu în dreptul gitului și creșterile de la mijlocul feurilor	193 "
- Lățimea fileului = 3 x 0,5 mm:	1,5 "
- Lățimea marginii cofrejuului (de la fileu la margine)	3,75 "
- Grosimea marginii	3,8 "
- Lățimea contreecliselor	8 "
- Grosimi la față : 1 - în dreptul popalui = 1,7mm (!!);	
2 - între pop și outucul de jos = 2,1mm ;	
3 - între pop și outucul de sus = 2 mm ;	
4 - cobrajii de sus = 1,8 - 1,9 mm ;	
5 - cobrajii de jos = 1,8 - 2,2 mm ;	

6 - în apropierea marginii = 2,5 - 3,2 mm ;

7 - în dreptul feurilor = 2,5 - 3,3 mm.

- Grosimi la spate : 1 - în mijloc = 4,3 mm ;

2 - în dreptul popului = 3,6 mm ;

3 - între pop și butucul de jos = 3 mm ;

4 - între pop și butucul de sus = 4 mm ;

5 - obrejii de sus = 2,7 mm ;

6 - obrejii de jos = 2,5 mm.

- Frecvența proprie de rezonanță a feței = Fa.

Frecvența proprie de rezonanță a spatelui nu a putut fi determinată fiindcă acesta nu a fost separat de conturul cutiei.

Lemnul feței - solid de rezonanță de calitate excepțională, mai tare ca de obicei (kerniger) și cu un sunet la ciocănire, neobișnuit de deschis.

Lemnul spatelui - dintr-o bucată, tăiat radial, cu desenul înflorat al fibrelor înclinat de la stînga la dreapta în jos.

Lacul - brun subțire roșcat, de culoarea unei castane proaspăt decojite.

Grundul - un galben-brun cald și gras.

Feurile - vezi fig.33.a.

Cale (stifte) de fixarea poziției plăcii pe butucii mari - în mijlocul liniei de fugă.

Sonoritatea - proaspătă, deschisă, sunete clare și răspunde ușor.

Observațiuni ; surprinzător de alace dimensionare a feței $l = 1,7$ mm , cu certitudine încă originală, se distinge calităților deosebite ale lemnului (răspuns deschis la ciocănire și tărie), stradivari ținînd cont de ele la dimensionare.

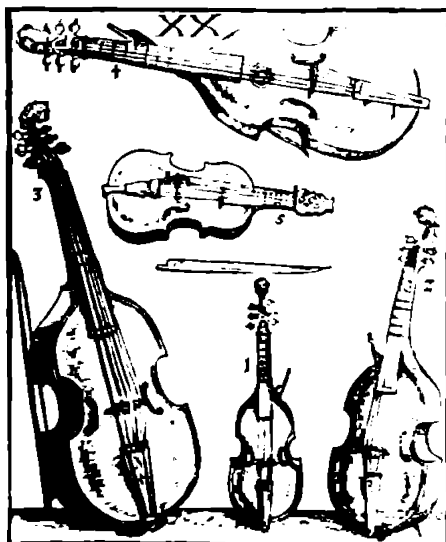
Descrierea acestui instrument este tipică pentru cei ce s-au ocupat de violă, mai ales au fost și constructori, experți, colecționeri, comercianți sau restauratori. Frații Hill /15/, H. Wergo/2/, Hama&Comp./2/, O.Möckel /27/, etc.

Pentru pregătirea dezvoltării teoriei noastre, îmbogățită prin descrieri și precizări, să revenim la începuturile violii din secolul XV și anume la momentul concertului lui Leonardo, de la curtea lui Sforza-Maurul din 1482. Sonoritatea argintie și tăria unei trompete, presupun condiții tehnice în construcția instrumentului pe care cînta, apropiate de tehnologia perfectă. Pe baza realizată de Leonardo, constructorii din cinquecento, în colaborare cu Michelangelo, desăvîrșesc estetica violii în contur și feuri ca formă, dimensiuni și mai ales ca loc

în raport cu centrul mecanic al plăcii de față.

Familia violei (fig.35), descrisă de M.Praetorius /17/ în lucrarea Syntagma Musica din 1619, cu instrumente care își estigmatizează și ele formatul, feurile, numărul de corzi, lăsa fără ^{multa} baleuri de chitară, luând ca model ^{stabil} vioara din cinquecento.

Pentru grupul de sur, procesul tehnologic era bine stabilit și puțin meșteri care îl cunoșeau, își caută cu grijă urmașii, condiționând completa lor instruire și de calitate ce țin de legi descrise ale orealei.



- 1,2,3. Viole de gamba.
4. Viola bastarda.
5. Viola de braccio.

Fig.35. Familia violei descrisă de M.Praetorius.

Stradivari nu și-a instruit copiii, pe Francesco și Orobene, decât la nivelul unui proces tehnologic convențional. Aceștia sînt primii falsificatori "din case", compunind violi din câteva resturi rămase, reetichetate și vindute drept violi executate de marele Stradivari-tatăl. Dacă se construiește un instrument nou și se permite multe schimbări în vîlțuri și dimensionări, făcînd - de pildă - plăci extraplate, inovații ce dovedesc lipsuri grave în știința acustică în instrucția mecanică. Nu era destul să fii fiul sau nepotul unui mare maestru, pentru a putea fi primit și printre ucenicii spirituali ai acestuia.

Condițiile principale pentru asigurarea unei sonorități deosebite la nivelul primului instrument conceput de Leonardo da Vinci, ar fi următoarele :

- pretenționarea transversală,
- dimensionarea corectă a plăcilor de față și spate pentru optimizarea pretenționărilor axiale și transversale,
- determinarea corectă a lungimii și unghiului de înclinare a gîtului pentru limitarea înălțimii călușului, în funcție de grosimea și structura corzilor disponibile,
- determinarea lungimii și formei corderului, pentru ca în-

preună cu lungimea nucleii de întindere să se obțină o lungime optimă a barzilor,

- alegerea unui căluș de formă, dimensiuni și structură potrivite.

Com acestea sînt condițiile pe care presupunem că le putea realiza Leonardo în cele două etape de transformare a lirei într-un instrument căruia i se spune foarte repede violină. Compararea formei violei din fig.35 cu formele și elementele componente ale violei clasice, argumentează corect unele din condițiile de mai sus. Totuși, se pare că Praetorius nu cunoștea exact violina, acest instrument fiind mai degrabă prezent doar în orchestrele franceze. Formele date violei perfecte în cîmpeste și toate perfecționările în legătură cu ferurile etc., s-au făcut doar într-un singur atelier, căruia i se spune astăzi atelier de prototipuri. În aceste condiții numărul de instrumente construite nu putea fi prea mare, ce și comenzile franceze de altfel, iar restul de constructori, încă neîncrezători în inovații și fără comenzi, construiau în continuare instrumente din familia violei. Schimbarea unei tehnologii presupune mentalități deosebite, investiție de timp, bani și mai ales de inteligență discursivă, condiții greu de realizat în toate timpurile.

Revenind la procesul tehnologic necesar conținerii unei anumite sonorități la nivelul lui quattrecento, pretenționările cutiei sînt stări ce trebuie echilibrate cu multă pricepere pentru optimizarea relațiilor dinamice dintre coardă și cutie prin intermediul călușului. Popul este montat rigid, iar montarea lui în dreptul piciorușului de la căluș pretinde și o forțare remarcabilă a bolților celor două plăci înspre exterior. Această forțare dă componente diferite în raport cu tensionarea axială, fiind a două tensionare, perpendiculară pe planul de înțesare a plăcilor, mărind tensionarea feței și echilibrînd o parte din cea a spatelui.

Prin căluș, cele patru componente din piciorușului dinspre pop o rigidizare care ne face să considerăm forțele, vitezele și accelerațiile ce revin acestui picioruș, ce sînt aplicate direct spatelui. Acest spate fiind pretenționat și transversal, porțiunea dintre butucii de colț, prin care se realizează această pretenționare este deci comprimată odată axial, din acordaj și decomprimată prin tensionările transversală și prin cea de montaj forțat a popului. În funcție de frecvența și deci de lungimea de undă a vibrațiilor, cele două piciorușe transmit, unul feței și celălalt spatelui, forțe, viteze și accelerații ce sînt sensibil și amplificate de stările de tensiune din zona pretenționată transversal.

Prin faptul că popal este plasat excentric pe porțiunea dintre butaci și sub unul din piciorușe, această situație favorizează călușul, ale cărui mișcări în funcția lui de amplificator de putere sînt soutilizate de forma călușului, cu orștele putînd com-oins fel de fel de pîrghii, deci momente capsoile să explice și amplificări ale unor frecvențe din registrul scut, cînd lungimile de undă sînt mai mici, sau chiar mult mai mici decît distanțe dintre piciorușele călușului. Descifrarea acestui aspect al funcției călușului într-un model sau măcar o schemă, este deosebit de grea, scoțînd în evidență încă una din necunoscutele din construcția violii. Modelul călușului din cercetările moderne consultate, se referă doar la descompunerile forței transversale în componentele verticale și în contrefază, valsoile doar pentru registrul de jos al violii /14/. Această situație particulară a devenit pentru aceste cercetări și motivație de definire a funcției călușului, adică aceea de a transforma forțele transversale în componente verticale (Cap.IV,1.2), definiție evident insuficientă.

La aceste considerații, în condițiile pretensionării transversale, dimensionarea plăcilor are la bază cunoșterea și respectarea funcțiilor plăcilor, în contextul încărcărilor din tensionările transversală, axială, beră și din pop. Modidul de rezonanță, prin calitățile fizico-mecanice și prin anizotropia lui de structură este esența lemnoasă ideală, fără înlocuitor, din toate timpurile. Falcinul nu este de aceeași valoare lemnoasă de neînlocuit și totuși cele două structuri, cu scăderile lor în omogenitate a structurii, chiar și de la un pop la altul, au eliminat orice încercare de matematizare.

Ingeniositatea unor tehnicieni de geniu a realizat încă modelul perfect, găsind criterii de judecată a calităților lor utile, încadrînd construcția într-un proces tehnologic simplu și generalizabil. Adaptarea dimensionării plăcilor, plecînd de la un prototip de testare cu eroare în exces sau lipsă, pentru ca sonoritatea finală să determine soluția optimă în acordul plăcilor este unică în cazul folosirii unor astfel de materiale. Soluția indicată de toți cercetătorii operei lui Stradivari, merge pe coțineres unei anumite frecvențe de rezonanță pentru față și una apropiată, (de maximum 6 secundă mică) pentru spate. Ea are pentru noi doar o valoare infernativă, care ține de eforturile consumate pentru descoperirea secretului în construcția violii perfecte.

Determinată de altele rezistență la fisurare a plăcilor, margines lor este îngroșată printr-un cofraj de egală grosime pe tot

conturul. Mai mult, la o distanță potrivită de la margine se îngreopă fileul, într-un șanțuleț de aproximativ 2mm adâncime și 1,5 mm lățime, care are și el rostul de a lega structura fibroasă. Fără acest fileu și fără cofreaj, toate instrumentele vechi ar fi fost cel puțin cu fețele distruse și de neferosit. Lățimea cofreajului, în special cea din interiorul cutiei este și ea de o anumită importanță în mecanismul de transmitere a eforturilor în corelarea dintre tensionări, pretensionarea transversală și solicitările dinamice dintre coardă, căluș și cutie de rezonanță. Forma cofreajului din dreptul outucilor de colț ține cont de forma outucilor și răspunde de eficiența pretensionării transversale, transmisă de outucul respectiv celor două plăci, în funcție de faza procesului vibratoriu.

Rostul outucilor de colț și al cofreajului este foarte clar în pretensionarea transversală, dovedind fără dubiu meșteșugurile de meșteri care au eliminat outucii de colț, considerându-i doar elemente de rezistență suplimentară, de care se poate lipsi în construcție, câștigând timp și ușurând greutatea instrumentului. Tot din această categorie de meșteri sînt și cei care au scobit bolta feței, lăsînd o bară din materialul aceluia.

Fig.36 prezintă un detaliu al unui colț dintr-o schiță a lui Stradivari (fig.32.c). Cu centrul pe contur sînt desenate două semicercuri de rază diferită, prin care indică zona cea mai solicitată de pretensionare. Îngrepiind capetele contraeceliselor oeurilor în butuc el rezolvă astfel impasul de solicitare și fig.37 ne arată această soluție.

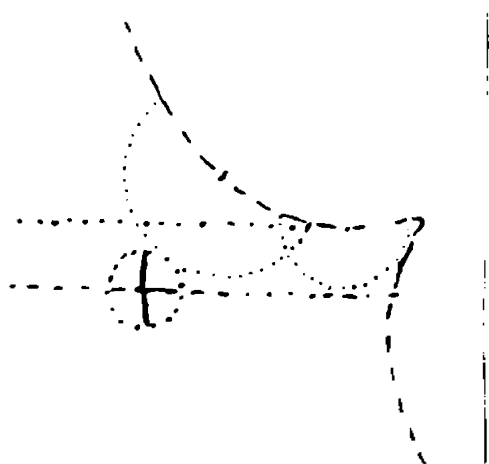


Fig.36. Detaliu din schița Stradivari 32.c.

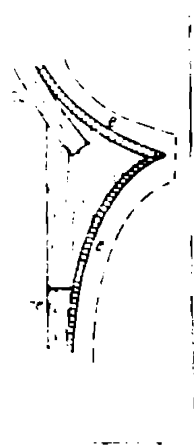


Fig.37. Forma outucilor de colț și încadrarea contraeceliselor în butuc./7/

Pretensionarea transversală are nevoie de o anumită pregătire și în acest fel se pot și explica câteva curiozități din dimensiunile măsurate de unii cercetători pe conturul instrumente-

lor din grupul de sur. La viora din 1693, Mückel măsoară o înălțime maximă a eclisei în dreptul outhucilor de colț de jos și notează următoarele : "Zergen hohen ; Obersarge 3 cm, Mittelzarge 3 cm, Unterzarge 3,1 cm ; die höchste Stelle etwas über 3,1 cm, befindet sich an den Ecken. Offenbar hat Stradivarius hier einen Versuch gemacht, DER DECKE BEIM AUFLIEGEN EINE SPANNUNG ZU GEBEN. ANDERS IST DIE UNGEWÖHNLICHE ERHÖHUNG NICHT ZU ERKLÄREN".

Ca să-ți dai de gândit o astfel de mică soartă, trebuie să ai nu numai un ochi foarte ascuțit, ci și cunoștințe mai serioase despre construcția viorii, ori, Mückel era un remarcabil constructor și un atent cercetător al viorilor din toate timpurile. Totuși, numai observarea curiozității nu este suficientă, iar dacă a avut instrumentul cu fața desfăcută, ar fi trebuit să observe și o ușoară înclinare a outhucilor. Fig. 38a, prezintă orientarea eforturilor de tensionare și de pretensionare.

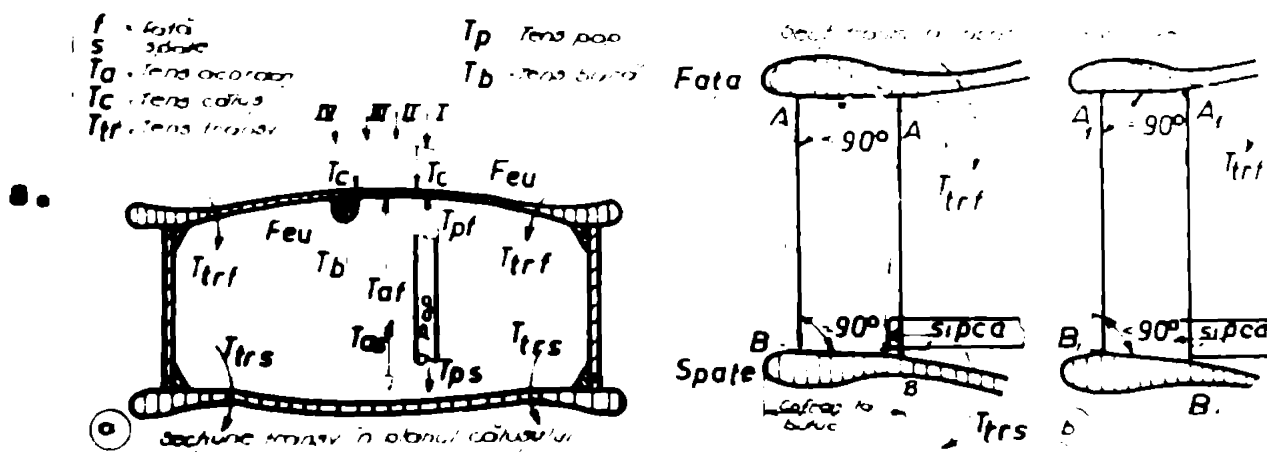


Fig. 38. a. Orientarea eforturilor de tensionare și pretensionare; b. Posibilitățile de pregătire a suprafețelor de contact între outhucii și cofraj.

Fig. 38.b, redă prin linii punctate două din posibilitățile de pretensionare ; A-A, prin înclinarea planului de înclinare al zonei outhucului din spate față și B-B, prin înclinarea planului de înclinare al zonei outhucului din spate. Prima soluție pare a fi cea adoptată de Stradivari în cazul acestui instrument, fiindcă deformarea conturului superior după demontarea feței, împinge colțurile superioare ale outhucilor înspre afară și planul de înclinare, lucrul înclinat înainte de înclăiere, revine în planul cofrajului și Mückel măsoară doar muchiș colțului.

Soluțiile nu pot fi aplicate în același timp și pot fi înlocuite cu o înclinare a planului de înclinare a cofrajului A_1-A_1 , sau B_1-B_1 , păstrând planurile conturului planperalele. Notăm că instrumentul Pressenda a avut soluția B_1-B_1 și fiindcă fețe

a mai fost desfăcută cel puțin de două ori, nu am mai găsit nici-o urmă despre soluția adoptată pentru placa de față. În schimb, diferențe de profil și lățime a plăcilor în dreptul zonei de pretensionare, ne face să apreciem că acest constructor a folosit pentru realizarea pretensionării, numai înclinarea conturului spatelui și feței sale mici. Altfel spus, pentru pretensionarea transversală, suprafețele de contact în porțiunile de realizare a tensionării pot fi pregătite cu o formă potrivită unui anumit efort de dezvoltat într-o anumită direcție și cu un anumit randament. Pentru ca metode de pretensionare să nu fie ușor observată, constructorul trebuie să calculeze fiecare deplasare unghiulară de o stare menieră, încât muchiile colțurilor să nu rămână înclinate. Observația utilă judecării tuturor instrumentelor din grupul de sur la care fața a fost desfăcută pentru reparații, fiindcă toate au muchiile deformat.

Măckel nu putea deduce nimic din tehnologia științei grupului, chiar dacă demonta și spatelul, fiindcă nu avea clarificate funcțiile feței și spatelului, în corelare cu tot sistemul viu și viorii.

Dacă diferențele de formă și lățime în zone outucilor de colț nu sînt prezente sau feța este mai mare decît spatelul, putem fi siguri că instrumentul este un convențional sau face parte din școala vieneză, unde am găsit acest document al gresitei înțelegeri a unor procese decisive pentru rezultatul sonor optim.

Constructorii din grupul de sur au dimensionat plăcile în deltă, cu o variație a grosimilor după o schemă corecare, sistematic și consecvent, dictată de un anumit sau simț practic. Fig.39 este una din dimensionările posibile, modificată de V.Štenu. Limitele de dimensionare între care se menține o anumită stare optimă sînt suficient de mari, dovedă că și instrumentele lui Štradiveri, Aneti, Gärneri, Pressenda și ericare altul din grup, chiar și după modificarea lungimii gîtului, osrei, eliminarea pretensionării transversale și măririi celei axiale peste măsură, sună uneori încă acceptabil.

Am putea presupune că în dimensionarea plăcilor cântecului, odată găsită dimensionarea optimă, se pune în evidență o anumită relație, fie între dimensiunile corespundente ale plăcilor, fie între alți parametri de formă sau chiar greutate, care se continuă neoton sau aproape, pînă la terminarea lemnului dintr-un pom, ce individ biologic. Anii 1693, 1700, 1711, 1716 și 1722 sînt ani de început de generație. Dintre aceștia, primii doi ani sînt și

de început de perioadă ; prima fiind cea a violinelor "alungite" și a doua este "perioada de sur."

Tabela 1 ne indică repartizarea producției lui Stradivari, pe câteva perioade de timp, după Hill /15/.

Tabela 1.

Perioada ani	Instrumente duc.	Instrumente duc./an
1665-1684	76	4
1685-1725	825	20
1726-1735	132	12
1736	3	3
Violoncelle	80	-
TOTAL	1116	-

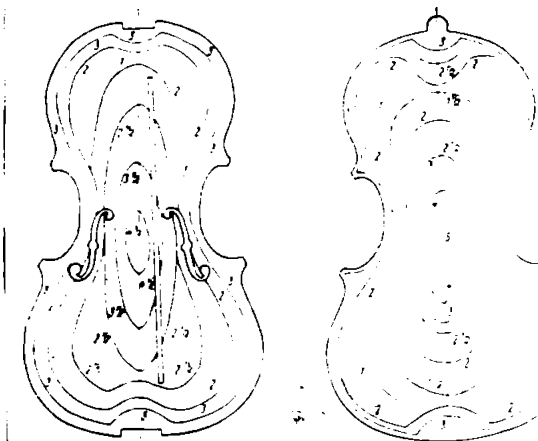


Fig.39. Corpuri de egală grosime la violă Steiner din 1670, cu modificări făcute de V. Dianu.

Dintr-un pom se pot construi aproximativ 200 plăci de solid sau paltin, cantitate care acoperă producția lui Stradivari pe la pînă la 15 ani, potrivit acceptușii pe intervalele notate de Hill. De altfel, nici în podul casei lui, folosit dintotdeauna și ca deposit de materiale, nu se puteau depozita prea mulți pomi.

Suolinim cu satisfacție faptul că fabrica de instrumente muzicale din Combinatul de Prelucrare a Lemnului Reghin a acceptat aplicarea ideii de depozitare pe unități biologice și nu numai pe specie în procesul tehnologic al producției la comenzi speciale, prin scrisorile Dos.VII-6-28/15.719/5.XII.79, chiar dacă întârzierile și ezitățile sînt regretabile. Examinarea multor exemplare din această producție, relevă progrese lăudabile.

Dimensionarea plăcilor prin ciocnire pentru obținerea unei anumite frecvențe de răspuns a fost un fel de pistă falsă, indicată chiar de cei din grup, pentru derutarea concurenței și rezultatele au fost perfecte. Rezunțăm la a prezenta în această lucrare, datele de experimente făcute pe plăci, fiindcă informațiile sînt fără consistență în structura logicii teoriei noastre despre modal de dimensionare și în final, despre modurile de vibrație ale acestor plăci aparținînd unui sistem oscilant etit de complex. Una din metodele de analiză care pare mai fezabilă este interferențria holografică, metodă care nu ne-a fost accesibilă.

Celelalte condiții principale pentru asigurarea unei sonorități deosebite sînt legate de coardă cu toți parametrii ei în montaj, vibrație și interdependență în procesul de amplificare și emisie sonoră prin căluș și cutie de rezonanță. Tensionarea celor patru corzi duce la pre-tensionarea axială, dar realizează imediat și o echilibrare prin cele patru componente verticale, rezultantele forțelor de tensionare a corzilor în punctul de așezare pe căluș. Altfel spus, determinarea lungimii optime a corzii are mai multe scopuri, printre care obținerea frecvenței de acordaj și echilibrarea tensionării axiale sînt cele mai importante. Legate direct de acestea, dimensiunile și materialul din care sînt executate corzile sînt implicate direct.

În lungimea totală a corzii, partea mediană dintre prăgușul mic și căluș este variabilă numai în măsura în care s mutare a călușului față de reperele crestate la mijlocul feurilor, peste influența sonorității instrumentului. Această parte mediană, denumită de noi lungimea utilă a corzii este de $ca. 327\text{ mm}$ și se compune din distanța de la prăgușul mic pînă la talpă și de la centrul mecanic al plăcii, situat pe dreapta os-re unele crestăturile interne ale feurilor, pînă la fileu în dreptul tălpii gîtului. Această porțiune este denumită de noi "menzură" și este egală cu $ca. 195\text{ mm}$, pentru ca la instrumentul din 1693, Măckel s-o măsoare de 192 mm . În afară de cele două porțiuni precizate mai sus, în lungimea utilă intră și grosimea fileului. Fig.40 prezintă situația repartizării lungimilor, pentru cele patru corzi, diferite de $ca. 25\text{ mm}$ la $ca. 270\text{ mm}$.

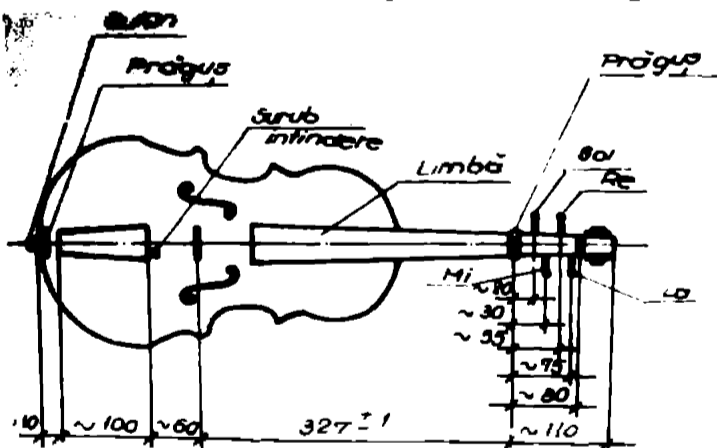


Fig.40. Repartizarea lungimii corzilor cu sistemul de tensionare și reglare a lungimilor.

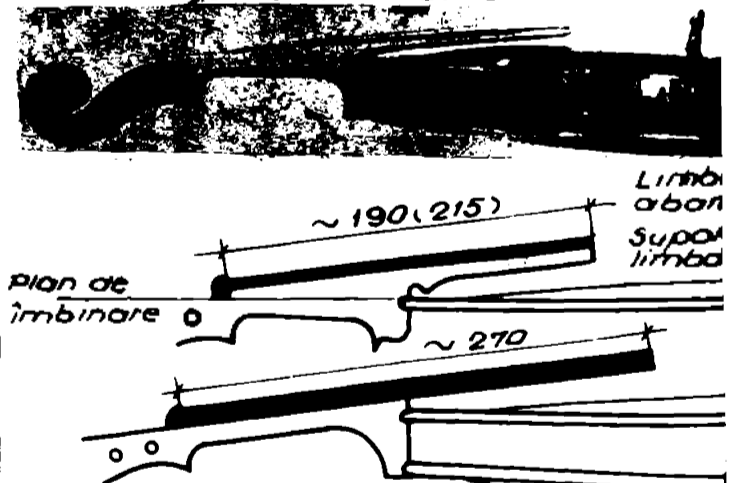


Fig.41. Modificările de lungime, formă și montaj a gîtului și a limbii în modernizare.

Unghiul modern al gîtului față de planul de îmbinare al plăcii de față este în creștere, odată cu gîtul și limba. Cei vechi,

respectiv chiar Stradivari, dădea liniei de jos o direcție paralelă cu planul de înclinare al plăcii de față, grosimea gîtului în curbură tălpii devenind înconștientă la cîntatul în poziții înalte. Forma modernă este astfel obligată să elimine piesa intermediară dintre gît și linia proprie-zisă din așezos și în teoria modernă, începînd cu Segstella /4/) noua soluție s-a definitivat. Ultimele treizecîte a secolului XVIII este perioada în care aproape toate instrumentele s-au modernizat, nu numai ca o acțiune în vogă, ci și din motive tehnice în evoluție pe verticală a registrului acut al compozițiilor cu virtuozități acrobactice pe toate corzile.

Piesa intermediară din soluția veche își are avantajul în posibilitatea destul de cunoscută de a putea modifica înclinarea liniei, deci și a unghiului la căluș, fără desfacerea gîtului din cutuc, înlocuindu-se doar acest element. O altă veche posibilitate de modificare a unghiului gîtului este și folosirea șuruburilor din fig.9, viola tenor din cvintetul toscan deținînd încă și acest, poate unic document din soluțiile vechi.

Situația actuală a înclinărilor, ca și tot acest extraordinar instrument, ar trebui din nou examinată sub perspective punctelor noastre de vedere, bazate evident, tot pe schițele făcute de Stradivari pentru el și pentru celelalte instrumente din cvintet.

După rezolvarea problemelor de dimensionare a cutiei, cu oarecare ușurință, se poate monta într-o poziție de testare, tensionările și pretenționarea echilibrată și folosind un căluș verificat, urmînd să se aleagă unul alt căluș mai corespunzător. Această înșesură că dintr-un stoc de călușe de diferite forme și calități de paltin se caută soluția optimă. Șurubul rezultat este cel care decide și metoda este foarte eficientă. Experiența unui constructor sau restaurator este decisivă în această operație, fiindcă ea este deseori însoțită și de modificări în poziție și chiar lungimea pupului, înlocuirea unor corzi, modificarea lungimii cozii, etc.

Pînă acum am prezentat în linii mari, operațiile de construcție a unui instrument "în alb", adică fără lac, pelicula care înveștește toată construcția lemnosă.

În seria despre acest lac foarte mult și în cercetarea secretului lui Stradivari ocupă primul loc. Cercetările din țara noastră în ultimul deceniu, nu face excepție de la această conviețuire. Pentru noi, lacul ocupă un loc de cinste, dar nu singur ci alături de alți șase parametri. Intrucît performanța unui instru-

ment este o funcție cu 7 parametri, care intervin prin produsul și nu suma lor, nu se pot pune probleme de valoare unică ci numai colectivă. Oricare din parametri poate să compromită total sau parțial rezultatul sonor italian, adică existența sau lipsa fermecului. Altfel spus, noi cercetăm doar cauzele ce duc la efectul sonor particular și nu efectele obținute de la orice instrument cu corde frecate cu arcuș, indiferent de formă, mărime și număr de corzi.

Lacul este structura fină a cutiei de rezonanță, cea care transmite și care transformă vibrațiile în unde sonore, păstrând sau nu, toate caracteristicile prețioase, determinate de un anumit proces tehnologic în construcție.

Utilă ni se pare o analiză a observațiilor și a opiniilor celor care se cercetă cu seriozitate și cu idei ingenioase de pătrundere într-un domeniu deosebit de eficient, securizat de indiscreții de cercetători, prin transformările chimice în timp, transformări ce fac imposibile analize calitative și cantitative pentru determinarea rețetei unice din lacurile sau verniurile folosite de cei din grup. Înainte de a înșira observații și păreri din cercetare, socotim utilă o definiție a termenilor mei importanți din acest domeniu, tot așa de spinos într-o corectă decifrare, ce și oricare altă propoziție din teorie.

Prin lac și verniu se înțelege de obicei și în general același smestec, care se depune pe diferite suprafețe, cu scopul de a le : - înfrumuseța, - izola, - impregna, - ocroti, etc. Prin definiții de dicționar (Petit Robert) :

- lac, vine din franceză - laque - care derivă din Lecce, sec.XV ; în sudul Franței - laca ; arabo-persană - lakh ; hindustană - lakh;

- verniu, vine din franceză - vernis - 1131 ; latina medievală veronice "sanderque" ; graecia veche veroniké, presunțat veroniké (procesul din italianescul vernice); procesul din Beroniké, oraș din Cirenaica, unde se extrage această rășină. Comențind cei doi termeni definiți mai sus, precizăm că prin lac și lăcuire, toată tehnica acestui domeniu din limba germană este dominată exclusiv de acești termeni. Francezii diferențiază și reduc domeniul lacului la - verniu chimic - el fiind o materie rășinoasă de culoare oron-roșcată, produsă de arborii sumec din Orient;

- sumec, din arabă - somak, o plantă dicotiledonată din familia terebentinacee, arbușt cu multe varietăți, dintre care

fastacul produce un colorant galben ;

- terebentina este o rășină semilichidă care se colectează din incizii sau găuriri făcute în conifere sau terebintinacee. Se cunosc rețete cu terebentină de : Sardesax, Venetia, Chio, în funcție de pinul sau arbutul din care se produce ;

- grund, înseamnă a pune bazele vernisului sau primei culori. O peliculă deci, care separă lacul de lemn. Ca și în pictură, pinul are nevoie foarte bine pregătită și acest lucru era o particularitate ce ținea de o anumită școală, respectiv o anumită tehnică personală a unui anumit maestru. În cazul viziilor, grundul italian a fost observat de cercetători și Mückel de pildă, îl găseau totdeauna gros și de un galben dominant, cu teste numai de arșă, aurie etc. Dacă Leonardo și Michelangelo au avut contribuții fundamentale în construcție, lacul nu putea să nu fie și el influențat de metodele lor de lucru în pictură pe pânză, sau pe lemn anume pregătit. Și realmente, lacul italian de pe toate viziile grupului este fără deosebire, de o mare frumusețe, având caracteristici comune :

- grundul este galben cu tentă oronă sau aurie, gros și nu se dizolvă în alcool ;

- vernizul se dizolvă ușor în alcool ; are foarte des găuriri, ce și în picturile vechi, determinate de diferențe de timp de uscare și de albe scânteie între staturi. Coloritul este foarte diferit și punctul de înmuiere scânteie.

Comentarea acestor câteva caracteristici mai importante ale grundurilor și vernisurilor ar putea fi baze unor moduri concrete de a grundui și vernisa viziile, mai ales că și toate rețetele și cercetările care se ocupă de acest domeniu dau detalii excepționale de bogate în descrierea tehnicilor de pregătire a lemnului înainte și după grunduire, înainte și după lăcuire sau vernisare.

Studiind peșă puțin această latură a construcției fiindcă o considerăm numai un parametru, condiționat de multe alte propoziții și cu stare fără pondere hotărâtoare, am de organizat cercetarea cu o mare cantitate de informații și argumente pentru un anumit grund sau pentru un anumit verniz. Kahllang /4/, Greilauer /13/, Hill /15/ și Mückel /27/, ne dau suficiente elemente pentru a realiza o grunduire și o vernisare în spiritul vechilor constructuri. Prezentăm mai jos o verosimilă secvență de procedee :

- Prelucrarea și pregătirea suprafețelor de grunduit se face cu o anumită grijă, iar finisarea palisării grunduirii nu trebuie făcută prin șlefuire cu hirtie stielată sau cu pământul sădăgind prof de piatră peșă ce un element de estapare a perilor.

ei se durifică prin frecare cu presiune, folosind o sculă concepută convenabil în forme potrivite, pentru a fi folosită peste tot. Fig.42 prezintă sculele folosite de noi în această cercetare și care provin din vechi ateliere de lătari, cărora le-am găsit această utilizare.



Fig.42. Scule din fildeș pentru durificarea suprafețelor grosdunecate sau vernisate.

Durificarea acestor suprafețe cu această metodă înfrumusețează rezultatul final al lăcăririi. Ea ne mai poate asigura de concentrarea în materie rășinoasă a unei pelicule de grund și nu rețesează porii care se umflă la fiecare udare cu soluția de grunduit. De aici explicația că unii cercetători au observat la microscop că po-

rii sînt deschiși, considerînd faptul drept semnificativ pentru obținerea unor remarcabile sonorități italiene.

Grunduirea se procedează și cu timp de uscare, depinde de soluția folosită, iar în tălmăcirea culorilor, galbenul surtă este predominant. Faptul că despre grund se spune că este gras, trebuie interpretat și în sensul că rețeta are și coajă sau propolis, sau că și rășina din erogații folosiți are coajă în compoziție naturală. Pentru noi erogații din familia Berberidaceae, (Berberidaceae), din care pe *Berberis vulgaris* ne ată în putință să o examinăm, poate fi o soluție corectă. Am obținut din rădăcini, coajă fără partes verde și crengi curățate de coajă imbușcate în esență de lavandă, o soluție care pasă pe eșantioane de melid și paltin dau satisfacție din punctul de vedere al culorii și al aspectului de consistență grasă, mai ales dacă adăugăm și polen galben și propolis.

Poate că am ales o culoare prea închisă și insuficient de pregătită în esență și dezvoltare, dar în cazul acestui grund cu *Berberis* - căreia i se mai spune și *Radix berberidis*, sinonim cu *Mahonia Aquifolium*, antecedentele cercetărilor potate pînă la ea, au fost multe și reprezintă o certitudine cercetare, cu viteză limitată, poate doar momentară, deci o soluție la căpătul de jos al posibilităților în domeniu. Din cîte se știe în legătură cu relație dintre numărul de frecvențe proprii de rezonanță ale unei plăci și tratamentele de coacere fel, îmbunătățirea relativă

este totdeauna prezentă, dar nu avem certitudinea că masei grandul determină progresul, având în cercetare un material foarte neomogen, edată prin anisotropia de structură, cit și prin structură însăși de o mare complexitate, care are încă multe necunoscute. Reacția la umiditate și căldură cu memorizarea și reflexele la acești parametri în funcție de anotimpul și temperatura momentului de tăiere, țin de structura membranei celulare, ori, toamii seccată membră este alcătuită din elemente submicroscopice despre care se presupun doar ipotetice organizări ale structurii celulare. Realitatea din domeniul pe care îl studiem noi a pretins cunoașterea și recunoașterea unor caracteristici de ordin general ce nu au avut nevoie, acum cinci secole, de un aparat de suprastructură pentru a găsi o soluție simplă, frumoasă, elegantă și mai ales durabilă.

Darcisarea soluției de grunduire s-a făcut imediat după pensulare, stit soluție cit și lemnul fiind ușor încălzite, cu scopul de a se evapora rapid dizolventul. Prin darcisare, pelicula de grund se concentrează și porii se umplu de masa grundului, respectiv coară, rășină, tanenți, gumă, pelen, propolis, etc. Dacă se ține cont de direcția fibrelor, efectul apăsării stricului de lemn, imediat de soluție de grunduire dă efecte frumoase, prin schimbări de nuanțe și culorii în lumina reflectată, fenomenul putând fi numit diacrisim (?) Prezența oracelurilor ne obligă să acceptăm ideea că s-a folosit cu certitudine și un vernis pe bază de ulei, cu un timp de uscare dependent de stocivul folosit, respectiv de rețeta lacului, știut fiind că timpul de uscare se poate și s-a putut totdeauna regla în limite convenabile. Dacă nu uităm că lacul italian este moale și că unii îl seccata și acum fără să se fi uscat complet, argumentând cu faptul că aici zgîrieturi pe lac dispar după un anumit timp, sfîrșitii de care nu ne-am putut convinge direct, fiindcă zgîrieturile de pe Pressenda sau Teocler nu dispar total, ce și zgîrietura de pe violoncelul Stradivari, stins din greșală de pinterul lui Napoleen. Totuși trebuie să reținem faptul și să remarcăm că și în cazul Pressenda sau Teocler, instrumente active și gaxie (sublinierea este deosebit de importantă pentru cercetare), ce etalen în cercetare, zgîrieturile nu rămân cu marginile dure, lacul fiind realmente foarte moale și posibil să-și rezolve singur astfel de necesari.

În concluzie, lacul sau vernisul și grandul italian aplicat pe cutia de rezonanță a unui instrument din grupul de sar, încă

na are o soluție exactă. Presupunerile noastre, ale celor ce încercăm să cuprindem știința acestui grup într-o teorie suficientă, trebuie să răspundă unor condiții ce țin de legile construcției vechi, din care am reușit să lămurim o parte. Aceste condiții ar fi următoarele :

- fiindcă această construcție are nevoie de un anumit rezultat sonor pentru dimensionarea de acordaj a feței cu spatole, ea este examinată și reexaminată în alb, adică fără lac. Gîtul și limba sînt și ele prinse doar în șuruburi pentru determinarea înclinării corecte a limbii, înclinare care determină înălțimea călușului, lungimea și dimensiunile cerșilor, tipul de cordaj, etc. Toate aceste rezultate se dorește păstrate și după grunduire și lăcuire, știut fiind că pătrunderea lacului în lemn duce la o degradare a sonorității de-a dreptul spectaculoasă, denumită printre latineri "amațires" vierii. Din această condiție de păstrare a structurii lemnului în alb, deducem că grundul trebuie să fie o peliculă subțire și să nu se dizolve în diluenții lacului:

- fiindcă lacul, prin cantitatea ce se depune, adică aprox. 6-10% din greutatea cutiei de rezonanță, schimbă valoarea frecvențelor proprii de rezonanță, pelicula lui trebuie să aibă o grosime mică. Dacă modul de vibrație al feței pretinde însă o atenueare, varierea grosimii peliculei de lac este o nedalitate foarte rezonabilă și poate fi explicată multor lacuri aparent prea groase la unele instrumente din grup, descrise așa de teți cercetătorii, fără o măsurare a acestor variații de grosime.

Dizolvarea grundului în alcool, esență sau ulei, duce la pătrunderea rășinilor în lemn și deci la modificarea structurii lemnului. Rațional ni se pare că stratul imediat următor grundului să fie un vernial cu ulei, cu uscare rapidă și foarte subțire, pentru ce poate el să se aplice alt strat cu timpul de uscare convenabil apariției creșelagilor. Calitatea grundului și a lacurilor, în combinație cu grosimea peliculelor și calitatea ce și forma suprafeței grunduite și dăruite să realizeze diorizmul prin reflexia luminii după reflexia ei prin stratul de vernial. Combinația rețetei în rășini poate fi diferită, fără să poată lipsi sandracul, rășina care intră în definiția vernialului. Alături de ea se pot introduce orice alte rășini, naturale sau artificiale, dacă realizează condiția fundamentală. Pentru a fi mai compleți, ni se pare utilă și o suplimentară explicație a condiției cu punctul de înmuiere scăzut. Dacă vernial este tare și sticleos, tipic pentru aproape toate soluțiile convenționale, atunci rezultatul sonor este lipsit de farmec.

In concluzie, se poate spune și că lacul trebuie să fie docil și fără personalitate, astfel încât calitățile sonore ale instrumentului în alb să nu se degradeze.

CAPITOLUL IV.2. EMISIA SONORĂ

Fermeul suzetului de vioară italiană a fost din toate timpurile un adevăr subiectiv și unica modalitate de control și stabilire a procesului tehnologic, capabil de a produce repetitiv acest strălucit efect sonor. Acest criteriu este subiectiv fiindcă ține de simțuri și de gustul artistic și unor subiecți evoluați muzical și docil și relativ în lipsa unor argumente științifice obiective.

Eforturile de obiectivizare s-au concentrat în marea lor majoritate pe diagramele de răspuns ale instrumentelor în cercetare, comparate cu diagrame ale unor instrumente celebre. Printre primii cercetători este și Henri François /7/, din cercetările cărui prezentăm curbele din fig.42.a,b, cercetări efectuate în anul 1943. Viorile sînt celebrele, prima fiind un Guarneri și celelalte patru, Stradivari. Comparatiile din fig.42.b

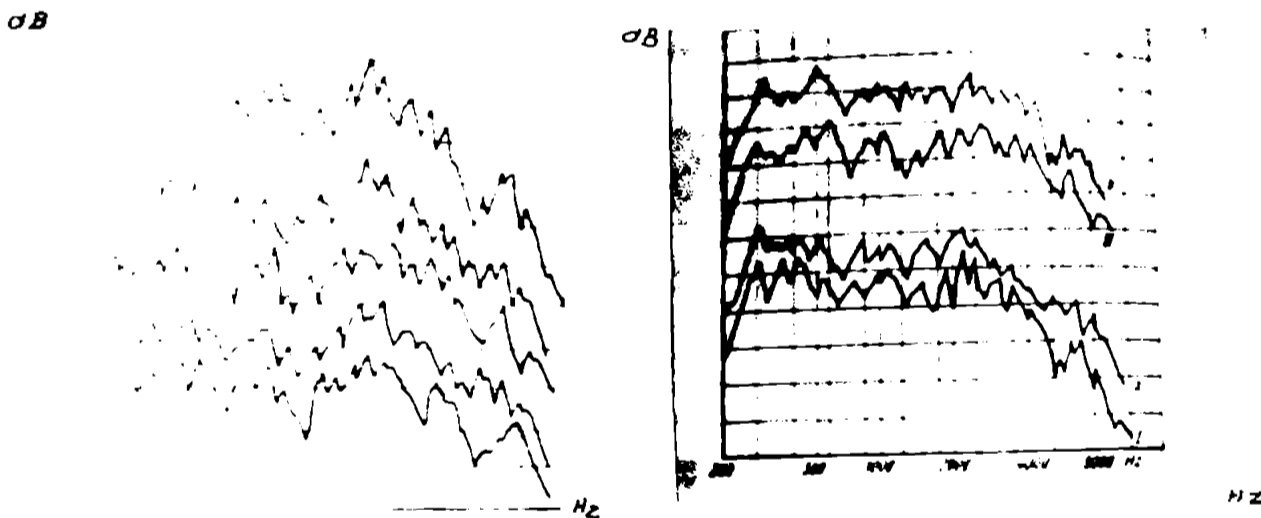


Fig.42.a,b. Diagrame de răspuns Henri François - 1943.
a.I - Guarneri-Maisfelds, II - Stradivari-Maisfelds,
III - Stradivari-Masagnol, IV - Stradivari-le
Fignon, V - Stradivari-le Cigno.

sînt deosebit de interesante pentru noi, fiindcă autoral pretinde că cele două vieri copiate au și sonoritățile corespunzătoare. Originalul Guarnerius din 1742 a rămas în patrimoniul internațional, dar copia lui Koch din 1930 a rămas un instrument convențional, ca și copia lui Gould din 1889 după vioara Masagnol a lui Stradivari din 1724.

Metode diagramele de răspuns continuă să fie folosite, cu anumite modificări în a crește instrumentul; arcaș necunoscut.

secționare acustică a arcașului într-un sens și în ambele sensuri, într-un timp acustic, cu excitație glisandă la câștig pe tot registrul vioii, etc. Rezultatele obținute sînt săraco în informații, fără ca să putem deei evalua și ordona materialul într-o sinteză la obiect, în confruntare cu adevărul subiectiv al urechii evaluate. Curbale din setul de secce diagrafe din fig.43.a - j, sînt cîteva din setele de răspunsuri similare, din care nu se putut interpreta, la obiectivul farac, nici asemănările și nici deosebirile înregistrate de noi.

dB

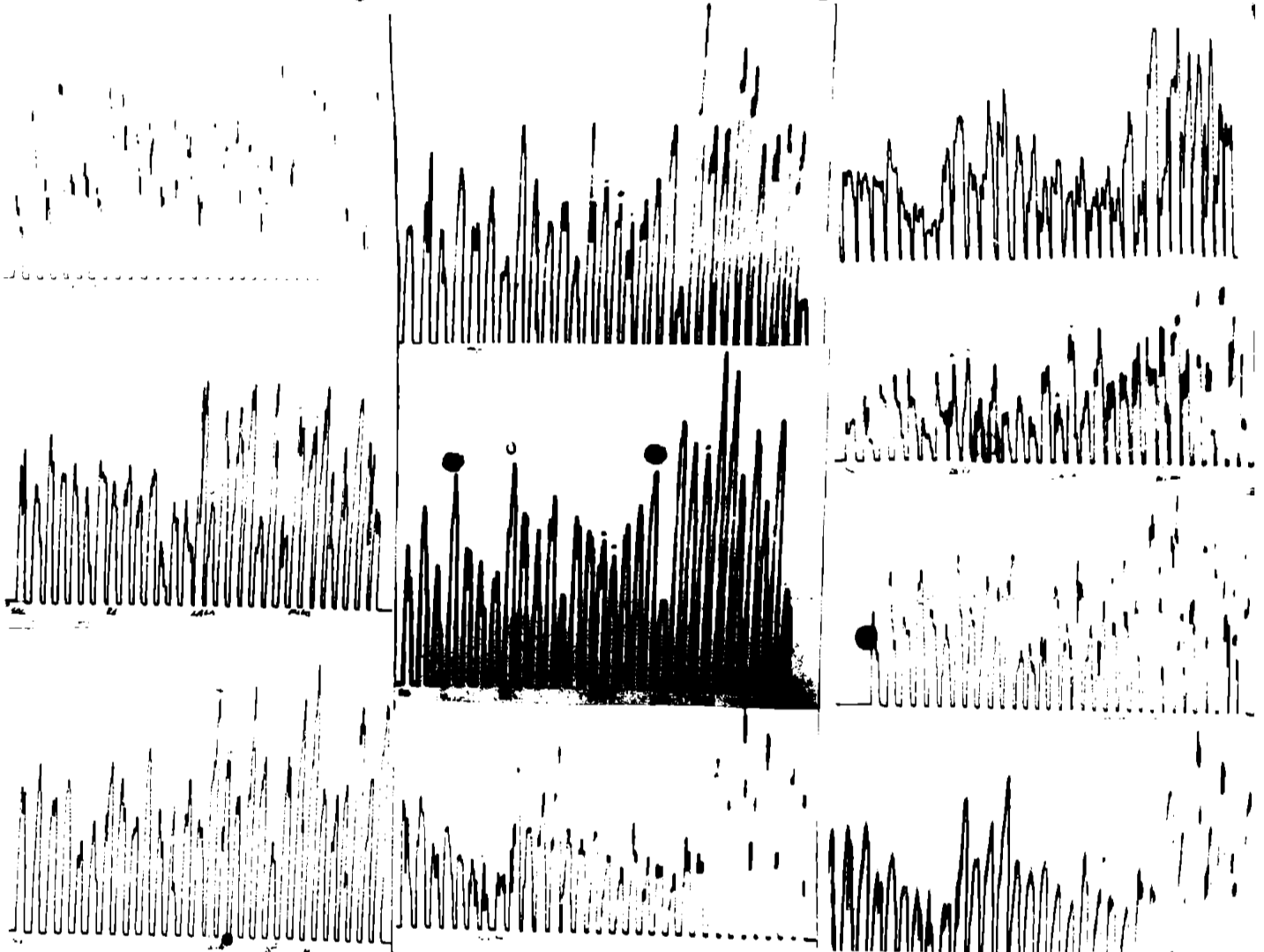


Fig.43.a-j. Diagrame de răspuns ridicate cu arcaș mecanic din camera anecoidă, microfon condensator, senometru și scrip-ter în x,y.

Prezența în unele diagrame de răspuns a trei virfuri de amplitudină, denumite frecvențe proprii de rezonanță, deși ele corpului de rezonanță și una a valusului de aer al cutiei a dat ocazie la multe interpretări prea optimiste despre valoarea acestei metode. Fig.44 arată comparativ forme curbelor și poziția virfurilor caracteristice, pentru trei vioi din cercetarea Hutchins /17/ și două de noi.

Analiza sunetului muzical cu metode ce țin de sperința microfonicului, oscilografului, analizei spectrale, înregistra-

rea sunetelor și oscilatorului, întră evident în baza materială necesară a cercetărilor asupra instrumentului muzical.

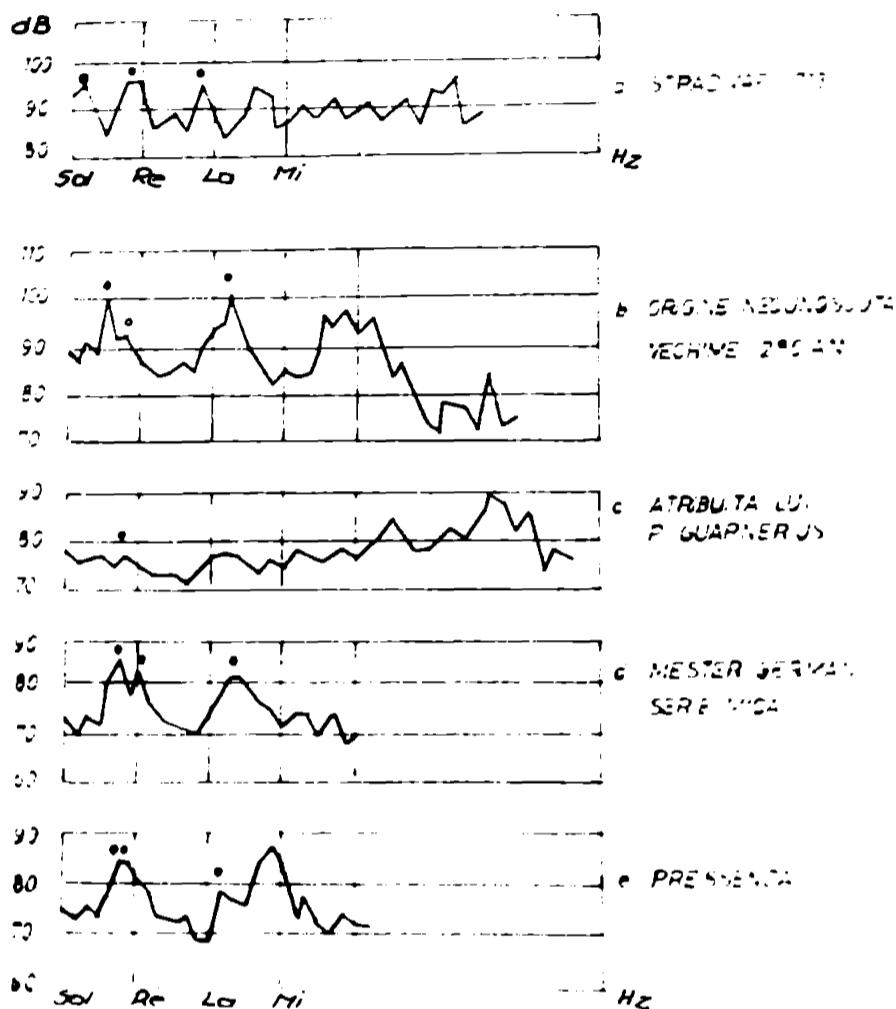


Fig.44. Diagrame de răspuns cu indicarea frecvențelor proprii de rezonanță. a,b,c - după Hutchins și d,e- proprii.

Întrebarea care se pune în primul rând este măsura în care schemele fizico-matematice ale acusticii în general și cercetările din domeniu, se adaptează realităților din sonoritatea vocii în general și a vocii italiene în particular.

Cercetările consultate de noi, consideră sunetul de violă ca având o frecvență dominantă, conformă cu notația elastică. Olson /31/ de pildă, indică pentru frecvențele celor patru corzi ale vocii o anumită configurație de analiză spectrală, față de care, în fig.45 am alăturat trei alte spectre. Diferențele sînt ușor de constatat și devin argumente ce confirmă din nou precum că sunetul vocii este o problemă aparte și că este nevoie de foarte multă circumspecție în folosirea aparatului de observare și măsură a frecvențelor decitate de violă.

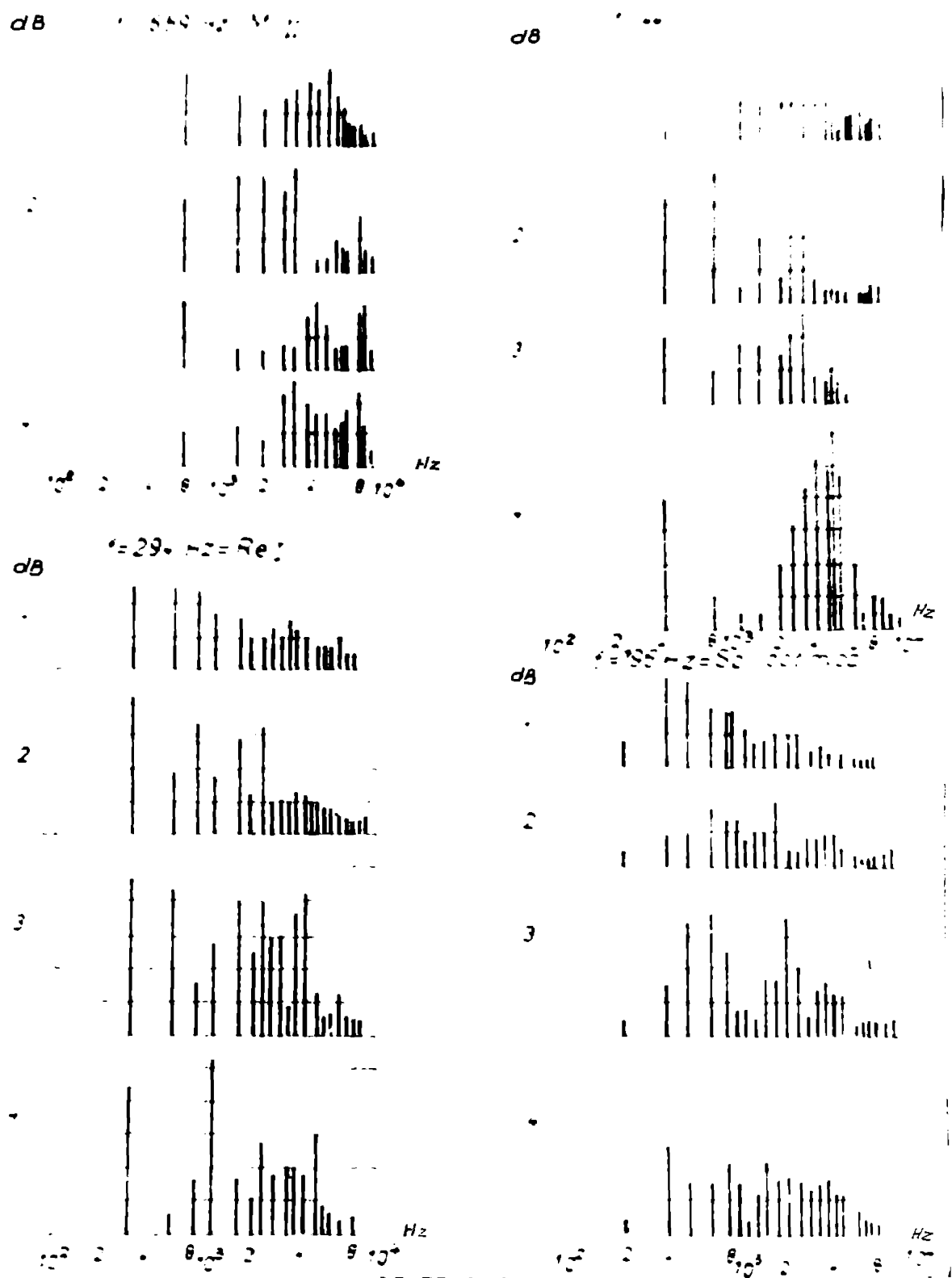


Fig.45. Analize spectrale comparative pentru cele patru cerni libere.
 1 - spectru Olson, 2 - vicară sovietică,
 3 - meșter german, 4 - vicară italiană.

In continuare prezenta analiza spectrale făcuta cu ajutorul analizatorului de birou Hewlett Packard.

A. Inregistrarea sunetului.

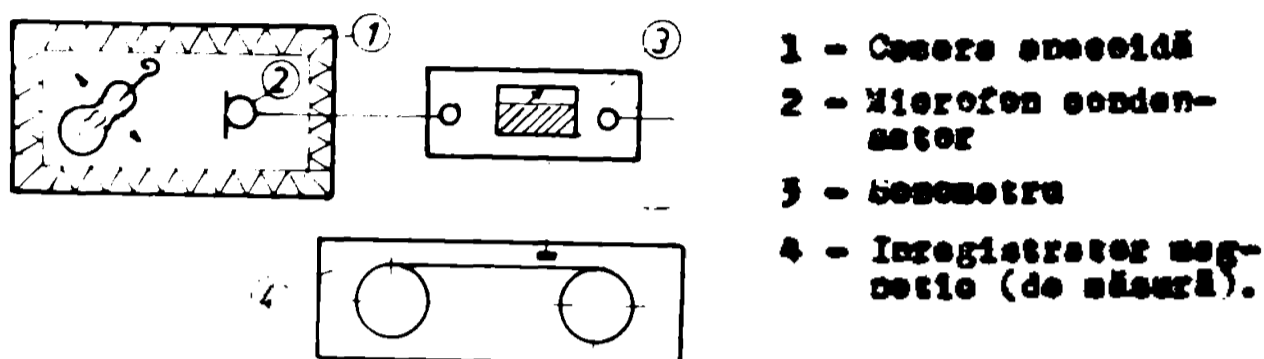


Fig.46. Schema de înregistrare.

A. Prelucrarea sunetului.

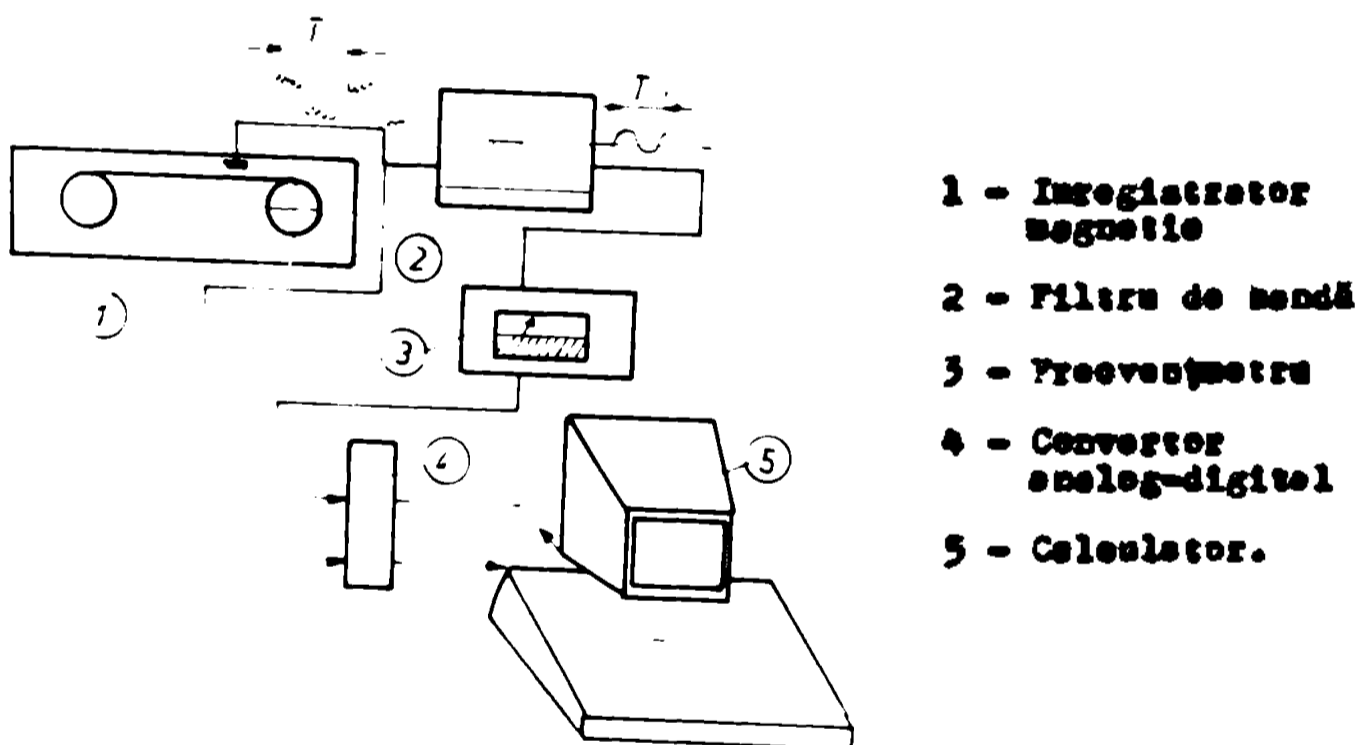


Fig.47. Schema de prelucrare a sunetului.

Inregistrarea sunetului s-a făcut într-o cameră anecoică, conform schemei din fig.46. Prelucrarea sunetului s-a făcut pentru a obține informațiile de periodicitate, aplicându-se o analiză Fourier, pe schema din fig.47, deoarece de sunet înregistrat s-a trecut întâi prin filtrul de bandă 2, prin care se obține un sunet armonios periodic, având perioada T egală cu perioada componentei fundamentale a sunetului înregistrat. Frevența periodică a sunetului armonios este măsurată cu aju-

torul frecvențetrului ω la a cărui ieșire se obține un semnal în dinți de ferestră care marchează periodicitatea semnalului de analizat, cu toată complexitatea lui. Marcarea periodicității, sau mai bine zis, delimitarea perioadei fundamentale a semnalului din frecvențe înregistrată se face prin înregistrarea simultană a celor două semnale în memoria calculatoarelor ω , prin intermediul unui convertor analog numeric ω . Prin progres, semnalul în dinți de ferestră delimitează secvențe periodice a semnalului și astfel se poate aplica analiza Fourier a semnalului pe perioada T , cu condiția ca : $T > 0$.

Pentru semnale reale, cum sînt sunetele emise de o vioră, T are totdeauna o valoare finită, egală cu inversul frecvenței fundamentale a sunetului emis, ν_f :

$$T = \frac{1}{\nu_f}$$

Astfel, semnalul de analizat în domeniul timp se poate scrie sub formă :

$$u(t) = u(t \pm T).$$

Într-o primă aproximație s-a considerat că sunetul emis de vioră este un semnal determinat de tip periodic. În realitate însă, el este de tip pseudoperiodic, aspect asupra căruia vom reveni. Pentru necesitățile de a determina spectrul mediu al sunetului emis, aproximația făcută este suficient de acceptabilă.

Între semnalul $u(t)$ (reprezentare în domeniul amplitudine - timp) și spectrul său $S(\nu)$ (reprezentare în domeniul amplitudine - frecvență) există o corespondență biunivocă, ambele exprimînd același fenomen fizic, în două forme diferite :

$$u(t) \rightleftharpoons S(\nu).$$

Ace formașă sînt numite pereche Fourier, care are proprietatea de dualitate, definită prin cele două transformate Fourier, directă și respectiv inversă, care au sub formă generală expresiile :

$$S(\nu) = \int_{-\infty}^{\infty} u(t) \cdot e^{-j2\pi\nu t} \cdot dt$$
$$u(t) = \int_{-\infty}^{\infty} S(\nu) \cdot e^{+j2\pi\nu t} \cdot d\nu$$

unde $e^{\pm j2\pi\nu t} = \cos(2\pi\nu t) \pm j \sin(2\pi\nu t)$.

În cazul semnalelor reale și periodice, limitele de integrare pentru obținerea spectrului sînt de la 0 la T și acesta

este discret, având doar componente frecvenței fundamentale, armonicele ecostale $\gamma_k = K \cdot \gamma_f$, $K \in \mathbb{N}$, și eventual o componentă pentru $\gamma = 0$ (componente continuă a semnalului $u(t)$):

$$b(\gamma_k) = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) \cdot e^{-j2\pi \gamma_k t} dt,$$

unde $k = 0, 1, 2, \dots$

La rîndul său, $x(t)$ se poate scrie descompus sub formă unei sume de componente armonice ale unei frecvențe fundamentale (dezvoltarea în serie Fourier):

$$x(t) = \sum_{k=0}^{\infty} M_k \cdot \cos(2\pi \gamma_k t - \varphi_k),$$

unde M_k = amplitudinea componentei armonice k din $b(\gamma)$, iar φ_k fază respectivei componente.

Perechea de valori (M_k, φ_k) care determină componenta (faza) k din cadrul spectralui $b(\gamma_k)$ în planul complex, se poate trece și sub formă perechii (A_k, B_k) care determină proiecțiile fazei pe axa reală, respectiv imaginară, a planului complex:

$$M_k \cdot \cos(2\pi \gamma_k t - \varphi_k) = M_k \cdot [\cos(2\pi \gamma_k t) \cos \varphi_k + \sin(2\pi \gamma_k t) \cdot \sin \varphi_k] = A_k \cos 2\pi \gamma_k t + B_k \sin 2\pi \gamma_k t$$

$$\Rightarrow \begin{cases} A_k = M_k \cdot \cos \varphi_k \\ B_k = M_k \cdot \sin \varphi_k \end{cases} \cdot \begin{cases} M_k = \sqrt{A_k^2 + B_k^2} \\ \varphi_k = \arctg\left(\frac{B_k}{A_k}\right). \end{cases}$$

Analiza spectrală a semnalului înregistrat s-a făcut cu ajutorul unui calculator de tip Hewlett-Packard dotat cu un software specializat pe prelucrerea, analiza și redarea semnalelor analogice convertibile în semnale numerice.

Pentru că orice prelucrare a unui semnal se face într-un anumit timp finit ($t > 0$), se impune antialiasing în timp a semnalului analogic, $x(t)$, la intervale de timp Δt egale. Cunoștință perioada semnalului T , se poate calcula numărul de eșantioane necesare, N :

$$\Delta t \cdot N = T \Rightarrow N = \frac{T}{\Delta t}.$$

Intervalul Δt se alege conform teoremei de eșantionare a lui Shannon, în funcție de frecvența maximă care se dorește a fi analizată în cadrul semnalului:

$$F_{max} < \frac{1}{2 \Delta t}$$

$\frac{1}{2 \Delta t} = F_N$ se numește Nyquist și reprezintă limita inferioară pentru frecvențele care ar putea introduce confuzii de interpretare în domeniul util de frecvențe prin fenomenul de "aliasing". Astfel se impune filterarea anti-aliasing a semnalului $u(t)$ cu ajutorul unui filtru trece-jos :

$$F_{max} < \frac{1}{2} \cdot \frac{N}{T} \Rightarrow N > 2TF_{max}$$

În acest fel, semnalul $u(t)$ este determinat în intervalul de timp $(0;T)$ și de frecvență $(0;F_{max})$ de un număr minim de $2 \cdot T \cdot F_{max}$ eșantioane.

semnalul $u(t)$ va fi definit astfel numai în momentele $t = n \Delta t = t_n$:

$$u(t) = u(t_n) = u(n \Delta t), \text{ unde } n = 0, 1, 2, \dots, N-1.$$

Pentru a putea introduce sub formă numerică valorile celor N eșantioane, semnalul $u(t)$ trece la analogia din analogie în digital. În acest fel valorile eșantioanelor sînt aproximate prin valori discrete, care sînt multiplii întregi ai unei cuante q , în cazul unei cuantizări uniforme. În cazul generării binare a valorilor discrete a eșantioanelor, numărul de valori posibile (N_q), pe care poate să le aibă un eșantion este o putere a lui 2 :

$$2^b = N_q$$

unde b = numărul de biți folosiți pentru o lecție de numeric.

Periodicizarea semnalului $u(t)$ pe durata celor N_p perioade analizate s-a făcut printr-un proces de mediere a acestora, obținîndu-se un semnal medie $\tilde{u}(t_n)$ pentru fiecare din cele N eșantioane :

$$\tilde{u}(t_n) = \frac{1}{N_p} \cdot \sum_{j=1}^{N_p} u_j(t_n)$$

Acestui semnal i s-a aplicat transformata Fourier sub formă discretă și finită (DFT) :

$$b(\gamma)_k = \frac{1}{\Delta t \cdot N} \cdot \sum_{n=0}^{N-1} \tilde{u}(n \cdot \Delta t) \cdot e^{-j2\pi \gamma n \Delta t} \cdot \Delta t = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \tilde{u}(t_n) \cdot e^{-j\omega_k t_n}$$

Astfel pentru realizarea unei medieri corecte, cit și pentru posibilitatea folosirii algoritmului de calcul rapid al transformatei Fourier (FFT), se impune o recuantizare a sem-

semnalului $u(t)$ convertit numeric, astfel încât cele N eșantioane de pe presupusul interval de timp T egal cu perioada semnalului să fie o putere a lui 2. Pentru aceasta se impune mai întâi o reșantionare a semnalului $u(t)$, realizabilă printr-o metodă de interpolare sau extrapolare :

$$u(t_n) \rightarrow u^*(t_{n'}), \quad n' = 0, 1, 2, \dots, N'-1,$$

unde $N' = 2^r$, $r =$ întreg pozitiv.

Spectrul devine :

$$S(k, \gamma)_r = \frac{1}{N'} \sum_{n'=0}^{N'-1} \tilde{u}^*(t_{n'}) \cdot e^{-j2\pi k \gamma_{r,n'} \cdot \Delta t}$$

Pentru fiecare componentă spectrală se obține câte o pereche de valori (M_k, γ_k) sau (A_k, B_k) . Considerând însumarea ca înmulțire drept operație matricială, spectrul semnalului $u(t)$ se calculează din :

$$[\tilde{S}(\gamma_k)] = \frac{1}{N} \bar{P} \cdot [\tilde{u}^*(t_n)]$$

unde $N = 2^r$, $r =$ întreg ; $n = 0, 1, 2, \dots, N-1$; $P = \sigma$ matrice pătrată, de dimensiune N , de vectori a căror modul este egal cu unitatea.

În mod normal pentru calcularea spectrului trebuie efectuate N^2 operații. Prin metoda transformatei Fourier rapide (FFT), numărul de operații ^{se reduce} la $N \cdot \log_2 N$. Din expresia spectrului se observă că numărul de componente spectrale complexe, k , este de $\frac{N}{2}$. Astfel, distanța Δf dintre două componente adică rezoluția spectrală, va fi :

$$\Delta f = \frac{F_{max}}{\frac{N}{2}} = \frac{2F_{max}}{N} = \frac{2}{2N\Delta t} = \frac{1}{T} = \gamma_r$$

Descrierea rezultatelor :

Tabelul 2

Numărul înregistrării vibrogramei	Acordaj Hz	Călung nr.	Numerele busule	Observații
V ₁	440	0	54	Mers cromatic de la Sol = 196 Hz, cu arcuș în jos și în sus pentru fiecare notă semnal.
V ₂	440	0	8	Numai corzi libere, fiecare cu arcuș în jos și în sus.

V_3	455	0	8	Numai corzi libere, fiece cu arcuș în jos și în sus.
V_4	435	0	8	- " -
V_5	440	1	8	- " -
V_6	443	5	8	- " -
V_7	440	3	8	- " -
V_8	440	4	8	- " -

Instrumentul din experiment : I.F.Pressenda - Terino - 1849.

Călușele au fost numerotate de la 0 la 5 și instrumentul a fost acordat pentru L_0 de 435-440-443-455 Hz, cu intenția de a observa măsura în care se produs modificări în spectrul sonor. Notațiile folosite în tabelul 2, grafice și în tabelele numerice pe secvențe-seninel sînt următoarele :

V_1 = înregistrarea 1

N_1 = secvențe 1

F = frecvențe fundamentale în Hz

N_p = numărul de perioade pe care s-a făcut înregistrarea

N_s = 1.00 - 10.00 - numărul armonicei

A = valorile coeficienților Fourier, A_1 , raportați la amplitudinea M_0 a armonicei fundamentale

B = valorile coeficienților Fourier, B_1 , raportați la amplitudinea M_0 a armonicei fundamentale

M = valorile amplitudinilor componentelor armonice ;

$$M = \frac{\sqrt{A^2 + B^2}}{M_0} \quad \text{unde} \quad M_0 = \sqrt{A_0^2 + B_0^2} .$$

Din cele peste 100 sennele analizate numeric și grafic am separat numai pe cele care privesc corzile libere, cu acordul și călușul respectiv secvenței, scoțind că graficele pe verticală, cu înfășurătoare amplitudinilor armonice, se analizează mai ușor și mai clar, pe lângă tabelele numerice sau oscilogrammele secvențelor de referință. Pentru a lărgi informația am adăugat și rezultate din analize mai vechi, obținute fără calculator, ca și spectrele indicate de Olson /31/.

I. Coarda Mi.

Fig.48 cuprinde centralizarea datelor din tabelale 3 și 4, pentru zece armonice. Am reținut în continuare și oscilogrammele din calculator disponibile, considerîndu-le de o valoare mai deosebită.

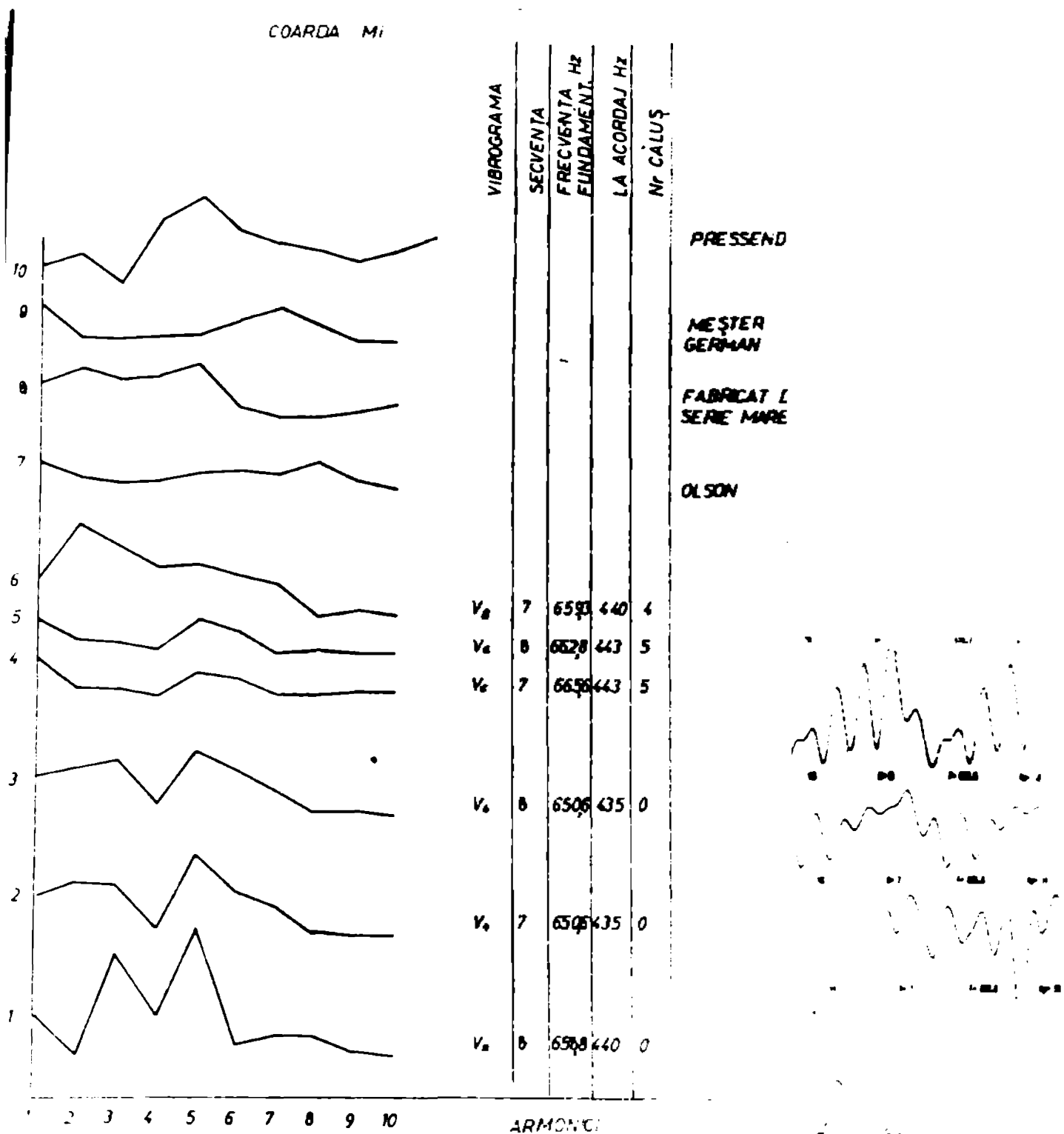


Fig.48. Spectrograme 1-10 și vibrograme 1-6 pentru coarda Mi.

Considerăm că informațiile de conținut din aceste grafice sînt evident insuficiente la obiectivul țarces. De pildă, tendința de a avea un vîrf suprasaturat pentru armonica 5 la patru din cele șapte spectrograme Pressenda, sau că la toate diagramele, armonica 5-a este un vîrf, aceste caracteristici sînt contrazise toamă de vicăra convențională, "fabricat de serie mare", din spectrograme opt.

Atreget atenția asupra formei oscilogramelor V₄ și V₆ cu secvențele 7 și 8, reprezentînd diferențe de formă dependente și de direcția aronșului, jos sau sus. La o astfel de situație, greu de anticipat și mai greu de crezut la prime vedere, spec-

trogramele corespunzătoare 2 și 3, respectiv 4 și 5, au forme foarte asemănătoare, ca și frecvențele fundamentale sau perioadicitatea. Singura observație mai importantă pare să fie o ușoară tendință de asemănare a spectrogramelor în funcție de câmp.

Tabela 3 - gvarda M1

Nr.inreg. 2 Nr.secv.8 Frecv.fundam.658.8 Hz, $M_0 = 78.88$ Nr.per.13										
Nr	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
A	-1.00	.05	1.25	.94	-.56	-.18	-.35	-.21	.02	-.02
B	.00	.03	-2.34	.55	-3.25	-.26	-.48	-.47	-.10	-.04
M	1.00	.06	2.65	1.09	3.30	.31	.60	.52	.10	.05

Nr.inreg. 4 Nr.secv.7 Frecv.fundam.650.6 Hz $M_0 = 78.38$ Nr.per.13										
Nr	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
A	-.73	1.07	-.46	-.03	-2.03	.90	-.58	.09	-.08	-.01
B	.69	-1.02	1.25	-.14	.13	.48	-.60	.02	.01	.04
M	1.00	1.48	1.54	.15	2.03	1.02	.83	.09	.08	.04

Nr.inreg. 4 Nr.secv.8 Frecv.fundam.650.9 Hz $M_0 = 82.49$ Nr.per.13										
Nr	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
A	-.77	-1.24	-1.19	-.08	-1.10	-.02	.50	.01	-.05	.02
B	.64	.28	.83	.29	-1.41	-1.16	-.36	-.11	-.13	-.02
M	1.00	1.27	1.45	.30	1.78	1.16	.62	.11	.14	.03

Nr.inreg. 6 Nr.secv.7 Frecv.fundam.665.6 Hz $M_0 = 134.9$ Nr.per.14										
Nr	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
A	-.79		03.26	-.06	-.59	-.49	-.07	-.03	-.04	-.03
B	-.61	-.23	-.17	-.10	-.23	.11	-.08	.03	.04	.03
M	1.00	.23	.31	.31	.63	.50	.08	.03	.04	.03

Nr.inreg. 6 Nr.secv.8 Frecv.fundam.662.8 Hz $M_0 = 189.6$ Nr.per.13										
Nr	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
A	-.75	-.03	.32	.09	-.63	.58	.04	.03	-.04	.01
B	-.66	-.44	-.06	.12	-.72	.25	-.05	-.09	-.02	-.01
M	1.00	.44	.33	.14	.96	.63	.07	.10	.05	.01

Nr.inreg. 8 Nr.secv.7 Frecv.fundam.659.3 Hz $M_0 = 50.39$ Nr.per.13										
Nr	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
A	-.95	1.87	-.75	0.42	.81	.77	.71	-.01	-.06	.07
B	-.30	-1.45	1.64	1.22	-1.12	-.71	.53	.03	.10	.02
M	1.00	2.37	1.80	1.29	1.38	1.04	.88	.04	.12	.07

Tabela 4 - Spectrograme de referință. ^{s)}

A.Olson /39/										
Nr	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
M	1.0	0.7	0.5	0.6	0.7	0.8	0.7	1.1	0.6	0.4
B.Eerie mare										
M	1.0	1.3	1.1	1.1	1.4	0.4	0.2	0.2	0.3	0.4
C.Meșter german										
M	1.0	0.2	0.2	0.3	0.3	0.8	1.1	0.7	0.3	0.3
L.Pressenda										
M	1.0	1.3	0.6	2.2	2.8	2.0	1.7	1.6	1.2	1.4

^{s)} Spectrograme ridicate cu analizor de frecvență fără calculator.

II. Coarda Ia.

Fig.49. centralizează datele din tabelele 5 și 6, pentru șose armonice. Comentariul este asemănător în general, menționându-se și sublinierile pentru diferențele dintre oscilogramele V_4, V_5, V_6, V_7, V_8 - secvențele 5 și 6 și asemănările relative dintre spectrograme. Forma spectrogramelor este influențată și în acest caz de către căluș și nu de tensionarea de acordaj.

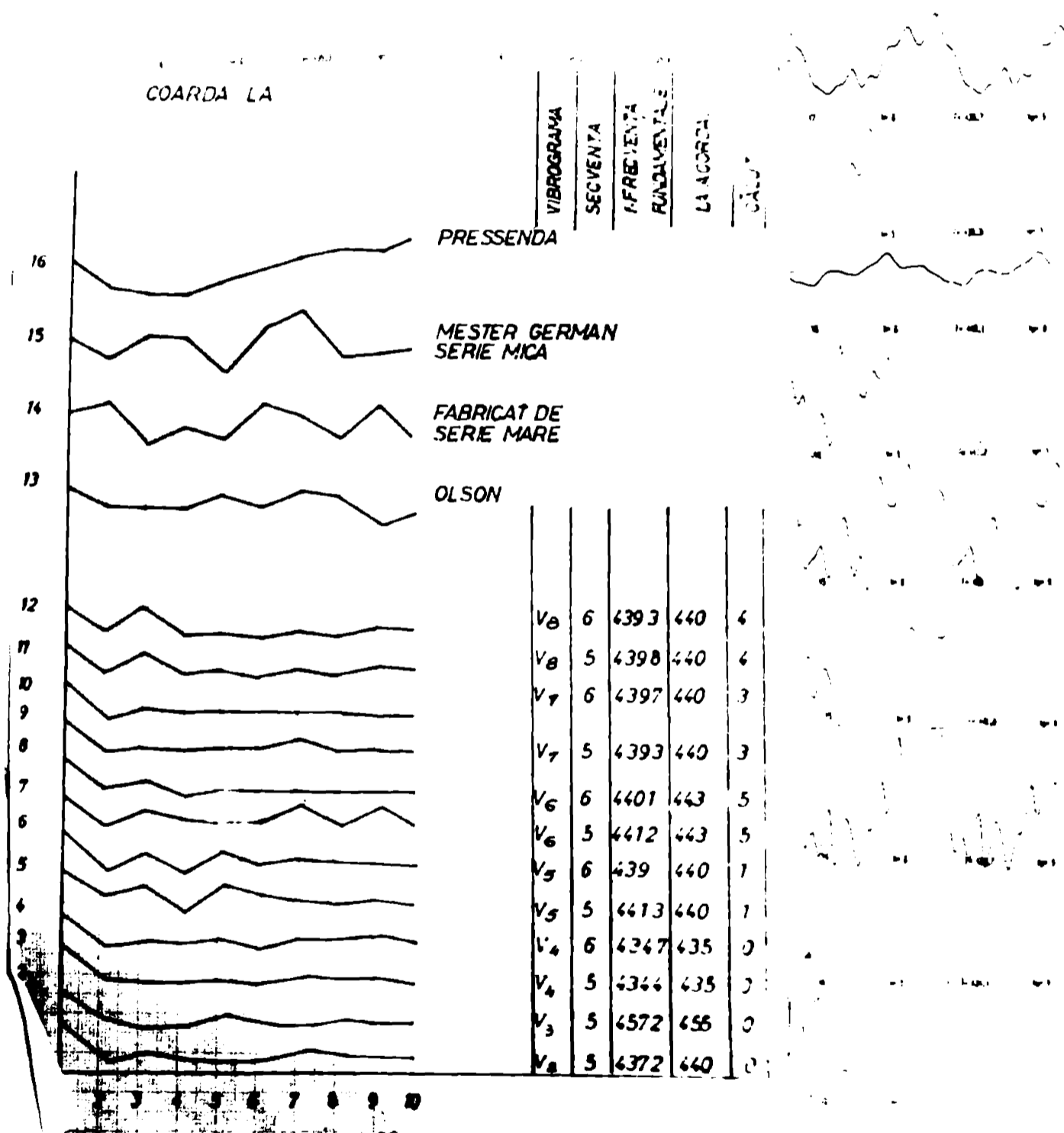


Fig.49. spectrograme 1-16 și vibrograme 1-12 pentru coarda Ia.

Tabel 5 - gerda Ia

Nr.inreg. 2 Nr.secv.5 Freqv.fundam.437.2 Hz $M_0 = 157.6$ Nr.per.9										
M ₀	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
A	-.93	-.12	-.11	-.23	.23	.08	-.44	-.08	-.06	.09
B	-.36	.24	-.42	.13	.06	-.19	-.12	.14	.11	-.09
M	1.00	.27	.44	.26	.24	.21	.46	.16	.13	.13
Nr.inreg. 3 Nr.secv.5 Freqv.fundam.457.2 Hz $M_0 = 198.3$ Nr.per.9										
A	-.93	-.33	.05	.07	-.15	-.13	-.03	.18	.17	.01
B	-.36	.14	.04	-.04	.36	.12	-.01	.17	.03	.12
M	1.00	.36	.06	.08	.39	.18	.03	.25	.17	.12
Nr.inreg. 4 Nr.secv.5 Freqv.fundam.434.4 Hz $M_0 = 288.9$ Nr.per.9										
A	-.81	-.34	.10	-.22	.12	.09	-.18	-.17	-.28	-.05
B	-.58	.20	-.28	.03	.28	-.04	-.27	.07	.21	-.01
M	1.00	.39	.30	.22	.30	.10	.32	.18	.35	.05
Nr.inreg. 4 Nr.secv.6 Freqv.fundam.434.7 Hz $M_0 = 349.3$ Nr.per.9										
A	-1.00	-.10	-.28	-.16	-.17	-.06	.28	.12	-.27	-.04
B	.10	-.18	-.02	-.03	-.23	-.06	-.11	.07	-.01	-.04
M	1.00	.20	.28	.16	.28	.08	.30	.14	.27	.06
Nr.inreg. 5 Nr.secv.5 Freqv.fundam.441.3 Hz $M_0 = 203.1$ Nr.per.9										
A	-1.00	.13	-.48	-.00	-.64	-.10	.13	-.20	-.12	-.06
B	.05	.38	.46	.00	-.25	.39	.25	.04	.19	.06
M	1.00	.41	.66	.01	.68	.40	.28	.20	.22	.08
Nr.inreg. 5 Nr.secv.6 Freqv.fundam.439 Hz $M_0 = 259.7$ Nr.per.9										
A	-1.00	-.03	-.48	.01	-.48	.05	.03	.17	-.16	.01
B	.09	-.17	.29	.06	-.29	-.18	.26	-.00	.12	-.00
M	1.00	.17	.56	.06	.56	.18	.27	.17	.20	.01
Nr.inreg. 6 Nr.secv.5 Freqv.fundam.441.2 Hz $M_0 = 142.6$ Nr.per.9										
A	-.92	-.13	-.38	.38	-.11	-.06	.68	-.04	-.65	-.05
B	-.38	.25	.54	.18	-.26	.25	-.12	-.17	.40	.00
M	1.00	.28	.66	.42	.28	.25	.69	.18	.76	.05
Nr.inreg. 6 Nr.secv.6 Freqv.fundam.440.1 Hz $M_0 = 66.09$ Nr.per.8										
A	-.81	-.03	-.40	.04	.16	-.02	-.07	.02	-.02	-.01
B	-.59	-.21	.24	-.09	-.07	.04	-.07	.03	.04	.01
M	1.00	.22	.47	.09	.17	.04	.09	.03	.05	.01
Nr.inreg. 7 Nr.secv.5 Freqv.fundam.439.3 Hz $M_0 = 208.5$ Nr.per.9										
A	-.94	.04	-.26	-.17	.14	.10	-.38	-.00	.13	-.02
B	-.33	.20	-.27	.08	.15	-.23	.14	.06	.24	.05
M	1.00	.20	.37	.18	.21	.26	.40	.06	.27	.06
Nr.inreg. 7 Nr.secv.6 Freqv.fundam.439.7 Hz $M_0 = 203.9$ Nr.per.9										
A	-.71	-.13	.23	-.05	-.02	-.10	-.11	-.01	-.03	.00
B	.70	.19	.19	.09	.11	.03	.02	-.06	.08	-.01
M	1.00	.23	.29	.10	.11	.11	.12	.06	.09	.01
Nr.inreg. 8 Nr.secv.5 Freqv.fundam.439.8 Hz $M_0 = 196.5$ Nr.per.9										
A	-.99	.12	-.30	.16	-.12	-.06	.16	-.03	-.30	-.02
B	.13	.10	.73	.13	-.12	.10	-.12	-.01	.04	-.17
M	1.00	.15	.78	.20	.17	.12	.21	.03	.31	.17

./.

Nr.inreg.	8	Nr.secv.6	Freqv.fundam.439.3	Hz	$M_0 = 186.1$	Nr.per.9				
A	-.99	-.27	-.57	-.09	-.06	.08	.22	.02	.01	-.21
B	.16	-.19	.68	-.08	-.16	.03	.08	.07	-.21	-.05
M	1.00	.33	.89	.12	.17	.09	.23	.07	.21	.21

Tabelul 6 - Spectrograme de referință

A. Olson

Nr	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
M	1.00	0.52	0.46	0.47	0.83	0.49	0.97	0.78	0.03	0.39

B. Conventional serie mare

M	1.00	1.27	0.14	0.61	0.24	1.2	0.89	0.24	1.16	0.17
---	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------

C. Meșter german, serie mică

M	1.00	0.48	1.06	9.95	0.08	1.21	1.63	0.48	0.58	0.68
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

D. Pressada

M	1.00	0.26	0.13	0.15	0.52	0.85	1.15	1.37	1.3	1.63
---	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------

III. Coarda Re.

Fig.50 centralizează datele din tabelele 7 și 8, tot pentru aceea sursă. Comentariul este asemănător în general, menținându-se sublinierile pentru oscilogrammele V_2, V_3, V_4, V_5, V_6 și V_7 - secvențele 3 și 4, precum și asemănările relative dintre spectrogramele corespunzătoare, mai ales sub influența călușului.

Tabelul 7 - coarda Re.

Nr.inreg.1	Nr.secv.3	Freqv.fundam.303.9	Hz	$M_0 = 167.3$	Nr.per.6					
Nr	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
A	-.99	-.26	.16	-.05	-.13	.02	.02	.41	.05	-.02
B	.43	.11	.14	.23	.09	.00	.05	.22	-.06	.11
M	1.00	.28	.21	.23	.16	.02	.05	.46	.08	.11

Nr.inreg.2	Nr.secv.3	Freqv.fundam.293.7	Hz	$M_0 = 250.2$	Nr.per.6					
A	-.41	.21	.12	.10	.13	.03	.01	.06	.02	.12
B	.91	.34	.13	-.01	-.24	.03	-.11	.06	-.02	.03
M	1.00	.40	.18	.10	.27	.04	.11	.08	.02	.12

Nr.inreg.2	Nr.secv.4	Freqv.fundam.293.2	Hz	$M_0 = 275.5$	Nr.per.5					
A	-.40	-.18	.17	-.07	.02	-.05	-.03	-.00	-.03	-.06
B	.92	-.36	.06	.04	-.24	-.03	-.12	-.13	.02	-.01
M	1.00	.40	.18	.08	.21	.06	.13	.13	.03	.06

Nr.inreg.3	Nr.secv.3	Freqv.fundam.303.9	Hz	$M_0 = 167.3$	Nr.per.6					
A	-.99	-.26	.16	-.05	-.13	-.02	.02	.41	.05	-.02
B	.43	.11	.14	.23	.09	.00	.05	.20	-.06	.11
M	1.00	.28	.21	.23	.16	.02	.05	.46	.08	.11

Nr.inreg.3	Nr.secv.4	Freqv.fundam.304.1	Hz	$M_0 = 161.5$	Nr.per.6					
A	-.85	.22	.19	-.07	-.14	-.03	.14	-.37	-.08	-.05
B	1.53	-.29	.17	-.30	.03	-.01	.09	.20	-.06	-.14
M	1.00	.37	.25	.31	.15	.03	.17	.42	.10	.15

Nr. inreg. 4	Nr. secv. 3	Freqv. fundam. 290.3	Hz	M_0	= 157.8	Nr. per. 6				
A	-.79	.02	.08	.10	.15	.07	.09	-.03	-.01	.07
B	.61	.32	-.03	.01	-.17	.04	-.10	.02	.01	-.03
M	1.00	.32	.09	.10	.23	.08	.14	.04	.01	.07

Nr. inreg. 4	Nr. secv. 4	Freqv. fundam. 290.1	Hz	M_0	= 317.4	Nr. per. 6				
A	-.79	-.03	.03	-.14	.12	-.06	.13	.10	-.03	-.01
B	.62	-.35	-.00	-.02	.00	-.10	-.05	-.04	-.04	-.07
M	1.00	.36	.03	.14	.12	.11	.14	.10	.05	.07

Nr. inreg. 5	Nr. secv. 4	Freqv. fundam. 292	Hz	M_0	= 256.4	Nr. per. 6				
A	-.77	.14	-.02	.04	.03	-.04	.14	.02	-.01	.00
B	.63	-.21	.04	-.35	.02	.02	.10	.23	.06	.03
M	1.00	.27	.05	.35	.09	.05	.17	.23	.06	.03

Nr. inreg. 6	Nr. secv. 3	Freqv. fundam. 294.1	Hz	M_0	= 167.1	Nr. per. 6				
A	-.80	-.49	-.02	.09	.03	-.09	-.00	.19	.00	.04
B	.60	.27	.02	.30	.13	.03	.19	.01	.03	-.03
M	1.00	.56	.03	.32	.33	.09	.19	.19	.03	.05

Nr. inreg. 6	Nr. secv. 4	Freqv. fundam. 294	Hz	M_0	= 224.2	Nr. per. 6				
A	-.80	.61	-.01	-.16	.09	.01	.08	-.19	-.13	-.04
B	.59	-.21	.11	-.25	.11	-.03	.16	.00	.02	-.01
M	1.00	.64	.11	.30	.14	.03	.17	.19	.13	.04

Nr. inreg. 7	Nr. secv. 3	Freqv. fundam. 293.3	Hz	M_0	= 174.8	Nr. per. 6				
A	-.34	.31	-.06	-.15	-.32	.11	-.07	-.08	-.05	-.05
B	.94	.12	-.10	-.52	0.03	-.10	.13	-.11	.03	-.01
M	1.00	.34	.12	.54	.32	.15	.15	.14	.06	.05

Nr. inreg. 7	Nr. secv. 4	Freqv. fundam. 293.3	Hz	M_0	= 217.7	Nr. per. 6				
A	-.35	-.29	.01	.28	-.27	-.07	-.02	-.07	-.07	.04
B	.94	-.12	-.10	.38	.04	.09	.21	.05	.06	.01
M	1.00	.32	.10	.47	.27	.11	.22	.09	.09	.04

Nr. inreg. 8	Nr. secv. 3	Freqv. fundam. 293.5	Hz	M_0	= 157.6	Nr. per. 6				
A	-.79	.11	-.04	.15	.12	-.02	.08	.05	-.04	-.01
B	.62	.29	.06	.08	.13	.05	.06	.02	-.02	.05
M	1.00	.31	.07	.17	.18	.05	.10	.05	.04	.05

Tabelul 8 - Spectrograme de referință

A. Olson /38/										
Nr	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
M	1.0	0.9	0.9	0.6	0.6	0.4	0.4	0.5	0.4	0.6
B. Seris mare										
M	1.0	0.5	0.8	0.4	0.7	0.3	0.8	0.2	0.2	0.2
C. Meșter german										
M	1.0	0.9	0.2	0.6	0.8	0.5	0.9	0.6	0.6	0.2
D. Pressende										
M	1.0	0.1	0.4	0.1	0.4	0.3	0.6	0.4	0.5	0.4

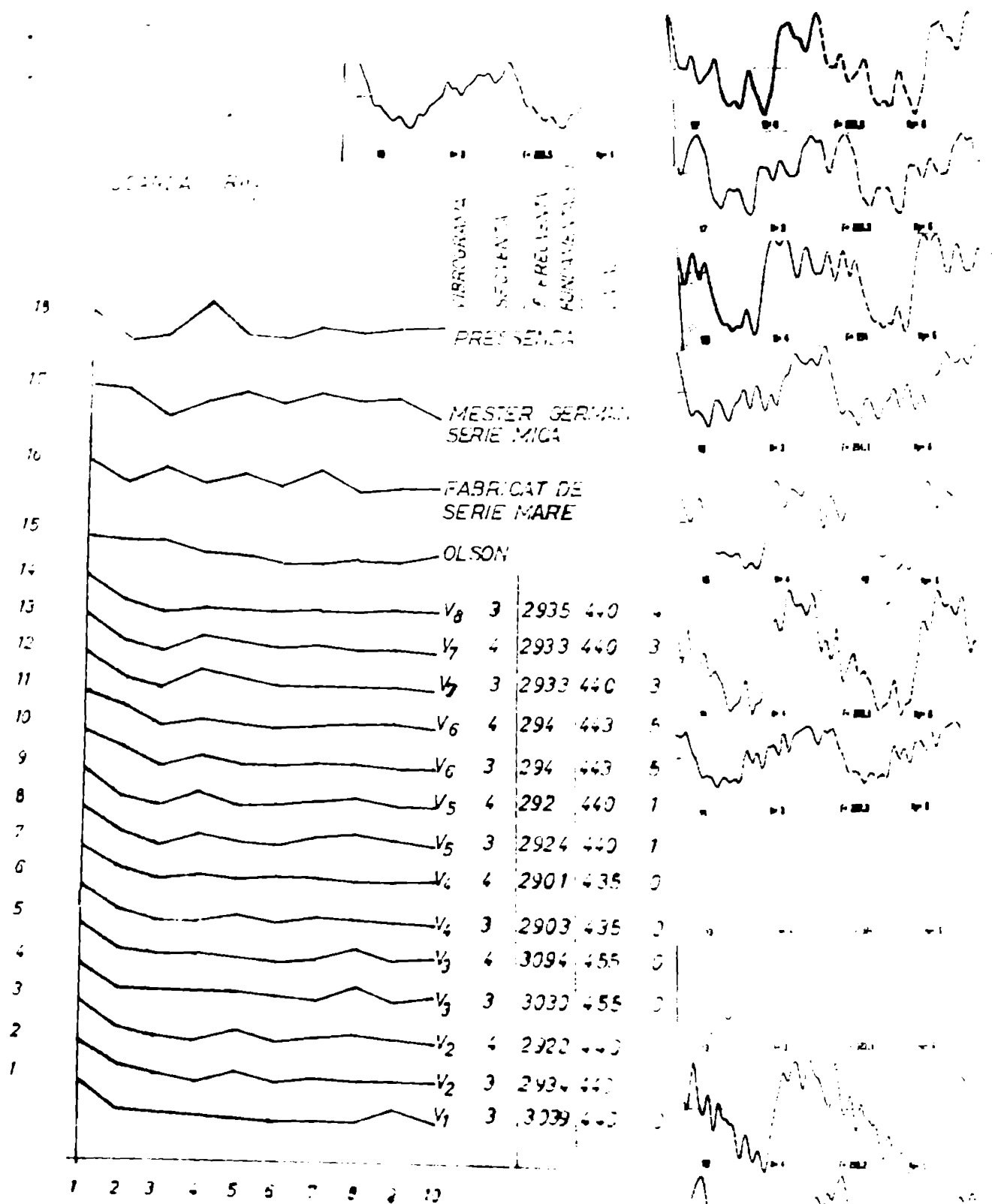


Fig.50. Spectrograme 1-18 și vibragrame 1-14 pentru coarda Bb.

IV. Coarda Sol.

Fig.51 centralizează datele din tabelele 9 și 10 tot pentru zece armonice. Forma diagramei este foarte diferită de a celorlalte cozi și cănașul nu are, aparent, nici o influență asupra formei spectrogramelor. Putem spune că metoda este săracă și simplistă în informații despre timbrul sonorității instrumentului italian, mai ales atunci când corectarea și-a îmbogățit

afie de mult cunoștințele prin teoria din procesul tehnologic. Vom putea spreia sintetic și analizele spectrale, numai atunci când vom putea corela anumite detalii din construcție de anumite detalii din analize.

Tabela 9 - Coarda sol.

Nr.inreg.1	Nr.secv.2	Frecv.fundam.203.1 Hz $M_0 = 14,2$ Nr.per.4								
Na	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
A	.97	-6.57	-2.36	.48	.59	.38	-.34	.47	1.92	-.36
B	.26	-7.16	2.46	-2.51	-1.05	-1.80	3.40	-1.89	-1.19	.47
M	1.00	9.72	3.41	2.55	1.21	1.84	3.41	1.94	1.93	.59

Nr.inreg.3	Nr.secv.2	Frecv.fundam.203.1 Hz $M_0 = 14,2$ Nr.per.4								
A	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
A	.97	-6.57	-2.36	.48	.59	.38	-.34	.47	1.92	-.36
B	.26	-7.16	2.46	-2.51	-1.05	-1.80	3.40	-1.89	-.19	.47
M	1.00	9.72	3.41	2.55	1.21	1.84	3.41	1.94	1.93	.59

Nr.inreg.2	Nr.secv.2	Frecv.fundam.191,3 Hz $M_0 = 11,72$ Nr.per.4								
A	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
A	1.00	-3.71	-2.41	-1.08	2.	.04	-2.44	-2.93	2.70	-1.85
B	.03	-1.93	2.02	-1.52	-1.	-.88	-.43	1.86	1.50	2.93
M	1.00	4.18	3.14	1.86	2.91	.38	2.48	3.47	3.08	3.47

Nr.inreg.4	Nr.secv.1	Frecv.fundam.204 Hz $M_0 = 2,156$ Nr.per.4								
A	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
A	.15	.29	-2.16	1.95	9.07	.74	.28	.14	2.88	-.85
B	.99	-2.11	-.47	.81	9.25	.75	-.76	-.13	2.68	
M	1.00	2.13	2.21	2.11	12.95	1.05	.81	.19	3.93	13.41

Nr.inreg.5	Nr.secv.2	Frecv.fundam.195.2 Hz $M_0 = 11,75$ Nr.per.4								
A	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
A	.98	-5.71	-7.04	-.89	2.04	6.17	.36	-1.04	-1.02	.25
B	.18	-2.58	-1.15	-2.70	.45	1.85	-2.70	.72	2.68	1.04
M	1.00	6.27	7.13	2.84	2.08	6.44	2.72	1.27	2.86	1.07

Tabela 10 - Spectrograme de referință

A. Olson /38/										
Na	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
M	1.0	3.2	2.8	2.0	2.0	1.8	1.3	0.8	0.9	1.2
B. Serie mare										
M	1.0	2.0	2.6	4.9	3.8	3.7	2.4	2.9	3.4	1.7
C. Meșter german - serie mică										
M	1.0	2.5	6.1	6.5	4.3	1.3	1.5	0.8	3.0	2.9
D. Pressenda										
M	1.0	2.7	3.1	3.0	4.4	2.7	0.5	2.41	4.6	3.4

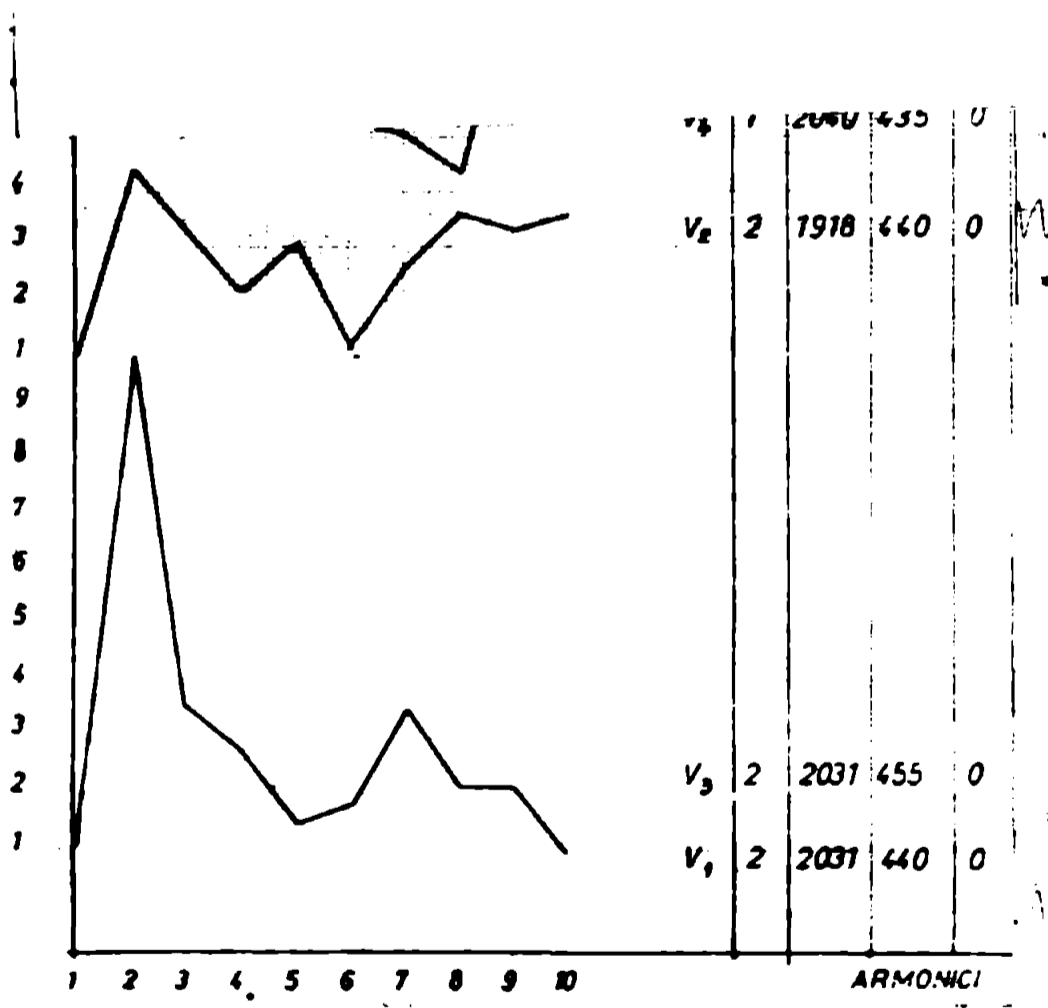
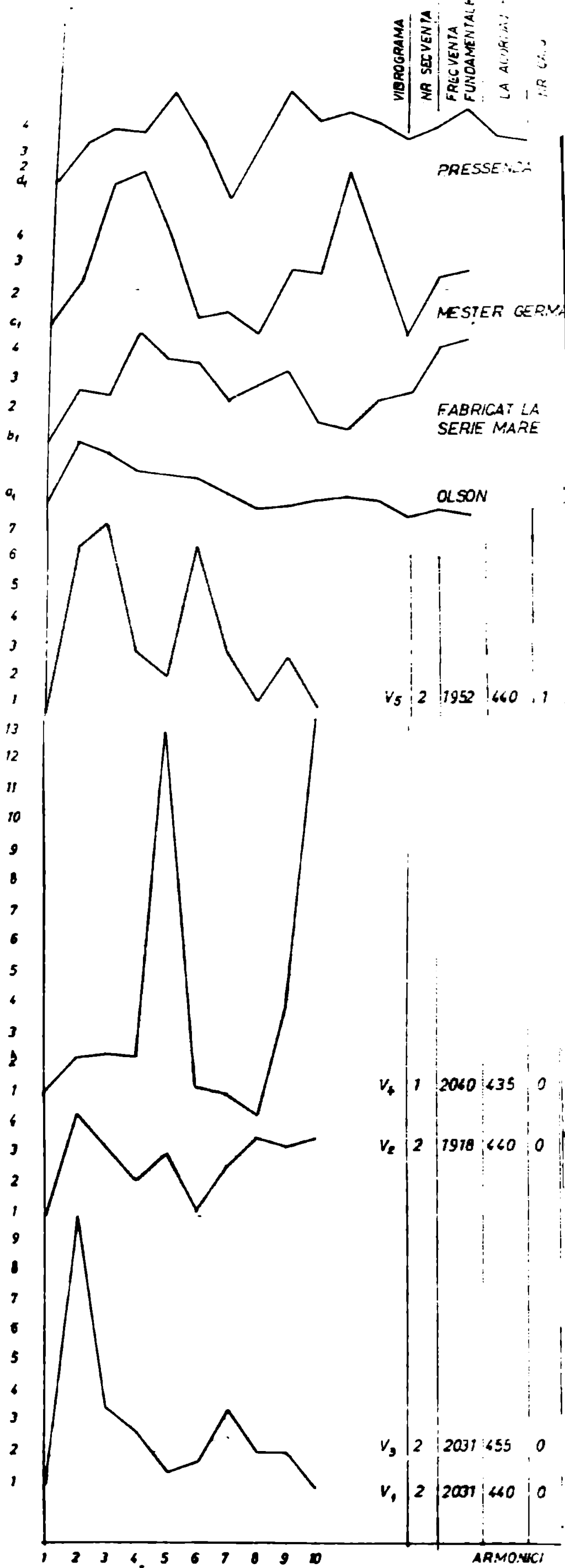


Fig.51. Spectrograme 1-9 și vibratogram 1-5 pentru coarda bel.



[Handwritten signature]

[Handwritten notes]

Fig.51. Spectrograme 1-9 și vibrograme 1-5 pentru coarda Sol.

Din rezultatele obținute, privind clasificarea calitativă a timbrului, deducem că sunetul de vioară este un sunet deosebit și că metodele actuale, folosind serviciile obișnuite din tehnica de calcul și a mijloacelor electronice de observare și măsură sînt limitate. Astfel într-o primă aproximare acest sunet a fost tratat ca un sunet periodic, respectiv staționar, dar prin aceasta el nu mai coincide cu cel real, ci devine o transpunere a acestuia, mai mult sau mai puțin apropiată, susceptibil însă de a fi analizat prin metode rapide. Aceste metode ne duc la o a doua aproximare a sunetului real prin prelucrarea lui analogică, respectiv prin erorile implicite metodei de analiză numerică. Limitările, filtrările analogice cu baleiere continuă sau discretă a domeniului de frecvență, filtrări recursive, medieri, eșantionări, conversii analog-numeric, etc., sînt aproximări introduse de către metoda de analiză spectrală (DFT sau FFT), metoda corelației sau metoda coerenței. Aproximările s-au dovedit, deseori, prea mari chiar și în raport cu cerințele de identificare doar a fundamentalei sunetului.

Plecînd însă de la presupunerea fundamentală că acest sunet are o ușoară variație a frecvenței de bază, datorită fenomenului de torsionare a corzii prin frecarea ei cu arcușul (cap. IV.1), semnalul real poate fi o triplă modulație de; frecvență, intensitate și spectru. Aceasta presupune însă o analiză a sunetului în timp real și o reprezentare a spectrului său în timp real, pentru urmărirea evoluției în timp.

Dificultatea reprezentării spectrale reale, respectiv decodificării caracteristicilor interesante este similară și comparabilă cu dificultatea și problemele legate de analiza și recunoașterea cu ajutorul sistemelor de calcul a formelor și a imaginilor. Ca și urechea umană, ochiul analizează, decodifică și recunoaște o mare varietate de forme, bine, repede, cu șanse minime de greșeală, față de un sistem automat, care face aceleași operații nu aproape instantaneu (în timp real), analogic și global, ci într-o perioadă de timp, eșantionat, serial, local și programat. Pentru aceasta, sistemul are nevoie de o capacitate relativ foarte mare de memorie, pentru memorarea nuanțată a punctelor imaginii, respectiv a eșantioanelor de semnal de audiofrecvență), conversoare analog-numeric rapide, o programare sofisticată, etc. și rezultatele de-abia sînt palpabile față de posibilitatea ochiului, respectiv ale urechii umane.

Supoziția că ar exista o modulație fină în timp a spectrului semnalului emis, $S(\gamma) = S(\gamma, t)$ a fost confirmată de analiza spectrală a semnalului pe o durată de cca 30ms a unui număr de (7-20) pseudoperioade, pentru cele patru frecvențe ale corzilor libere H_1 ,

N_2, N_3, N_4 , fiecare în câte patru secvențe. Analiza s-a făcut cu ajutorul aceluiași calculator Hewlett Packard, spectrul $\bar{S}(\gamma, t)$ reprezentându-se tridimensional, atât pentru modulul $M_k(t)$, spectrul de "amplitudini", cât și pentru faza $\varphi_k(t)$.

Rezultatele analizei se pot sintetiza în câteva observații, deosebit de importante ca încercut de punere a problemelor complexe din vibrația corzilor frecate cu arcuș și a sunetelor obținute printr-un sistem rezonant de tipul instrumentelor din familia vioii în general și a vioii italiene în particular.

1.) Inconstanța frecvenței fundamentale de la o perioadă la alta, conform fig. 52, unde s-a reprezentat în dreptul fiecărei perioade numărul de ecantioane între două treceri consecutive prin zero, în același sens, a semnalului corespunzător notei N_1 , secvența S_3 . Armonica doua avînd amplitudinea maximă (fig. 53), pe durata unei perioade a semnalului vom avea două treceri în același sens prin zero, astfel încît pentru calculul numărului de ecantioane corespunzător unei perioade se adună câte două valori, obținîndu-se șirul: $/1+2/=2+284$, $/3+4/=545$, $/5+6/=548$, $/7+8/=544$, $/9+10/=548$, $/11+12/=541$, $/13+14/=547$, $/15+16/=541$, $/17+18/=?$, $/19+20/=543$, $/21+22/=549$, $/23+24/=544$.

În unele cazuri, o astfel de variație într-o măsurătoare dependentă de un anumit nivel (nivelul de zero) poate fi dată și de o eventuală derivă în curent continuu a semnalului în timp. În cazul nostru însă acest lucru este exclus din două motive. Pe de o parte, oscilațiile valorilor sînt bruște de la o măsurătoare la alta și nu respectă o anumită variație în timp. Pe de altă parte, pentru urmărirea frecvenței (N_2-N_4), s-au luat în analiză câte două perioade de semnal în loc de una,

$$\Delta t = 2T$$

(cu notațiile din cap. IV.2.), pentru a analiza în ce măsură semnalul este sau nu periodic. În acest caz, dacă semnalul ar fi fost periodic, atunci componentele spectrale de ordin impar $\bar{S}(\gamma_k, t)$, cu $k=2n-1$, n = întreg pozitiv, numite componente interspectrale, ar fi trebuit să fie nule. Din fig. 54 se observă însă contrariul.

2.) Din analiza reprezentărilor spectrale $\bar{S}(\gamma, t)$ tridimensionale, se observă că anumite componente k sînt stabile în amplitudine și fază, iar altele au amplitudinea sau și faza variabile în timp (fig. 54, fig. 55, fig. 36). Se mai observă faptul că cu cît modulul $M_k(t)$ a unei componente spectrale k este mai mic, cu atît variațiile fazei $\varphi_k(t)$ în timp sînt mai mari.

3.) Din figurile 53, 55, 56 se observă că la anumite componente spectrale, de amplitudini semnificative și chiar și mai puțin

variabile în timp, fazele lor se modifică în timp într-un mod care nu pare aleator, ci este conform unei anumite legi de variație.

Probabil că în viitor, dispunând de sisteme de calcul cu o capacitate mai mare de memorie, se va putea analiza semnalul emis de vioară pe o durată mai mare, nu de cca 30ms, ci de cca 1500 ms, putându-se evidenția astfel această presupusă lege de variație a fazelor componentelor spectrale în timp, și ea la rândul ei posibil periodică.

Prin variația în timp a fazelor anumitor componente spectrale se pot explica oscilațiile cu 1% în medie, a valorilor perioadelor succesive ale semnalului analizat. Astfel acestea nu sînt date de către fundamentali, cum ar părea să fie la prima vedere, și cum s-a văzut că nu este, ci, mai ales de către modulația de fază și eventual și în amplitudine a anumitor componente spectrale.

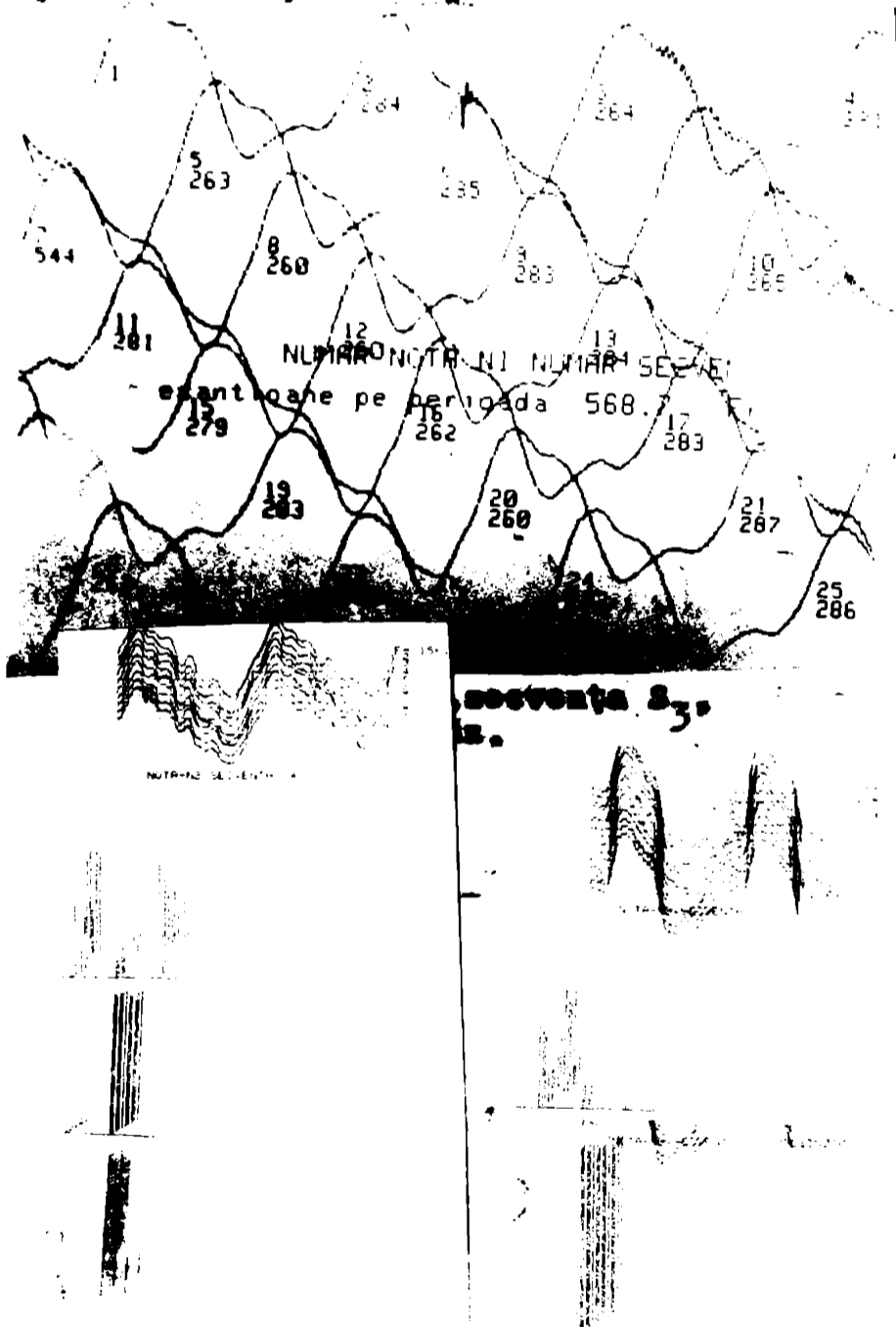


Fig. 54. Nota N₂, secv. S₄, frecvența - 156,2 Hz

Fig. 55. Nota N₃, secv. S₁, frecv. - 233,2 Hz S₃, frecv. - 207,8 Hz.

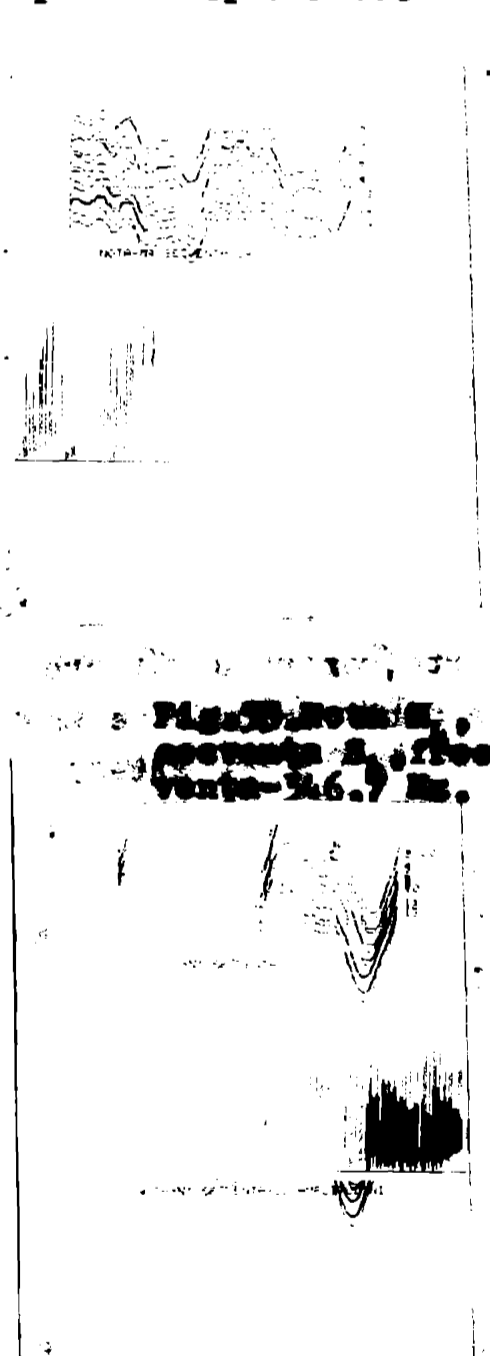


Fig. 56. Nota N₂, secv. S₁, frecvența - 156,2 Hz.

Experimentul deschide o nouă cale de pătrundere în dinamica vibrației corzilor frecate cu arcuș, amplificată printr-un sistem oscilant de tipul violii italiene. Ideea descifrării modulației parametrului fază ψ_k , pornește de la definirea operativă în funcțiile călașului, popului și pretensionării transversale. Amplificările optime realizate prin acest sistem sînt necesare pentru a se putea înmagazina în semnal energia necesară în anumite componente spectrale, care modulează în timp.

În cazul urechii, sistemul de oscilație și raportul dintre suprafețele membranelor, timpan și cele două ferestre din urechea internă, toate pretensionate, realizează o amplificare optimă, cu rațiuni similare. Nespecialiști în domeniul anatomiei urechii, dar interesați de realizarea unei teorii suficiente și în audiere, noi considerăm necesară notarea similitudinii dintre cele două sisteme și că principiile analizei spectrale din experimentul de mai sus sînt de reținut.

Dacă modelul din construcția italiană și criteriile de similitudine subliniate de noi pot apropia cele două sisteme, înseamnă că și intuițiile de la un moment dat s-au putut lăsa influențate. Astfel, primii mari constructori de viole înlocuiesc sculpturile capului violii cu melci, avînd spirala exact de formă celei din urechea umană, iar Stradivari folosește ca simbol de recepție și transmitere de vibrații, o spirală stilizată în capetele cobilitelor și în piciorușele călușului toscan.

Cap.V. EFICIENȚA CERCETĂRILOR

V.1. Expertiza sau atestarea de autenticitate și restaurarea.

Atestarea de autenticitate, pe scurt, expertiza instrumentelor din familia violii este o problemă complexă și miezul interesului calitativ pe care îl are violara italiană în lumea artei, sub semnul criterialui de valoare. În cazul nostru, definim noțiunea de valoare în sensul ei cel mai extins, adică în înțelesul de valoare obiectivă, de valoare subiectivă și de valoare convențională. Un obiect are anumite proprietăți intrinseci și măsurabile, capabile să-i determine valoarea obiectivă, independent de aprecierea subiectului. Același obiect mai poate avea și o valoare extrinsecă, adică o valoare pe care i-o dă un subiect sau un număr redus de subiecți, care este valoarea subiectivă a acestuia, dependentă de subiecți. În sfîrșit, un obiect mai poate avea o valoare convențională, adică o valoare pe care i-o dau anumite criterii convenționale ale societății și ale epocii.

Viola este în primul rînd un instrument muzical, conceput să

ca obiect de artă. Astfel, violara este un produs al inteligenței tehnice și nu un produs al fanteziei artistice, deci doar un instrument, ca scop și elaborare. Fiindcă, în evoluția violii în timp, unele exemplare s-au diferențiat prin calitatea sunetului lor, ele au obținut și calități artistice. Aceste violi au fost rezultatul unor procedee rămase necunoscute. Cu toate că, prin cercetările noastre ele sînt produse de serie mică, generații de instrumente dintr-un pos și rezultatul unui proces tehnologic unic, stabilit de inteligențe tehnice superioare, unele producții din grupul de aur au devenit individualități, unicate catalogate și conservate în instituții de artă, colecții sau cîntate de artiști celebri. Astfel, violi din producția lui Stradivari sau Guarneri au deseori și un nume propriu; Greffulle-Stradivari, Hellier-Stradivari sau Consolo-Guarneri, Canone-Guarneri, etc. Fiecare instrument din grupul de aur, indiferent că are sau nu are o istorie sau un anumit nume, el este conservat și catalogat undeva, dar evenimente ca simpozionul de la Cremona și procesul lui Henry Verro de la Berna, dezvăluie situații ce trebuie luate în considerare. Criteriul de valoare este în dubiu și circumspecția în jurul actelor mai vechi în expertize, în aspecte penibile. Mai mult, circumspecția și neîncrederea acumulată, îi face pe proprietari să nu-și poată vinde sau închiria prea ușor instrumentele, fiindcă nu sînt suficient de bine pentru prețurile de catalog solicitate și actele de autenticitate nu sînt convingătoare. Îmbunătățirea sonorității, chiar și pentru instrumentele autentice, impune refacerea stărilor originale prin restaurări competente.

Notoul lui Frank Arnan, -"Potrivit investigațiilor conștiințioase ale specialiștilor în ale artei, Coret a creat aproximativ 3.000 opere. Dintre acestea, numai în SUA se află peste 5.000..."- poate fi perfect adaptat la familia violii, cu un raport și mai rentabil falsului. Dacă în pictură, analiza chimică și examenul fizic furnizează valori măsurabile, în construcția violii doar sunetul, dacă este italian, nu poate să înșele un violonist evoluat. Condiționarea subliniată, a fost totdeauna un criteriu de valoare obiectiv pentru un grup de subiecți calificați. Farmecul acestui sunet este o realitate, dar este de obicei confundat și cu frumusețea sunetului unui violonist virtuoz sau cu un sunet personal, foarte cald și colorat prin vibrato.

Construcția instrumentului are nevoie de criterii științifice solide, pentru a putea completa gradul de obiectivitate și în expertize. Constructorul, ca și restauratorul sau expertul, trebuie să cunoască tot materialul legat de domeniu, fără lacune și deci numai cunoașterea științei, respectiv asimilarea profundă a sufi-

cienței unei teorii, asigură tripla competență a unui expert, constructor sau restaurator. Procesul tehnologic optim este încă din cinquecento un proces științific, elaborat de inteligențe deosebite, alinând cunoștințe de excepție și practici de meșteșugar solid instruit, iscusit și artist înăscut. Un violonist, colecționar, muzicolog sau lutier constructor cu toate cunoștințele de până acum din istoria, fizica și construcția violii, nu poate avea decît opinii cu caracter de interpretare nondecidabilă.

Ca și în oricare alt domeniu al artei, definirea falsului este dificilă și ne putem deseori mulțumi doar cu definiții legitime adevăr și minciună, ca în orice delict sau contravenție. Un exemplu ar fi cazul real al unui Preseada cu etichetă Stradivari sau a unui Teccler veritabil cu etichetă falsă, tot de Teccler. Aceste cazuri nu sînt de loc rare și devin în realitate doar o chestiune de litigiu asupra valorii instrumentelor. Ambele instrumente aparțin grupului de aur și falsul este condamnat prin intențiile delictivului. Folosirea de etichete ale oricărui mare constructor, fără precizări de "copie", "ecosală" sau chiar "Made in..", constituie intenție de înșelăciune.

Printre modurile de înșelăciune, cu denumiri în general acceptate, precizăm:

- "falsuri integrale", sînd instrumente de serie mare, sînt re-lucrate mai îngrijit în exterior, la lac și se pun anexe din abanos. Etichetele pe care le introduce falsificatorul sînt tipărite proaspăt, pe hîrtie modernă, învechită cu un colorant oarecare, baît de nuc sau permanganat de potasiu;

- "promovarea" unui instrument vechi, dar tot de serie mare, drept instrument de maestru, prin înlocuirea lacului, montarea de butuci de colț și lipirea unei etichete originale a unui meșter oarecare;

- "învechirea" unui instrument de serie mare sau mică, a unui meșter mai strălucit prin înlocuirea lacului, a gîtului și deseori și melcului. Se preferă instrumente la care placa de spate este dintr-o bucată, acest criteriu fiind foarte apreciat, știut fiind că multe din instrumentele vechi au un astfel de spate;

- compunerea "din oase", adică din părți de instrumente vechi, cu potrivirea unei etichete originale sau în facsimil pe hîrtie de epocă. Osebono și Francesco Stradivari ar fi primii falsificatori ai tatălui lor, compunînd instrumente din resturi nefolosite în timpul vieții acestuia;

Din istoria falsificărilor de instrumente vechi din familia violii reținem următoarele date mai semnificative:

- Paganini la o trecere prin Paris își duce Vicara Guar-

neri pentru o reparație, celebrului constructor și restaurator de instrumente vechi J.B.Vuillaume/21/. Acesta îi copiază în foarte scurtă vreme instrumentul, copie pe care o dă lui Paganini. După un oarecare timp acesta revine cu observația că s-au produs doar unele schimbări în sonoritate. Meșterul îi mărturisește adevărul și dăruiește copia lui Paganini, care era foarte afectat.

-Cremona anilor 1939 organizează un simpozion la care invită pe toți proprietarii de instrumente cremoneze. Participanții urmau să primească gratuit un nou atestat de autenticitate din partea unei comisii formate din experți competenți. Din cele peste 2.000 de instrumente, doar 40 au fost atestate drept autentice, iar 120 cu semn de întrebare, toate având și acte de atestare mai vechi.

-Bernă anilor 1952-1960 găzduiește procesul lui Henry Werro /2/, expert, colecționar, constructor și negustor de instrumente din familia viorii, care este condamnat pentru "îngelăciune profesională", imputându-i-se și sete de câștig și o ținută morală reprobabilă. Werro a fost găsit vinovat în două cazuri de îngelăciune repetată, în 12 cazuri de falsificare de documente, utilizând etichete false și într-un caz de constrângere, pentru care a fost condamnat la 1 an închisoare și 5.000 franci amendă. În două cazuri a fost obligat să reprimească violoncellele, înapoiind prețul de cumpărare și dobânzile aferente, ca și cheltuielile de judecată ale părților respective. Cheltuielile de judecată ale acestui foarte scump ^{proces} au căzut în proporție de trei sferturi în sarcina acuzatului. Instanța l-a achitat în 20 de cazuri, fiindcă a reușit să dovedească că metodele de cercetare ale experților sînt lipsite de seriozitate, folosindu-se de o expertiză ^{de} unaia din comisiile de experți implicate în acuzare. Expertiza suna astfel: violoncellele prezentată este un instrument, "construit în jur de 1.800 de Giovanni Gagliano". În realitate, instrumentul era construit în anul 1927 la Markneukirchen, elemente notate în interiorul viorii, într-un loc inobservabil, fără deschiderea acestuia în plină dezbatere, chiar de către Werro.

După această foarte scurtă introducere în lumea falsului și înarmați cu cunoștințe noi despre știința construcției de vioară italiene, actul de autentificare și în special cel de restaurare a acestor instrumente devine mai clar, mai complet și mai științific. În subcapitolul următor tratăm câteva din informațiile mai importante, rezultate din cercetarea noastră și care intră nemijlocit într-o expertiză de autenticitate despre forma, construcția și emisia sonoră a viorii.

7.2. Forma, construcția și sunetul vioii într-o expertiză.

Forma și construcția unor instrumente, în fond foarte simple, ce cele din familia vioii, devin domenii care se întrepătrund. În cele ce urmează, nu subdivizăm deci domeniile, ci le subliniem doar caracteristicile pe măsura nevoilor unor atestări de autenticitate.

Prin forma vioii se înțelege în general conturul și boltirile plăcilor cutiei de rezonanță. Împreună cu tot restul elementelor din construcție formează un tot caracteristic pentru fiecare mare meșter al grupului. În cazul Stradivari forma conturului, boltirile și feurile, variază de la o perioadă la alta, pentru că aceste criterii sînt determinate de calitățile fizico-mecanice ale noului pom în manipulare, din care urmează să se construiască o nouă generație de instrumente. Restul de elemente, de la butonul de întindere al cordarului, la forma capului, cu chei și melc, au forme tipice pe perioade mult mai lungi decît durata consensului unui pom. Dimensiunile cutiei, împreună cu majoritatea datelor notate de cercetători, ca Moskel de pildă cu violon din anul 1693 (fig. 34), sînt completate cu o comparare dendrocronologică, micro sau macroscopică a structurilor paltinului șamale solidului (fig. 12_{a-j}). Acest criteriu poate fi hotărîtor în multe cazuri.

Filoul, prin grosimea celor trei fibre ce-l compun, culoarea și materialul din care sînt realizate, distanța de la marginea plăcii, forma și precizia cu care sînt executate colțurile ceurilor sînt detalii de prim ordin.

Lacului i se analizează consistența, culoarea și degradările de culoare prin uzură și diferențe de grosime a lacului, forma și dimensiunile craclarilor, vîscozitatea și culoarea grundului.

Lățimea plăcilor în dreptul colțurilor ceului trebuie să fie diferită, mai mare fiind dimensiunea spatelui și nu invers.

Inclinarea muchiilor din conturul ecliselor, ca și cea a conturului din zona ceurilor, față de planul de înclinare al plăcilor, confirmă sau elimină pretenționarea din construcția originală, sau lipsa acesteia în cazul unei promovări. Eliminarea pretenționării dintr-un instrument autentice se observă și din deformarea distanțelor dela conturul plăcilor la eclise.

Echilibrarea tensionărilor din zona căluzului pretinde păstrarea inițială a plăcilor la dimensiunile originale, condiție care presupune păstrarea înclinării inițiale ale gîtalui, după înlocuirea acestuia cu unul mai lung (fig. 41).

Forma, dimensiunile și mai ales poziția feurilor vor influența

forma conturului. Locul spatulelor este obligatoriu conform schi-
telor lui Stradivari, altfel spus, distanța dintre spatulele supe-
rioare trebuie să corespundă distanței alese de Stradivari pentru
pomul din generația respectivă, iar centrul spatulelor inferioare
nu poate depăși grosimea șipcii de pretensionare, adică aproxima-
tiv 6mm de la dreapta care unește colțurile unghiilor curilor.
Distanțele de la conturul ecliselor a acestor centre ale spatule-
lor trebuie să fie egale atât sus, cât și jos.

Expertiza de autenticitate a unui instrument vechi nu poate fi
completă, fără ca și sunetul emis de acesta să nu fi fost examinat
în condiții optime, cu certitudinea că toate îmbinările sînt cores-
punzătoare. Cleial animal este higroscopic și repetatele lui umziri
și uscări, în funcție de variațiile de temperatură și umiditate din
atmosfera în care se mișcă în mod normal instrumentul, duc la degra-
darea lui în timp prin fărâșitare și desfacerea îmbinării, în pri-
mul rînd în zona bărbiei și lângă talpa gitalei. Cleial nu-și po-
te păstra calitățile adezive timp de secole și în momentul în ca-
re un instrument își schimbă în mod sporadic sonoritatea, putea fi
siguri că îmbinarea a obosit pe undeva. Celebrul cas al violoncelu-
lui Stradivari din proprietatea lui Pablo Casals, care după traver-
sarea oceanului Atlantic nu a mai sunat corespunzător și a fost în-
locuit cu un Goffriller /7,21/, se înșerie și el în situația de a
avea îmbinările cu clei degradate. Experiența noastră este foarte
mare în această direcție și nu am găsit excepții, nici la instru-
mente de numai 50-100 ani vechime. Constatarea că "desfacerea unui
instrument italian, înseamnă degradarea lui" a fost o realitate ca-
re se poate contrazice astăzi, cînd cunoaștem rolul pretensionării
transversale și modul cum se poate restabili această stare într-o
cutie de rezonanță Amati, Stradivari sau Guarneri.

Deschiderea instrumentului pentru motivele de mai sus ne dă
posibilitatea să ne completăm analizele în construcția cutiei, ob-
ținînd informații importante și decisive. Dimensionarea și felul
cum se racordează contraecelisele cu butucii principali și cu cei
de colțuri, forma și orientarea fibrelor în butuci, ca și gradul
precizie în prelucrare sînt date ce trebuie notate.

Verificarea în grosime a plăcilor este o operație care tre-
buie urmărită cu discernămint, determinîndu-se astfel raportul de
dimensiuni între plăci.

Eticheta, atunci cînd este prezentă într-un instrument, con-
stituie un element căruia i se dă anumită importanță. Noi desfacem
prin dezlipire, eticheta din orice instrument și o spălăm cu gri-
jă în apă distilată, pregătind-o pentru analiza de structură și P.L.

Farmecul sunetului italian este un parametru real și așa cum am mai spus, el este un adevăr subiectiv, realizat prin procesul tehnologic din teoria noastră. Într-o expertiză, restaurarea științifică devine indispensabilă și restauratorul este obligat să-și demonstreze știința prin corelarea exactă a cauzelor care produc un anumit efect sonor și invers. Evaluarea exactă și certă a prezenței farmecului presupune o ureche muzicală evoluată chiar pentru restaurator, fiindcă numai el poate realiza toate subtilele condiții din finalizarea restaurării construcției și anume;

-alegerea unui căluș potrivit ca formă, structură și dimensiuni;

-determinarea, lungimii, grosimii și poziției corecte a popului în raport cu călușul;

-lungimea optimă a corzilor prin alegerea tipului de cordar și a lungimii buclei de întindere;

-precizarea tipului de corzi (metalice sau din intestine), în diferite calități și grosimi.

Nu mai o finalizare reușită a acestor detalii poate fi numită o restaurare completă și fidelă a unui instrument italian, ori, astfel de căutări de soluții se fac numai sub controlul de calitate calificat, al unei urechi evolute și aceasta de cinci secole.

Oscilogrammele sunetelor originale neprelucrate, pentru cele patru corzi libere, sînt o reprezentare fidelă, cuprinzînd în ele toată informația necesară decodificării reale a spectrului său. Această informație devine o documentație obligatorie și pentru expertiza noastră, chiar dacă nu poate să participe direct și imediat în evaluarea anvelopei de calitate. Instrumentele italiene sînt valori de patrimoniu național și internațional și orice informație științifică de această natură, are toate șansele să devină necesară și utilă unor studii de sinteză, sau criteriu de identificare prin sunet, decât analize documentare ca cele din figurile 52-56.

Expertiza de fond a unui instrument de patrimoniu, nu se poate reduce la un simplu act, cuprinzînd numai denumirea instrumentului și cîteva fraze vag legate de construcția propriei sale. Ea trebuie să fie în primul rînd o fișă de expertiză, cu o fotografie de calitate și forma celei propuse și folosite de noi în figurile 15-16, drept act de identitate la treceri temporare de frontieră. Documentația propriei sale este cuprinsă într-un dosar cu seci de elemente de autentificare, pe măsura cunoștințelor cîștigate de noi în această cercetare.

Astfel, cunoștințele acumulate pe parcursul a 25 de ani de cercetări sistematice în domeniu și mîltimes de nouăzeci ce apar astfel într-o analiză de autenticitate bazată pe teoria noastră

conduc neînjlocit la constatarea de a avea la baza restaurărilor, extertizelor și chiar ale viitoarelor construcții de noi instrumente, o știință bazată pe o teorie suficientă.

V.3. Eficiența rezultată din competențele lărgite ale echipei disponibile.

a.-Optimizarea sonorității unei formații orchestrale prin;

-instrucțaj de obiectivizare a intonației, dinamicii și timbrului cu mijloace electronice;

-restaurarea întregului stoc de instrumente cu corzi din baza materială a orchestrei, cu seminarizarea instrumentiștilor în laboratorul atelier, pentru a-și cunoaște mai bine instrumentul, pentru a-și subtiliza auzul în recunoașterea fenomenului din sonoritatea italiană și pentru a realiza efecte timbrale din tehnică de arcuș și moduri de punere în vibrație a corzilor.

b.- Restaurarea instrumentelor din colecții muzeale sau particulare, cu lucrări menite să satisfacă și necesități muzeografice de stare și identitate. Documentele ce se eliberează pot fi completate cu date ce servesc și tipologia de fișier a muzeului.

c.-Atestări de autenticitate prin;

-expertize informative cuprinzând date ce privesc originea instrumentului și descrierea rezumativă a restaurării.

-expertiză de fond, care include toată gama de examinări.

d.-Cursuri de calificare și reciclare.

Calificarea de lutier se obține în școli speciale, care funcționează pe lângă fabrici constructoare de instrumente din familia violii. Cremona, Mittenwald, Mirecourt și Markneukirchen sînt cele mai celebre școli, în cadrul cărora propunem expuneri de teoria construcției violii, cu toate detaliile din modernitatea acestei științe în actualitate.

Reciclarea fiind incontestabil metoda cea mai eficientă de aducere la zi a cunoștințelor teoretice și în cazul nostru și cele practice în aceeași măsură, orice fabrică constructoare de violi poate contracta expuneri și seminarizări, cu scopul de a-și pune sub altă lumină puncte de vedere și rezultate din producție.

e.-Consultări fabricii constructoare, cu elaborarea de proiecte pentru corectarea proceselor lor tehnologice în construcții clasice din lemn sau în experimente cu folosirea de materiale noi.

Eficiența din practica competențelor noastre s-a realizat prin Muzeul Banatului Timișoara-Oficiul județean al patrimoniului cultural național Timiș și Filarmonica Banatului pentru expertize și alte acte de atestare de autenticitate, iar pentru restaurări și expertize informative prin Cooperativa Timișoara din str.Palanca 2.Consultările și contractările din domeniu putându-se contacta prin Institutul Romconsult, București str.Matei Milo 2.

Orice altă poziție ar fi fost minoră față de șansa de a putea contribui efectiv la iluminarea rațională a unui câmp cercetat de atita vreme și de atitii cercetători de seamă, fără să-i și răspîndim eficiențele cu generozitate și în afara acestei lucrări, teza de doctorat.

Cap.VI. CONCLUZII

În acest capitol prezentăm pe scurt, ce aduce nou cercetarea și teza noastră față de celelalte cercetări științifice despre violă.

Expunem aci unele rezultate ale cercetării noastre care aduc ceva nou despre violă față de cercetările științifice anterioare și contemporane, înainte de a le expune socotesc unele cîteva precizări metodologice.

Cercetarea noastră și această lucrare de doctorat nu sînt identice. Cercetarea noastră este mulțimea propozițiilor obținute de noi de la începuturile ei pînă acum, plus propozițiile pe care le vom obține pînă la sfîrșitul acesteia. Ea nu este deci încheiată. Teza de doctorat este un segment din cercetările noastre de la începuturile ei și pînă acum. Ea este încheiată.

Cercetările științifice ale violii au ca scop construcția unei violi cu un sunet muzical de performanță, ca și restaurarea și atestarea corecte tehnic a violilor considerate de performanță, existente în patrimoniul nostru național și internațional. Aceste cercetări se fac prin cercetarea sunetului muzical al violii italiene, prin cercetarea tehnică a construcției violii în vibrație și prin cercetarea istorică a documentelor și a violilor celebre. Astfel, domeniul cercetărilor contemporane ale violii este fizica sunetului muzical al violii corelat cu construcția în vibrație și cu informațiile din istoria științei despre violă. O cercetare științifică poate fi făcută pe tot acest domeniu sau numai pe o parte din acest domeniu. Fizi-

cienii fac cercetări în fizica sunetului viozii, meșterii constructori de viozi fac cercetări în tehnica construcției viozii, istoricii științei cercetează construcția viozii pe modelele Stradivari și pe documentele despre ele, iar chimiștii cercetează lacul, lăcuirea și grunduirea viozilor. O cercetare pe un subdomeniu este o cercetare parțială, iar o cercetare pe tot domeniul ei este o cercetare globală. Ambele cercetări sînt cercetări științifice utile, dacă sînt reușite. O cercetare globală reușită realizează scopul cercetării viozii, pentru ca o cercetare parțială reușită să contribuie pe domeniul ei la realizarea acestui scop sau realizează o parte din acest scop. Cercetarea științifică globală este perfect reușită cînd obține rezultate legate pe toate subdomeniile cercetate, adică, altfel spus, cînd un rezultat obținut într-un domeniu există și în alte subdomenii sau, pe cazul nostru, cînd un rezultat din fizica viozii este legat cu un rezultat din construcția viozii și din istoria științei.

Cercetarea noastră este o cercetare globală, care cercetează vioara pe tot domeniul ei de cercetare, adică în fizica sunetului muzical, în construcția viozii în vibrație și în istoria științei. Celelalte cercetări științifice despre vioară sînt parțiale. Astfel, cercetarea noastră este diferită de celelalte cercetări, fără să se indice prin asta că ea este o cercetare mai reușită. O cercetare științifică nu se validează prin metodologie, ci prin rezultatele ei științifice.

Aceste predicții metodologice sînt un referențial util în care putem expune rezultate ale cercetării noastre, care aduc ceva nou față de celelalte cercetări de pînă acum. Expunem într-un șir de propoziții, oarecum pe domeniile cercetării noastre, unele din aceste rezultate.

1. Sunetul muzical al viozii este nestaționar și pseudo-periodic. Această propoziție este un rezultat științific al cercetării noastre în fizica sunetului viozii care nuanțează important tratarea matematică a sunetului viozii și rezultatele ei. Toate cercetările științifice de pînă acum în fizica sunetului muzical al viozii au stat pe conceptul că acest sunet este staționar și periodic, și, în consecință a fost tratat matematic pe modelul seriei Fourier și integrala Dirichlet. Acest concept n-a fost un rezultat științific, ci un derivat empiric din presupoziția că urechea umană nu este sensibilă față de fază în sunetul muzical și în genere. Experimentul nostru de laborator tratat matematic pe calculator confirmă în sunetul anumitor viozi

modulațiile de frecvență, perioadă și fază, deci că sunetul acestor vioi nu este staționar și periodic. După această constatare, calculul matematic se modifică, putându-se cerceta matematic comportarea modulației de fază, adică, în simbol matematic, parametrul φ_k , și în continuare, se poate aborda științific, adică fizic și matematic, timbrul sunetului vioii, care a fost și este încă tratat numai prin epitete lingvistice. De fapt, acest rezultat științific al cercetării noastre este un prag care modifică cursul cercetării sunetelor muzicale produse de toate instrumentele cu coarde frecate cu arcuș, din familia vioii. Când acest curs va fi încheiat, atunci sunetul muzical al vioii va fi un concept științific. Până atunci stăm pe conceptul convențional prin care acest sunet este tratat prin judecăți de valoare stabilite de performanța urechii evoluate. Acest rezultat este legat în fizica sunetului vioii cu unele elemente din construcția vioii.

2. Completarea funcțiilor popului prin cea de rigidizare a piciorușului aferent al călușului, cu scopul de a se transmite vibrațiile recepționate de el, direct plăcii de spate, sensibilizată în acest sens de pretensionările transversală și de pop. Prin dimensionarea corectă a plăcilor și echilibrarea optimă a tensionărilor de acordaj și bară cu pretensionările transversală și din pop, în zona dintre feuri se creiază o anumită stare de tensiuni. Această stare optimizată, permite desfășurarea unor interprocese dinamice ideale unor amplificări de energie în semnal, capabilă să facă posibilă modulația unor componente spectrale, adică tocmai modulațiile de frecvență, amplitudine și fază.

3. Anisotropia de structură a solidului este ideală pentru funcțiile plăcii de față și ca emițător de vibrații, placa de spate și eclisele din paltin având mai ales funcții de rezistență și de rigidizare elastică a cutiei. Pretensionarea transversală aplicată plăcii de spate acționează evident și în zona călușului, cu subtilizări în piciorușul din dreptul barei de rezistență, unde componentele verticale ale forței și ale vitezei transversale din coarda în vibrație forțată, au nevoie și de surplusul de energie adus de această pretensionare în condiții optimizate de anisotropia de structură a solidului.

4. Interpretarea figuratiei sculptate pe una din fețele călușului țesea drept o descriere plastică a funcțiilor călușului în concertul lui Stradivari. De la începutul cercetărilor noastre am avut intuiții despre funcțiile importante ale călușului, prin observarea spontană a corelațiilor dintre anisotropia solidului și modal de transmitere a vibrațiilor corzii prin piciorușele călușului. Aceste intuiții au devenit

cunoaștințe tehnice prin cercetările de atelier, putând interpreta figurația lui Stradivari și să-i cunoaștem concepția despre funcțiile călușului. Acesta este un rezultat important al cercetărilor noastre din istoria științei, prin care se leagă cele trei domenii ale cercetării.

5. Decifrirea schițelor lui Stradivari care conțin următoarele informații:

a) Pretensionarea transversală a cutiei de rezonanță prin șipci transversale, sprijinite în butucii de colț, pe direcția dreptei care unește colțurile de jos ale ceurilor conturului. Șipcile au dimensiuni convenabile scoaterii lor prin mijlocul unuia din feuri, după îmbinarea prin încleiere a plăcii de spate;

b) Amplasarea feurilor pornind de la o anumită distanță dintre spatulele superioare, determinată de calitățile fizico-mecanice ale lemnului disponibil și de concepțiile lui despre contur și boltiri;

c) Incastrarea contraecliselor din ceuri în butucii de colț.

Aceste informații descrise de noi din schițele lui Stradivari sînt un foarte valoros rezultat din istoria științei care se leagă cu construcția violii.

6. Pentru realizarea sistematică și repetitivă a pretensionării transversale, ordinea de îmbinare a plăcilor cutiei este inversă celei din procesul tehnologic convențional, deci prima placă montată pe conturul ecliselor este placa de față.

7. Soluționarea pregătirii, prin înclinarea suprafețelor a conturului ecliselor și al cofrajului plăcilor din zona ceurilor, respectiv cea a butucilor de colț, pentru realizarea eficientă a pretensionării transversale.

8. Pentru a evita deformarea plastică a plăcilor cutiei de rezonanță prin reacțiile lemnului la variații de căldură și umiditate, se condiționează momentul de tăiere al lemnului numai în perioade de hibernare profundă și chiar numai noaptea, adică atunci cînd are memoria "înghețată".

9. Stabilirea calendaristică a începuturilor de perioadă din producția lui Stradivari prin precizarea că anii 1693, 1700, 1706, 1711 și 1722 sînt ani de începerea unui nou pom. Acesta este momentul în care se determină acordajul dimensional optim al plăcilor, prin încercări cu eroare prin exces și lipsă față de instrumentul etalon, la care placa de față are grosimea de 2,37 mm peste tot.

Această metodă prin care rezultatul sonor final determină acordul dimensional optim dintre plăci, elimină din procesele tehnologice convenționale modul de dimensionare al plăcilor prin ciocniri, urmărind să se obțină două frecvențe proprii de rezonanță ale plăcilor, acordate la un interval muzical de maximum o secundă mică.

10. Determinarea apartenenței instrumentului Stradivari dintr-o expertiză, la o anumită perioadă - generație din producția lui, prin compararea de structuri macroscopice și microscopice prin metode ce țin și de dendrocronologie.

11. Lațul poate avea orice compoziție cu condiția să fie moale, de preferință cu cracluri și grundul să-l separe de structura lemnului.

Acestea sînt cele mai importante rezultate ale cercetării, care aduc multe noutăți remarcabile în domeniu. Aceste rezultate sînt pe tot domeniul cercetării violii, adică în fizica sunetului muzical, în istoria științei, în construcția, restaurarea și expertiza violilor de performanță italiană. Ele se leagă între ele și astfel se verifică reciproc, sînt științifice, consistente și operative, adică, sînt o teorie științifică a violii.

BIBLIOGRAFIE

1. Apian-Bennwitz - Die Geige, der Geigenbau und die Bogen Verfertigung. 1892. Ed. B.F. Voigt-Weimar.
2. Arnau Frank - Arta falsificatorilor-falsificatorii artei. 1970. Ed. Meridiane.
3. Bachelard Gaston, Louis Pierre - Sur l'histoire des sciences. 1969. Articol publicat de M. Fishan și M. Pêcheux.
4. Bagatella Antonio - Regeln zur Verfertigung von Violinen, Violonen, Violoncellen und Violonen. Ed. Franz Wunder. 1896.
5. Beldie Alexandru - Plantele lemnoase din R.P.R. 1958. Ed. Agro-Silvică de Stat.
6. Berkeley - University of California - Curs de fizică, 1983. Ed. Didactică și Pedagogică-București, 1983.
7. Biana Vasile - Secretul vioarei, 1938. Imprimeriile "Carental". -Vioara, istoric, construcție și vernis, 1957. Ed. Tehnică.
8. Buican G. - Elemente de acustică muzicală, 1958. Ed. Tehnică.
9. Costin M. - Vioara. Măestrul și arta ei, 1920. Ed. Viața Românească.
10. Cremer Lothar - Comunicare la Academia de Științe din Göttingen- 11.6.1971. -Idem - 5.12.1976. Ed. Vandenhoeck & Ruprecht-Göttingen.
11. Dacos F. - Essais sur la théorie électro-acoustique du violon. Bul.Sc.Assoc.Ing. 1961, Montefiore Tom 74 aprilie-mai, 1965, nr.4-5 -Sur la notion et l'expression du timbre musical. Bul.Sc.de l'A. I.M., 6.1954. Liège.
12. Falke Konrad - Vormalten und neuen Geigen. Vlag. Rascher & Comp. Zurich und Leipzig, 1916.
13. Greisamer Lucien - L'Anatomie et la physiologie du violon de l'alto et du violoncelle, 1924.
14. Helmholtz v H. - Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, 1863. Braunschweig.
15. Hill W.H. and A.E. and A.E. - Antonio Stradivari. His life and Work, 1963. Dover Publications. Inc. New York, 1963.
16. Hristev A. - Mecanică și acustică, 1982. Ed. Didactică și Pedagogică.
17. Hutchins Carleen Maloy - Scient.American, november 1962 - The Physics of Violins. -Idem - october 1981 -The Acoustics of Violin Plates.
18. ***Instrucțiuni de folosire aparataj electroacustic: -Sonometrul de precizie, tip 0017KFT, "Mess-elektronik Otto Schön" - Dresden; -Numărător universal, tip E-0202;

- Scripto xy,tip NE230 (Elektronikus Mörökészületek Esztergon)
 - Oscilloscop cu două spoturi, "Duoscop" B.F.T.;
 - Generator de audiofrecvență cu etaj final de putere,tip TR-9105 "Orion" EMG.
 - Difuzor Telefunken 10 Wati;
 - Microfoane condensator tip MK102 - Neumann,3 buc.
 - Microphon amplifier type 2112 Bruel & Kjaer,Denmark,1965.
 - Analizor de frecvență tip 2112 Bruel & Kjaer.
 - Calculator de birou Hewlett-Packard,System 45,software,Waveform Analysis.
19. Krasilnikov V.A. - Unde sonora,1957.Ed.Tehnică.
 20. Leip E. - Acoustique et musique,1980.Masson.
 21. Lütgendorff W.F.Freiherrn v. - Die Geigen und Lautenmacher von Mittelalter bis zur Gegenwart,Frankfurt am Main,Vlag. von Heirich Keller,1904.
 22. Marinescu I --Uscarea lemnului,1979.Ed.Tehnică.
 23. Markoff D. - Rev. "Das Orchester",Iuni 1984, -"500 Jahre seit seit der Erschaffung der Geige".
 24. Martin P.de - Analyse des cernes.Dendrochronologie Et Dendroclimatologie.Masson & Comp.1974.
 25. Meinel H. - Kunst.Z.Nr.2,1937 și nr.5,1940.
 26. Menuhin I.-Curtis W.D. - Musica omului,1984.Ed.Muzicală.
 27. Möckel O. - Rev. "Die Geige",1925-1927,nr.1-24.
 - Das Konstruktionsgeheimnis der alten italienischen Meistern.
 - Der Goldene Schnitt im Geigenbau,1925.Ed.Varechauer,B.
 - Die Kunst des Geigenbaues,1930.Ed.A.Voigt-Berlin,1954.
 - Kunst der Messung in Geigenbau,1935.
 28. Moer A. - Geschichte des Violinspiels,1966.Ed.Hans Schneider-Tutzing.
 29. Nostrus K. - Intonația la violină,1959.Ed.Muzicală.
 30. Niederfeitzmann F. - Cremona,1920.Leipzig.
 31. Olson H.F. - Musical Engineering,1952.New York.
 32. Oprea Valeria - Teză de doctorat.-"Xilotomia speciilor din genul Acer răspândite în Banat.Universitatea Timișoara 1977.
 33. Popper K.R. - Logica cercetării,1981.Ed.Meridiane.
 34. Pracontal M.de - Rev. "Science et vie",nr.2,1979-"Le violon une perfection rebelle à tout progrès".
 - 35.Roussel A. - Grundlagen der Geigen und des Geigenbaues,1965. Vlag.Das Musikinstrument.Frankfurt am Main.
 36. Rath-Sommer H. - Alte Musikinstrumente.Bibliothek für Kunst und Antiquitätensammler,bd.8.1920.Ed.Richard Carl Schmidt & Co.Berlin W 62.
 37. Savart F. - Mémoire sur la construction des instruments à cordes et à archet.Paris,1918.

38. Saunders F.A. - The Mechanical Action of Violon. The Journal of the A.S. of A. Vol. 9 nr. 2, 1937.
39. Schebeck E. - Der Geigenbau in Italien und sein deutscher Ursprung. Prag 1875.
40. Schelleng J.C. - Acoustical Effects of Violin Varnish. The Journal of A.S. of A., vol 44 nr. 5, 1968.
41. Sprenger E. - Die altmensurierte Geige, 1920. Vlag. - Das Musikinstrument, Frankfurt am Main.
42. Suboni C. - Comunicare "Cercetări în problematica violii" Muzeul Banatului-Timișoara Muzicală. 14 mai 1975.
43. Suboni C. - Comunicare "Istoria științei construcției instrumentelor din familia violii". - Simpozionul "Acustica, auzul și muzica", Academia R.S.R., Comitetul român de istoria și filozofia științei, 15 decembrie 1977.
44. Suboni C. - Comunicare - "Sunetul violii italiene și construcția instrumentului". Colocviul de sunet muzical. Academia de Științe Sociale Timișoara și Uniunea Compozitorilor din R.S.R., 15 martie 1974.
45. Suboni C. - Referat. - "Viola un dar al Renașterii", - Muzeul Banatului, etnografie 2 aprilie 1983.
46. Suboni C. - Cercetarea violii italiene din grupul de aur pe modele Amati, Pressenda și Stradivari". Sesiunea științifică - "Teorie și metodă în istoria științei", Academia R.S.R., Filiala Iași, Subcomitetul de istoria și filozofia științei, 3-4 decembrie 1983.
47. Toth A.I. - Teză de doctorat, "Studiul influenței lacului asupra calităților acustice ale violii de calitate superioară". Universitatea din Timișoara 1980.
48. Urmă D. - Acustică și muzică, 1982. Editura științifică și enciclopedică, București.
49. Wiora W. - Die vier Weltalter der Musik. Stuttgart, 1961.

CUPRINS

	Pag.
Cap.I. <u>INTRODUCERE SI ANTECEDENTE</u>	
I.1.Cercetarea științifică contemporană și în secol.XVI-XVII.	1
I.2.Sunetul în fizică și în tehnică.	2
I.3.Situația violii în epoca noastră.	4
I.4.Maza materială.	6
Cap.II. <u>CONSIDERAȚII SI PREGĂZARI</u>	
II.1.Definierea "secretului" lui Stradivari.	11
II.2.Schema și teoria metodei adaptate în cercetare.	13
II.3.Descrierea violii cu dezvoltarea funcțiilor părților principale din construcție,ca introducere în teoria procesului tehnologic în sistem.	14
II.3.1.Cutia de rezonanță.	15
II.3.2.Dimensionarea plăcilor.	17
II.3.3.Prețensiunea transversală a plăcii de spate	18
II.3.4.Determinarea înclinării optime a gîtului.	19
II.3.5.Popul.	20
II.3.6.Bara.	20
II.3.7.Cîlpașul	20
II.3.8.Lemnul.	22
II.3.9.Momentul de tăiere.	27
II.3.10.Lacul.	28
Cap.III. <u>PROCESUL TEHNOLOGIC DIN ȘTIINȚA CONSTRUCȚIEI VIOLII PERFECTE,UN SISTEM DE LOGICĂ PROBABILISTĂ</u>	
III.1.Teoria procesului tehnologic cu mici dezvoltări utile.	29
Cap.IV. <u>FIZICA VIOLII</u>	
IV.1.Sistemul vibrant;coardă,cîlpaș și cutia de rezonanță.	35
IV.2.Emisia sonoră.	71
Cap.V. <u>EFICIENȚA CERCETĂRIILOR.</u>	
V.1. Expertiza sau atestarea de autenticitate și restaurarea	93
V.2. Forma,construcția și sunetul violii într-o expertiză.	97
V.3. Eficiența rezultatelor din competențele lărgite ale echipei disponibile.	100
Cap.VI. <u>CONCLUZII</u>	101
BIBLIOGRAFIE	106
CUPRINS	109