

Studioul de înregistrare

ing. Flaviu Oros

JF Studio Design SRL

www.jfstudiodesign.ro

Dec 2006 - Mar 2011

Studioul de înregistrare audio pe scurt

Studioul de înregistrare a semnalelor audio este, teoretic vorbind, un laborator care deține aparatură și personal calificat pentru înregistrarea sunetelor audibile produse de diferite surse sonore. Aceste surse sonore pot fi, de exemplu, în cazul studiourilor muzicale, voci umane, instrumente muzicale acustice, electroacustice sau electronice, iar în cazul studiourilor specializate în producerea de coloane sonore pentru filme, tot felul de obiecte sau chiar animale.

Locurile în care sunt construite studiourile pot varia de la un colț de dormitor în cazul unui studio personal al unui muzician sau un autobuz special amenajat pentru înregistrări mobile, până la un garaj sau un beci transformat de o trupă tânără de rock într-un studio destinat înregistrării pieselor proprii sau chiar până la clădiri întregi construite sau adaptate funcționării ca studiouri de înregistrare ultraperformante de către companii de producție muzicală.

Un studio tipic presupune existența a două încăperi, cu principii constructive și proprietăți acustice specifice. În primul rând trebuie să existe o cameră în care se va plasa sursa sonoră ce va fi înregistrată, această cameră numindu-se **camera de înregistrare** (Eng=**recording room**), **camera acustică** sau pur și simplu **studio**. Cea de-a doua cameră, denumită **camera de mixaj** sau **camera de control** (Eng=**mix room**, **control room**), este cea în care stau tehnicienii ce se ocupă de înregistrare, în ea fiind instalată toată aparatura necesară. Există și situații în care aceste două camere sunt contopite într-una singură, dar păstrând două zone distincte (eventual separate cu panouri fonoizolante mobile), precum în cazul unor studiouri personale, unde calitatea înregistrării nu este atât de strictă, folosirea a două camere nefiind justificată. Sau dimpotrivă, există situații în care sunt necesare mai multe camere de înregistrare, pentru mai buna izolare a mai multor surse sonore între ele, acest lucru putând fi realizat chiar și prin simpla partiționare a unei încăperi mai mari cu ajutorul unor pereți buni fonoizolanți.

Condițiile acustice din interiorul încăperilor (incluzând nivelul de zgomot interior, direct influențat de gradul de izolare fonică a pereților) trebuie să fie adecvate captării respectiv redării cât mai fidele a semnalelor sonore, în funcție de situație existând recomandări precise (din partea unor foruri internaționale precum **EBU** sau **ITU**) pentru valorile principalilor parametrii acustici și electroacustici.

Clasificarea studiourilor

Pentru o mai bună înțelegere a structurii și funcționării unui studio de înregistrare audio, datorită multitudinii de configurații existente, este necesară o clasificare formală a acestora. Criteriile după care s-ar putea face o clasificare sunt multe, însă nici unul foarte riguros. Astfel, putem considera criterii suma investită în construcția studioului, mărimea spațiilor încăperilor folosite, tehnologia folosită (analogic sau digital), destinația studioului (producție muzică, editare audio pentru video, producție spoturi publicitare, etc), numărul de canale al formatului final (mono, stereo, surround), etc. Pentru scopul propus însă, relevanța unui singur criteriu va fi destul de scăzută, mai potrivită fiind o combinație a mai multor criterii.

În acest sens, se poate defini o direcție după care poate evolua per ansamblu un studio, în sensul creșterii calităților lui (și aproape inevitabil a costurilor de realizare practică a lui) de la nivel amatoricesc-ieftin la nivel profesional-scurp, de-alungul acestui traseu putând fi creionate trei mari zone, ce ar împărți studiourile după cum urmează:

- studiouri de tip **HOME**
- studiouri de tip **PROJECT**
- studiouri de tip **COMMERCIAL**

Această clasificare este una dintre cele mai folosite de către lucrătorii în domeniu, fiind în același timp și cea mai reprezentativă pentru scopul acestui articol - acela de informare/orientare a celor interesați în construcția unui studio de înregistrare audio.

Deoarece nu există limite fixe de trecere dintr-o zonă într-alta, în tabelul următor s-a încercat definirea unor caracteristici generale, pe baza cărora să se poată face încadrarea unui studio într-una din cele trei categorii de mai sus. Pentru fiecare caracteristică enumerată s-a prezentat cea mai uzuală situație întâlnită la categoria respectivă.

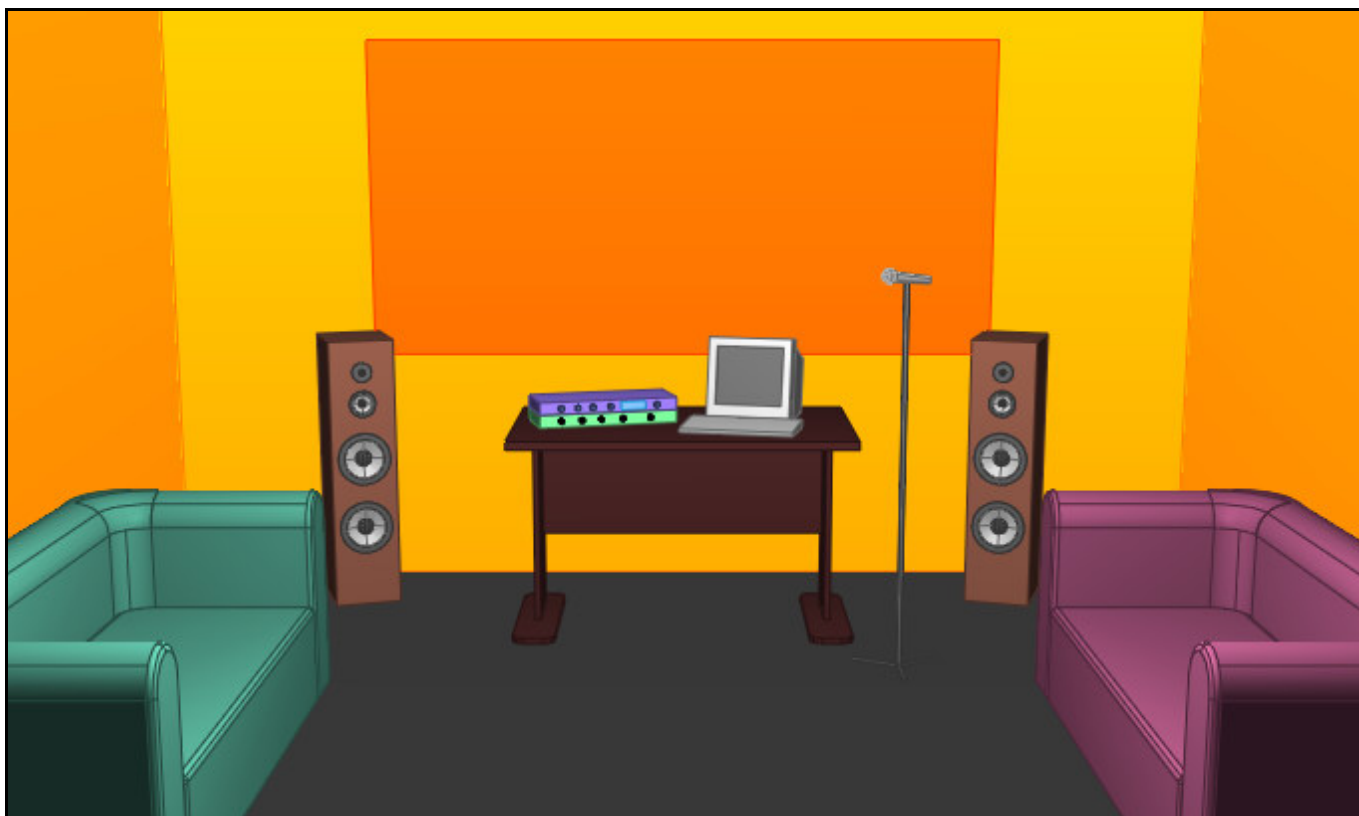
Cum însă orice regulă are și excepțiile ei, există multe cazuri în care unele dintre caracteristicile studioului țin de altă categorie. Spre exemplu, se poate întâmpla ca bugetul alocat de cineva unui studio de tip **HOME**, destinat doar compoziției muzicale și proiectelor personale, să depășească cu mult bariera formală de 10.000 Euro, ajungând uneori chiar în zona studiourilor **COMMERCIAL**.

Caracteristica	HOME studio	PROJECT studio	COMMERCIAL studio
Destinație	<ul style="list-style-type: none"> - compoziție muzicală - proiecte personale - realizare de demo-uri nepretențioase 	<ul style="list-style-type: none"> - proiecte personale sau chiar comerciale - realizare de demo-uri mai pretențioase 	<ul style="list-style-type: none"> - proiecte de calitate înaltă destinate comerțului - servicii pentru clienți externi, în regim de închiriere
Locație	O cameră din locuința personală sau chiar doar o porțiune dintr-o cameră folosită și în alt scop.	Garaje, subsoluri sau alte încăperi mai mari, neutilizate în scopul lor inițial.	Clădiri special construite în acest scop sau clădiri mai vechi reamenajate.
Suprafață (orientativ)	5 – 20 m ²	15 – 50 m ²	30 – 200 m ²
Tratare acustică	<p>Rudimentară :</p> <ul style="list-style-type: none"> - obiecte de mobilier, covoare, carpete, draperii, etc. 	<p>Moderată :</p> <ul style="list-style-type: none"> - izolație fonică prin straturi adiționale de materiale fonoizolante aplicate peste pereții originali - optimizare acustică folosind materiale comerciale prefabricate (folii din spumă fonoabsorbantă, dispozitive de difuzie, trape pentru bași) 	<p>Excepțională :</p> <ul style="list-style-type: none"> - proiectarea încăperilor de către specialiști în acustică și design, pe baza unor măsurători acustice precise - elemente de control a acusticii special dimensionate și calibrate pentru încăperile respective
Aparatura principală	<ul style="list-style-type: none"> - calculator dotat cu placă de sunet nepretențioasă (100-500 Euro) - preamplificator extern de microfon (100-500 Euro) - (eventual) consolă de mixaj analogică cu 8-16 canale (300-1.500 Euro) - 1-2 microfoane nepretențioase (100-300 Euro /buc) 	<ul style="list-style-type: none"> - calculator dotat cu placă de sunet profesională (1.000-5.000 Euro) - consolă de mixaj analogică sau digitală cu 16-48 canale (1.500 - 20.000 Euro) - (eventual) recorder multipistă (8-24 piste) analogic sau digital (2.000-10.000 Euro) - 5-10 microfoane profesionale (100 - 2.000 Euro /buc) 	<ul style="list-style-type: none"> - recorder multipistă dedicat (24-96 piste) analogic sau digital (10.000-200.000 Euro) - consolă de mixaj analogică sau digitală cu 48-128 canale (20.000 - 500.000 Euro) - 10-20 microfoane profesionale (100 - 10.000 Euro /buc) - la cererea clienților, închiriază și alte echipamente de la firme specializate în închirieri de aparatură audio
Monitoare audio	<ul style="list-style-type: none"> - monitoare nearfield mai ieftine sau chiar o instalație stereo HI-FI (200-1.000 Euro) 	<ul style="list-style-type: none"> - monitoare nearfield active sau pasive. (1.000-3.000 Euro) 	<ul style="list-style-type: none"> - monitoare principale de putere încastrate în peretele frontal și monitoare nearfield active sau pasive. (3.000-10.000 Euro)
Inginer de sunet	<ul style="list-style-type: none"> - proprietarul 	<ul style="list-style-type: none"> - proprietarul sau 1-2 colaboratori (eventual angajați permanent). 	<ul style="list-style-type: none"> - personal specializat angajat permanent, plus 1-2 persoane angajate temporar de către clientul care închiriază studioul.
Buget alocat (orientativ)	Sub 10.000 Euro	10.000 - 100.000 Euro	Peste 100.000 Euro

În imaginile următoare sunt prezentate (sub forma unor simulări virtuale) trei exemple practice de studiouri de înregistrare, câte unul pentru fiecare din cele trei categorii descrise anterior, conținând sugestii de dispunere a aparaturii, a materialelor de optimizare acustică și a mobilierului, în funcție de scopul studioului. Culoarele din imagini au fost intenționat accentuate, pentru a putea fi mai ușor evidențiate diferitele elemente constructive.

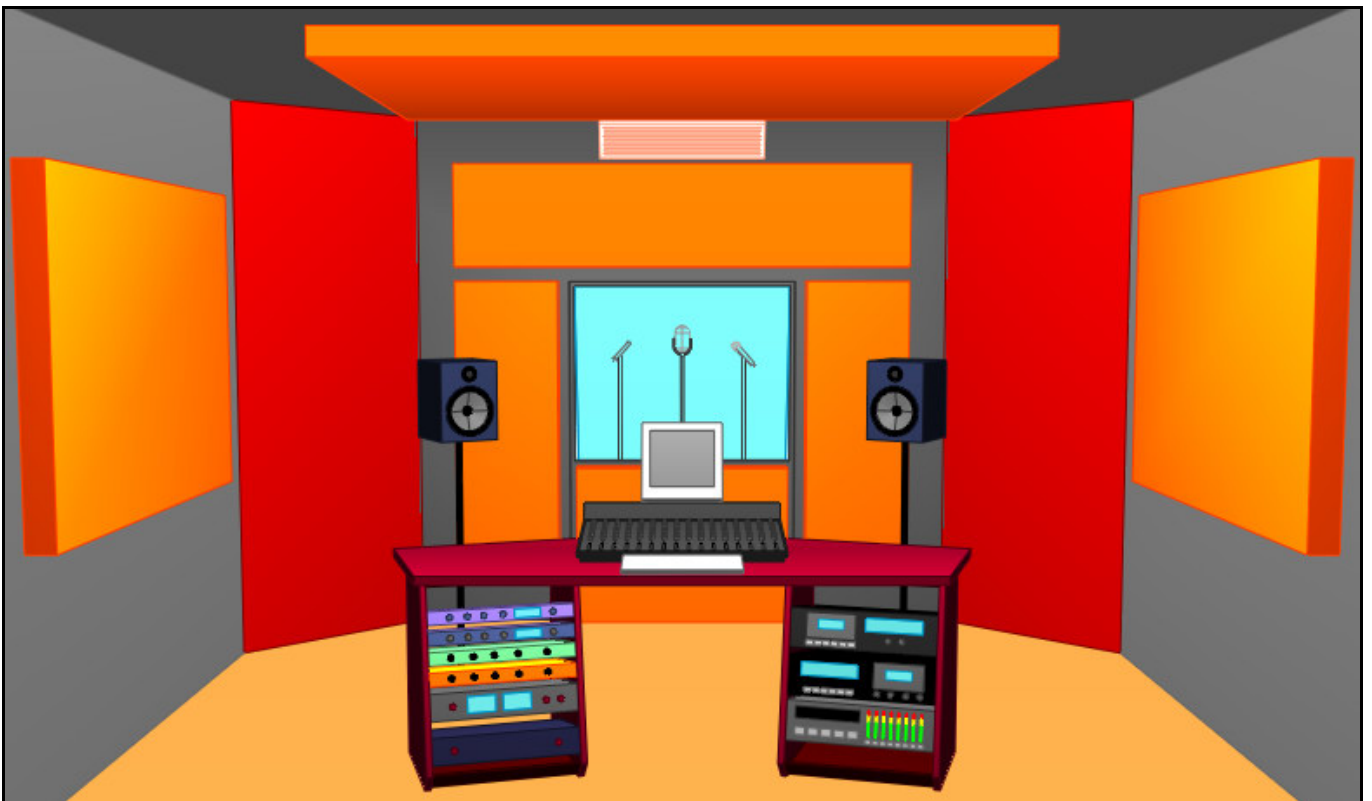
HOME studio

Un **HOME studio** ieftin și minimal, dedicat compoziției muzicale și înregistrării de demo-uri nepretențioase, amenajat într-o zonă mai puțin circulată a unei sufragerii. Piesa centrală a studioului este un calculator personal, pe care rulează un software de tip **DAW**, ce permite executarea tuturor operațiilor de înregistrare și mixaj necesare. Înregistrarea vocilor sau a instrumentelor acustice se face cu ajutorul unui microfon de tip dinamic, conectat printr-un preamplificator de microfon la placa de sunet a calculatorului. Sistemul **HiFi** de audiție din încăpere este folosit și pe post de monitorizare audio pentru mixaje, în timpul înregistrărilor cu microfonul fiind folosite căști. Pe peretele frontal este aplicat un panou fonoabsorbant pentru a reduce reflexiile ce vin din perete.



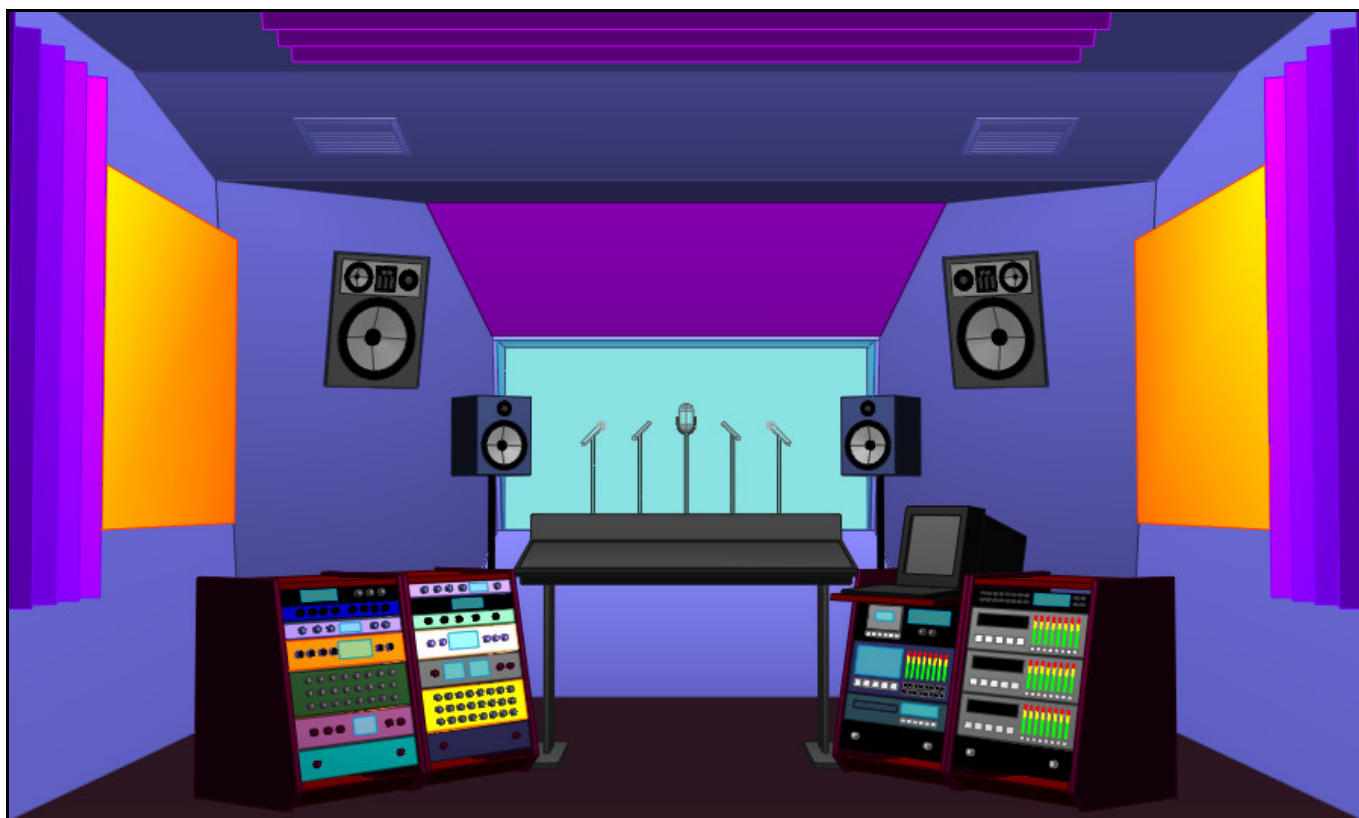
PROJECT studio

Un **PROJECT studio** destinat proiectelor mai serioase, demo-uri pretențioase sau chiar materiale cu destinație comercială, amenajat într-un beci nefolosit sau într-un garaj dezafectat, fiind compus dintr-o cameră de mixaj de dimensiuni medii și o cabină mică pentru înregistrat voci (sau alte instrumente acustice/electrice), ce comunică una cu alta printr-o ușă bine antifonată, prevăzută cu geam. Aparatura constă dintr-un calculator dotat cu o placă de sunet profesională (prevăzută cu mai multe intrări și ieșiri analogice), ce rulează o aplicație de tip **DAW**, o consolă analogică de mixaj de format mic, folosită doar pentru anumite funcții de monitorizare și pentru a amplifica semnalele de la microfoanele mai puțin pretențioase, câteva procesoare de dinamică inserate pe canalele consolei pentru prelucrarea semnalelor de la aceste microfoane, 1-2 preamplificatoare de microfon de calitate ridicată necesare preluării microfoanelor principale (de tip condensator), 1-2 procesoare digitale de efecte sonore, plus eventual câteva recordere de format mai vechi (DAT, ADAT, casetă analogică) pentru situații neprevăzute. Calculatorul, consola de mixaj și celelalte aparate sunt instalate pe un mobilier conceput special pentru studio, cu dimensiuni și unghiuri cât mai ergonomice. Monitorizarea este făcută în căști pentru cabina de voce și într-o pereche de monitoare de tip **nearfield** (cu woofere de 6 sau 8 inch) în camera de mixaj. Pereții și tavanul încăperilor sunt tratați cu materiale fonoabsorbante, pentru a reduce cât mai mult din undele staționare și reflexiile primare ce se formează. Aparatele de aer condiționat aplicate direct pe perete (în ambele încăperi) sunt modele ieftine și se deconectează în timp ce se înregistrează pentru a nu ridica nivelul de zgomot din camere.



COMMERCIAL studio

Un **COMMERCIAL studio** complex, dedicat producției audio cu destinație comercială, la calitate profesională. Camera de mixaj este construită în tehnologie **cameră flotantă**, la fel ca și camera de înregistrare, cu care comunică printr-un geam dublu, astfel că izolarea fonică este foarte ridicată. Ambele încăperi au dimensiuni suficient de mari și de bine alese încât distribuțiile lor modale să nu genereze probleme, iar cu ajutorul materialelor fonoabsorbante și a difuzerilor acustici folosiți, răspunsurile lor acustice sunt perfect ajustate activităților studioului. Consola digitală de mixaj, de format mare, este inima sistemului audio al acestui studio. Prin intermediul unei matrici programabile de interconectare a intrărilor și ieșirilor ei, la consolă sunt conectate aproape toate celelalte componente - preamplificatoarele de microfon, procesoarele de efecte, procesoarele de dinamică, recorderele de diverse tipuri, fiind foarte ușor de realizat diferite combinații între ele, în funcție de necesitate. Monitorizarea este realizată pe mai multe căi configurabile, cele principale fiind : în camera de înregistrare pe căști sau boxe de putere mică (în anumite situații), iar în camera de mixaj, pentru nivele mici/moderate de ascultare, pe o pereche de monitoare **nearfield**, la nivelele ridicate de audiție folosindu-se o pereche de **mains** încastrate în peretele frontal prin tehnica **soffit**. Sistemele de încălzire și aer condiționat sunt foarte bine adaptate cerințelor de silențiozitate și fonoizolație din studio, iar construcția lor propriu-zisă este încadrată în aspectul estetic al încăperilor, astfel că ele pot opera non-stop fără a afecta cu nimic funcționalitatea studioului.



Alegerea aparaturii audio

Aparatura folosită în operațiile de înregistrare constă în principiu din microfoane care transformă semnalele acustice în semnale electrice, dispozitive de înregistrare a acestor semnale pe un suport de memorare și difuzoare care retransformă în semnale acustice datele înregistrate. Cu cât aparatele sunt mai performante, cu atât calitatea înregistrărilor va fi mai bună, semnalele sonore fiind înregistrate și apoi redade cu o fidelitate mai mare. În paginile ce urmează vor fi prezentate componentele de bază ale sistemului audio din alcătuirea studioului de înregistrare, punându-se accentul nu atât pe partea teoretică a construcției și funcționării lor, cât pe partea practică a funcționării și utilității lor în studio, adică ceea ce este necesar de știut în momentul asamblării unui asemenea sistem.

Microfoanele

Primul și poate cel mai important pas în procesul de înregistrare a sunetului este alegerea unui microfon corespunzător. Principali factori de care depinde această alegere sunt compoziția spectrală a sursei sonore înregistrate, dinamica și nivelul sonor ale acesteia, precum și condițiile ambientale în care se realizează înregistrarea.

Din punctul de vedere al principiului fizic de funcționare, microfoanele folosite uzual în studioul de înregistrare se împart în trei categorii :

- microfoane **dinamice**
- microfoane **condensator**
- microfoane **ribbon**

Microfoanele **dinamice** au rezultate bune în aproape tot spectrul audibil și deoarece pot suporta presiuni sonore foarte mari, sunt folosite mai ales la captarea semnalelor cu dinamică mare precum instrumentele de percuție și tobele sau la microfonarea amplificatoarelor de chitară electrică. La distanțe mai mari de 20-30 cm de capsulă, sensibilitatea lor scade mult în special la frecvențe joase, fiind indicată plasarea lor la distanțe mici de sursele de sunet (**close mic-ing**).

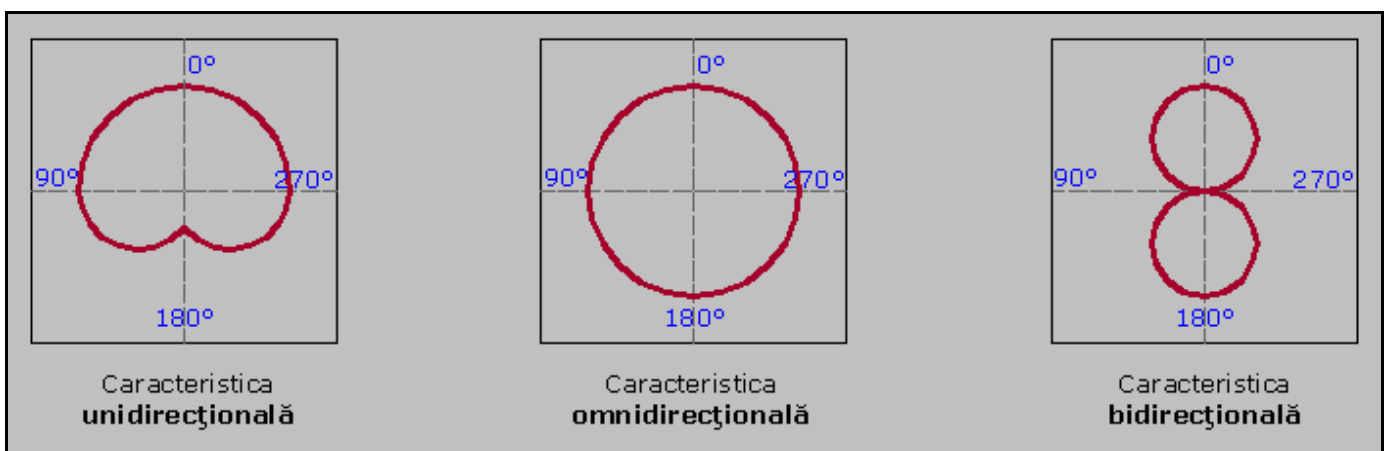
Pentru sursele de semnal cu un spectru mai bogat în zona frecvențelor înalte (voce, instrumente de suflat, alămuri, viori) sunt mai potrivite microfoanele **condensator**, care pot capta cu mai multă acuratețe această zonă de frecvențe, având o sensibilitate mai mare și mai liniară în frecvență și un răspuns mai bun la semnale tranzitorii (semnale cu atac foarte scurt și dinamică mare - de exemplu cinelele de la tobe). Din cauză că au un amplificator de semnal (de fapt un adaptor de impedanță) încorporat, microfoanele de tip condensator trebuie alimentate cu o tensiune de 12 până la 52 volți, aceasta putând proveni de la o baterie amplasată în carcasa

microfonului sau poate fi transmisă direct prin cablu împreună cu semnalul audio (procedeele tehnice se numește **phantom power** și este implementat pe majoritatea preamplificatoarelor de microfon sau a consolelor de mixaj actuale). O subcategorie aparte a microfoanelor condensator este cea a microfoanelor pe **tuburi** (amplificatorul de semnal din microfon este realizat cu tuburi electronice). Regimul de saturație în care lucrează tuburile dau sunetului înregistrat o caldura și o "rotunjime" foarte plăcute urechii umane (deși este în fapt o distorsiune a semnalului original), astfel că ele sunt foarte utilizate, îndeosebi la înregistrarea vocii umane.

Microfoanele de tip **ribbon** (cu panglică) sunt de fapt o variațiune a celor dinamice, dar sunt mult mai pretențioase (au o construcție mai fragilă și semnalul de ieșire mic) necesitând condiții foarte controlate de utilizare, astfel că sunt ceva mai rar întâlnite în practică. Se folosesc mai ales la captarea instrumentelor de alamă.

Un alt factor de care trebuie ținut seama la pregătirea unei înregistrări sonore este **directivitatea** microfonului. Din această privință, microfoanele se clasifică în trei tipuri principale:

- microfoane **unidirecționale**
- microfoane **omnidirecționale**
- microfoane **bidirecționale**



Cele **unidirecționale** (sau **cardioide**) au sensibilitatea maximă în partea frontală a capsulei, scăzând puțin în laterale și ajungând la o valoare foarte mică în partea din spate a ei. Fiind și cel mai des întâlnite, se folosesc mai ales la captarea surselor sonore individuale, când este necesară o cât mai bună separare a semnalului util venit direct de la sursă, de semnalele provenite de la alte surse sonore învecinate sau chiar de reflexiile semnalului original din obiectele apropiate sau pereții încăperii în care se află microfonul. În utilizarea acestui tip de microfon trebuie ținut cont de apariția **efectului de proximitate**, ce constă într-o creștere substanțială a sensibilității microfonului la frecvențe joase în cazul apropiării lui prea mari de sursa sonoră, efect exploatat de altfel foarte mult de către inginerii de sunet (de exemplu pentru obținerea vocilor profunde din reclame).

Nu prezintă acest efect microfoanele **omnidirecționale**, care au aproximativ aceeași sensibilitate de jur împrejurul capsulei, indiferent de apropierea de sursă. Ele sunt mai potrivite înregistrării unor grupuri de surse sonore cu un fascicul sonor larg (cor de voci, grup de viori sau suflători, etc), decât a surselor individuale, caz în care poate apărea captarea unor semnale nedorite. Deasemenea sunt foarte potrivite captării sunetelor de ambianță dintr-o încăpere (exemplu : la înregistrări în săli mari cu acustica foarte bună).

Microfoanele **bidirecționale**, formate de fapt din două capsule omni legate în antifază, au o caracteristică de directivitate de tip cifra 8 - adică sunt mai sensibile în fața și în spatele capsulei și mult mai puțin în laterale. Acest tip de microfoane nu este așa mult folosit la înregistrările uzuale în studio, una din utilizările mai frecvente fiind cea a captării semnalului diferențial în înregistrările stereo de tip **M/S (MID/SIDE)** alături de un microfon omnidirecțional ce captează semnalul sumă.

Există și microfoane care au directivitatea variabilă, fiind prevăzute cu un comutator care face foarte ușoară trecerea de la o caracteristică unidirecțională la una omni sau bidirecțională. Sunt de obicei de tip condensator și uneori prezintă chiar mai mult de trei tipuri de directivitate, realizate prin accentuarea unora dintre cele de bază.

Nu trebuie lăsată neamintită o altă caracteristică a microfoanelor : **diametrul** membranei. Membranele mici (5-15mm) favorizează captarea fidelă a frecvențelor înalte, dar limitează puțin raportul semnal zgomot. Membranele mari (20-30mm) coboară mai jos în frecvență la captarea semnalelor, dar pierd puțin la partea de frecvențe înalte (se folosesc însă tehnici de compensare a curbei de frecvență). Acestea din urmă au un raport semnal zgomot mai bun și sunt cele mai folosite în studio.

Microfoane - Recomandări practice:

- un **HOME studio** se poate descurca de obicei cu un microfon de tip condensator mai ieftin sau chiar cu un microfon dinamic de calitate.
- în dotarea unui studio de înregistrare de tip **PROJECT** ar trebui să intre :
 - cel puțin un microfon principal de tip condensator, unidirecțional sau cu directivitatea reglabilă, preferabil dintre cele cu membrana mare, ce va fi folosit mai ales la captarea în condiții cât mai fidele a vocii umane și a instrumentelor solistice mai delicate
 - 3-4 microfoane dinamice pentru captarea instrumentelor cu dinamică mare și semnal puternic (tobe, percuțiile, contrabasul, amplificatoarele de chitară sau chitară bas, precum, etc) sau alte surse sonore mai puțin pretențioase
 - o pereche de microfoane condensator unidirecționale, cu membrana mică, pentru captarea (eventual în stereo) a instrumentelor de suflat, instrumentelor cu corzi, pianelor, alăturilor, grupurilor vocale, cinealetor de la tobe

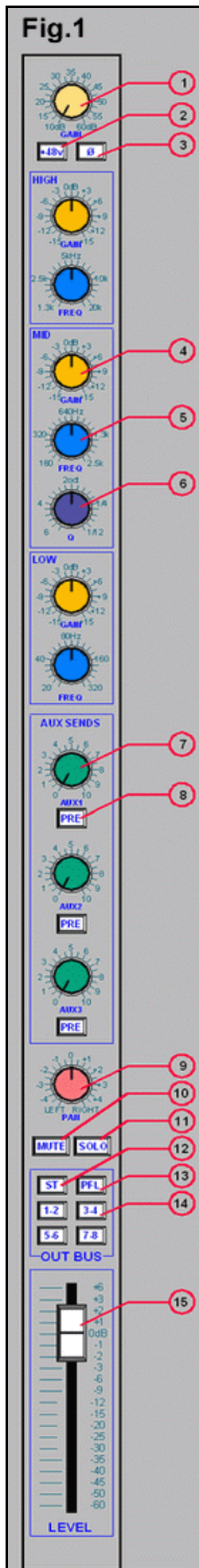
Consola de mixaj

Piesa centrală a unui studio de înregistrare este **consola de mixaj** (**masa de mixaj** sau **mixerul** în termeni mai populari). Ea preia semnalele electrice de la microfoane și celelalte surse de semnal audio, le amplifică la un nivel corespunzător, le trimite spre recorderul multipistă, le preia din nou de la recorder, le prelucrează (corecții de ton, efecte de reverberație, ecou, etc.), le însumează și în final le trimite la master-recorder pentru a obține mixajul final.

Clasificarea consolelor de mixaj se poate face în funcție de mai multe criterii, dar cel mai important este cu siguranță principiul de funcționare. Astfel, după acest criteriu, consolele de mixaj se împart în două mari categorii : **console analogice** și **console digitale**. De fapt, în ultimii ani, se observă impunerea unei a treia categorii (derivată din a doua) și anume aceea a **consolelor virtuale**, realizate prin software pe calculator, îndeplinind aceleași funcții ca o consolă digitală, dar la un preț cu mult mai mic.

Consolele analogice

Sunt cele mai vechi în istoria industriei audio și au dominat piața până la începutul anilor '90, când au început să apară modele digitale la un preț accesibil și la o calitate acceptabilă. Construite la început cu tuburi catodice, ulterior trecându-se la folosirea tranzistoarelor și mai recent a circuitelor integrate, principiul lor de funcționare este cel clasic al amplificatorului audio analogic, în componența lor intrând mai multe preamplificatoare de semnal cu sensibilitate reglabilă (suficientă pentru a amplifica semnalele provenite de la sursele de semnal mic, precum microfoanele), circuite de corecție a tonului și circuite de însumare și distribuție care permit trimiterea spre ieșirile de semnal a mai multor combinații ale semnalelor de la intrare (prelucrate). Pe lângă ieșirea principală stereo, la care se obține mixajul final al tuturor semnalelor prezente la intrări, mai pot exista, în funcție de complexitatea consolei, ieșiri de grup (așa numitele **bus out-uri**, cel mai des în număr de 8, folosite mai ales pentru a trimite semnale înspre recorderul multipistă), ieșiri de monitorizare pe căști independent de nivelele de monitorizare principale (**PFL out**) și ieșiri auxiliare pentru monitorizare sau pentru procesoarele de sunet externe. Celula de bază a consolei de mixaj este **canalul audio** (Eng=**audio channel**), iar numărul de canale existente în componența unei console dă numărul maxim de surse de semnal care pot fi mixate simultan, acesta putând varia de la 4 până la peste o sută și este de obicei multiplu de 8 (valorile cele mai întâlnite la consolele medii fiind 16, 24 sau 32).



În diagrama din **Fig.2** este prezentată schema bloc a unei console de mixaj (fiind detaliat doar un canal audio, celelalte fiind de obicei identice) iar în **Fig.1** se poate vedea cum arată fizic un canal audio de pe o consolă de mixaj, cu toate butoanele și reglajele tipic întâlnite.

Structura unui canal audio cuprinde o intrare de semnal mic, pentru preluarea semnalelor de microfon (utilizând în mod standard un conector **XLR**, putând fi prevăzută cu tensiune de alimentare de tip **phantom power (2)** pentru alimentarea prin cablul de semnal a microfoanelor condensator), aceasta fiind de obicei comutabilă cu o intrare de semnal mare de tip linie (Eng=**line input**) folosind un conector **JACK** (pentru semnale provenind de la instrumente muzicale electronice sau electroacustice, preamplificatoare externe, etc). Primul circuit electronic din lanț este un preamplificator de semnal mic (**MIC. AMP**), cu amplificarea reglabilă în mod continuu (reglajul de **GAIN (1)**) și în mod brut (printr-un comutator marcat de obicei **PAD**), de multe ori deținând și un reglaj de inversare de fază (**3**).

După preamplificator urmează egalizorul spectral (**EQ**), cu ajutorul lui realizându-se corecțiile de ton asupra semnalului audio. Structura standard constă în două până la patru filtre trece bandă, cu frecvențele de operare acoperind toată banda audio, cărora li se poate modifica amplificarea în bandă (**4**), frecvența centrală (**5**) și uneori largimea de bandă (prin **Q** - factorul de rezonanță (**6**)). Dacă acești ultimi doi parametri sunt reglabili, egalizorul este numit **parametric**.

La unele console mai complexe, pot exista module de procesare a dinamicii încorporate în canalele audio, dar în mod normal se preferă prevederea canalelor cu conectori (**INSERT**) special configurați pentru a permite inserția în lanțul audio (de obicei între preamplificator și egalizor) a unor procesoare de dinamică (sau de alt tip) externe.

Egalizorul este urmat de atenuatorul principal de nivel (**LEVEL, (15)**), folosit la ajustarea dozajului dintre diferitele canale în cadrul unui mixaj de semnale. El este în majoritatea cazurilor realizat sub forma unui potențiomtru rectiliniu (Eng=**FADER**), fiind prevăzută cu o scală ce marchează atenuarea semnalului în decibeli (**dB**), în funcție de poziția cursorului. Imediat după atenuatorul principal este amplasat un buton de întrerupere a circuitului audio (**MUTE, (10)**), ce permite "amuțirea" rapidă a canalului dacă este nevoie.

Există deasemenea un număr de circuite de distribuție sub formă matriceală a semnalelor de la diferitele intrări spre magistralele de semnal și ieșirile existente, constând într-un număr de reglaje prezente la fiecare canal audio: potențiomtrul de panoramă stereo (**PAN, (9)**) - cu ajutorul căruia se poziționează semnalul de pe canalul corespunzător în scena sonoră dintre canalul stâng și canalul drept al ieșirii stereo principale, butoanele de selectare grup (**ST BUS (12), PFL BUS (13), OUT BUS (14)**) - cu care se selectează înspre care dintre grupurile de ieșire se trimite semnalul de pe canal, precum și potențiometrele de ajustare a nivelului trimiterilor auxiliare de semnal (**AUX SEND, (7)**) spre circuite externe de monitorizare (de exemplu spre amplificatoarele de căști pentru muzicienii care înregistrează în studio) sau spre procesoarele de sunet externe (blocuri de reverberație, ecou, efecte speciale, etc.). Se obișnuiește folosirea unui comutator **PRE/POST (8)** pentru ca aceste trimiteri să își poată lua semnal dinaintea **FADER**-ului (**PRE** - la monitorizarea semnalelor independent de dozajul de la ieșirea stereo principală) sau de după acesta (**POST** - la folosirea procesoarelor externe).

Un circuit foarte util este și cel ce dă posibilitatea monitorizării individuale a fiecărui canal, prin apăsarea butonului **SOLO (11)** celelalte canale fiind automat decuplate.

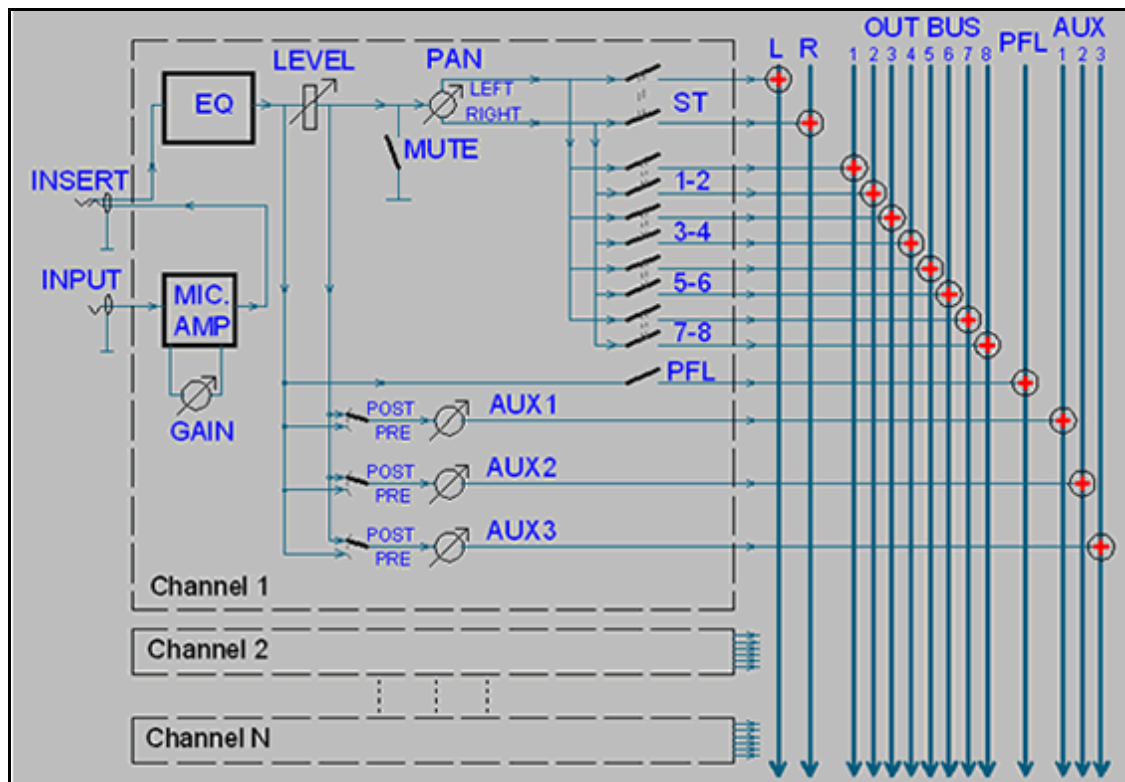


Fig.2

În ultimii ani s-a accentuat tot mai mult tendința utilizatorilor (mai ales a celor proprietari de studiouri de tip **HOME** sau **PROJECT**) de a folosi, în loc de o consolă completă, a unor **module analogice** externe, conținând preamplificatoare de microfon, procesoare de dinamică și corectoare de ton, toate combinate sub forma echivalentă unui canal audio de consolă. Este o variantă mai ieftină pentru cei ce nu au nevoie de prea multe canale audio simultan la înregistrare, permițând preluarea semnalelor de microfon sau de linie în condiții cât mai bune și cu investiții minime.

Consolele digitale

Deși cu o structură funcțională aproape identică cu cea a celor analogice, consolele digitale se bazează pe un mod complet diferit de prelucrare a semnalelor audio și anume prin procesarea lor digitală (numerică). După cum se observă și în **Fig.3**, acest lucru presupune că semnalele audio (analogice) prezente la intrările consolei (**IN1, IN2, ...**) sunt transformate într-o serie de valori numerice, cu ajutorul unor circuite de conversie numite convertitoare analog/digital (Eng=**ADC** - **Analog/Digital Converter**), rezultând un șir de date care constituie reprezentarea numerică a valorilor semnalelor audio la intervale discrete și succesive de timp, valori ce sunt procesate în circuitele de calcul ale consolei (**DSP=Digital Signal Processor**) utilizând algoritmi care simulează blocurile funcționale ale unei console analogice, după care semnalele sunt reconvertite în semnale analogice prin circuite complementare (**DAC** - **Digital/Analog Converter**) și sunt trimise către ieșirile fizice ale consolei (**OUT1, OUT2, ...**).

La nivel exterior, păstrând alura unei console de mixaj analogice (dar de obicei la dimensiuni mai mici), principala diferență față de aceasta o reprezintă modul de control al parametrilor procesării interne, adică simularea reglajelor de pe o consolă analogică. Dacă la aceasta din urmă există controale individuale (potențiometre, comutatoare, etc) pentru fiecare dintre canalele audio sau circuitele de ieșire pe care le are, la cea digitală este prezentă o centralizare a acestor reglaje : sunt prevăzute un număr minim de controale individuale pentru fiecare canal audio, în general un **fader** și un potențiomtru rotativ (care însă prin programare pot controla alternativ mai mulți parametri ai canalului corespunzător) și o zonă de control multifuncțională, dotată cu un display grafic și mai multe taste/potențiometre de control, cu care se poate controla în detaliu orice parametru al fiecărui canal audio sau alt circuit implementat. Mai mult, valorile introduse pentru fiecare parametru al consolei pot fi stocate în memoria internă, devenind astfel posibilă realizarea mai multor variante de mixaj pentru un material sonor, trecerea de la una la alta putându-se face printr-o simplă apăsare de buton. Există deasemenea opțiunea de a memora în mod dinamic variațiile unor parametri, operațiune denumită automatizare (Eng=**automation**), foarte folosită de exemplu la ajustarea nivelului sonor al unui instrument muzical înregistrat cu variații de nivel între diferitele părți ale unei piese muzicale. Astfel, datorită flexibilității programării, sistemul se comportă ca o consolă clasică, cu canale audio prevăzute cu reglaje de ton, reglaje de nivel și distribuitoare de semnale, îmbunătățită însă cu facilități noi, greu de implementat (unele chiar imposibil) într-o consolă analogică, toate acestea fiind limitate cantitativ doar de puterea de calcul a sistemului (care este practic un calculator numeric).

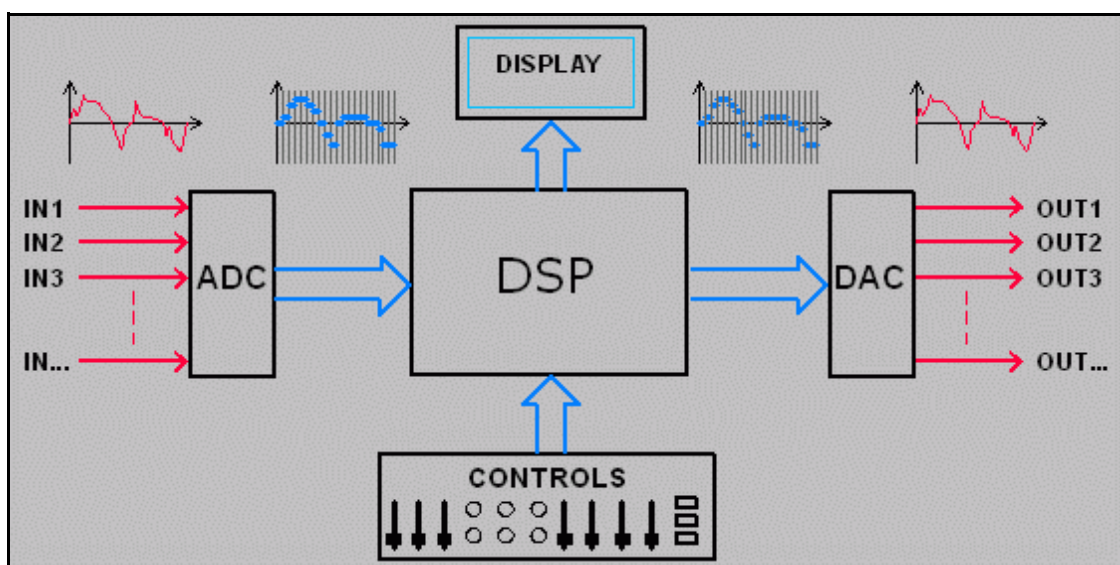


Fig.3

Ieșirile și intrările fizice în consola digitală pot fi de tip analogic (respectând standardele de la consolele analogice) sau de tip digital, caz în care apar niște formate noi:

- formate pe două canale (stereo) precum **S/P-DIF** (pe conector **RCA** sau conector optic, format folosit și în echipamentele semiprofesionale) sau **AES/EBU** (pe conector **XLR**, format strict profesional)

- formate multicanal, cele mai utilizate fiind formatul **ADAT** (8 canale pe cablu optic), formatul **TDIF** (8 canale, cablu multifir) și formatul **MADI** (56 sau 64 canale, cablu optic sau coaxial - format utilizat în sistemele profesionale foarte scumpe)

- formate multicanal ce utilizează standarde preluate din tehnica de calcul, existând practic două tendințe: transferul bidirecțional de date pe portul **USB** sau pe portul **FireWire** (numărul de canale diferind la fiecare în funcție de aplicație)

Aceste porturi de intrare / ieșire pot fi prevăzute standard pe consolă sau pot fi oferite ca accesorii opționale, sub forma unor plăci de extensie, ce se pot introduce în sloturi existente în carcasa ei, în funcție de numărul de intrări și ieșiri dorit de utilizator.

O practică foarte curentă este includerea în consolele digitale a unor procesoare de dinamică sau blocuri de efecte (sub formă de algoritmi suplimentari de procesare digitală a semnalelor, adeseori livrați pe plăci de extensie opționale), astfel că de cele mai multe ori un studio digital conține mult mai puține dispozitive fizice decât echivalentul său analogic.

Dacă pentru o consolă analogică principalele caracteristici care dau calitatea prelucrării semnalului audio sunt proiectarea circuitelor electronice și calitatea componentelor folosite, factorii primari care decid acest lucru la o consolă digitală sunt calitatea convertoarelor folosite (**ADC** și **DAC**) precum și acuratețea algoritmilor de calcul folosiți în procesarea digitală internă. Un parametru decisiv al acestui ultim factor îl reprezintă rezoluția la care se procesează semnalul digital. Fără a intra în prea multe detalii tehnice, urmărind diagramele de semnal din **Fig.4** (unde semnalul analogic este curba de culoare roșie iar semnalul digitizat este cel albastru), putem spune că această rezoluție este dată de doi parametri ai conversiei din analogic în digital al semnalului audio : primul parametru este rezoluția în nivel (axa verticală, **A**) sau **adâncimea conversiei**, reprezentând numărul de trepte de nivel dintre cel mai mic și cel mai mare semnal ce poate fi reprezentat (acest număr exprimându-se în **biți** prin valoarea sa binară), iar al doilea parametru este rezoluția în timp (axa orizontală, **T**) sau **frecvența de eșantionare** (Eng=**sampling frequency**) a semnalului de la intrare (valoare exprimată uzual în **kHz**). Cu cât adâncimea crește (diagrama **A1** -> diagrama **A2**), cu atât dinamica semnalelor convertite va putea fi mai mare iar nivelul de zgomot al conversiei (dat de imprecizia conversiei la nivelele cele

mai mici) va fi mai mic. Cu cât frecvența de eșantionare este mai mare (diagrama **A2** -> diagrama **A3**), cu atât se vor putea converti semnale cu spectru mai bogat în zona frecvențelor înalte (teoria spunând că, pentru o frecvență de eșantionare **[F]** dată, se vor putea reprezenta numeric corect semnale cu frecvențe până la **[F/2]**, adică doar jumătatea frecvenței de eșantionare).

În practică se folosesc mai multe valori standard pentru acești parametri, cel mai des utilizate fiind 16 biți și 24 biți, respectiv 44,1kHz, 48kHz, 88,2kHz și 96kHz, de obicei prezentate pereche, sub forma 16b/44,1kHz. Valorile date în acest ultim exemplu sunt cele folosite pentru codificarea digitală a muzicii pe CD-urile audio. În studiourile de înregistrare, datorită progreselor mari în tehnologiile de realizare a convertoarelor, se observa o folosire tot mai frecventă a rezoluțiilor mai mari precum 24b/44,1kHz sau 24b/96kHz, care se pare că produc rezultate mai bune în reprezentarea corectă a sunetelor naturale, chiar dacă la prima vedere teoria ar sugera suficiența unor valori mai mici. O situație mai specială are loc în prelucrarea internă a algoritmilor de procesare a semnalelor, care folosesc adâncimi mult mai mari (până la 64 biți) pentru a minimiza erorile de calcul (care se acumulează și devin observabile după foarte multe operații aplicate unui semnal).

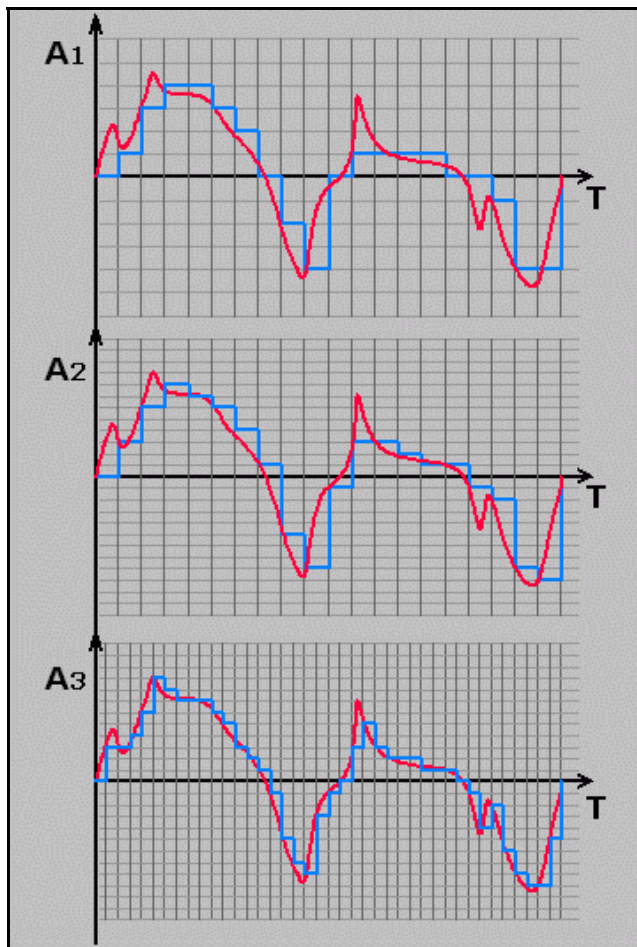


Fig.4

Consola de mixaj virtuală

Este de fapt o implementare strict software, într-un calculator personal, a unei console digitale, de la algoritmi de procesare a semnalelor și până la suprafața de control (în general reprezentată grafic ca o consolă analogică clasică, cu **fadere**, potențioetre, butoane, etc.), ce poate fi controlată cu ajutorul mouse-ului și a tastaturii. Legătura cu exteriorul, adică intrarea și ieșirea semnalelor, se face prin intermediul unei plăci de sunet instalate în calculator. Cu cât placa este mai performantă (mai multe intrări și ieșiri de semnal, convertoare mai bune cu rezoluție mai mare, etc.) cu atât folosirea acestui tip de consolă este mai apropiată de folosirea uneia fizice - nevirtuale. Desigur, principalul factor în acest sens rămâne acuratețea implementării software a consolei (numărul de canale audio, numărul parametrilor reglabili la EQ-uri, trimiteri auxiliare, numărul de grupuri de ieșire, etc.), calitatea procesării semnalului audio fiind dată, la fel ca la consola digitală, de calitatea algoritmilor de calcul și a convertoarelor folosite. Consola de tip virtual se întâlnește în **DAW**-uri sau **sequencer**-e audio (pachete software ce implementează sisteme mai complexe de tip consola + procesoare de semnal + recorder audio multitrack).

În ultimul timp au apărut pe piață mai multe suprafețe fizice de control programabile, care pot fi folosite pentru controlarea parametrilor unei console virtuale, astfel că granița dintre consolele virtuale și cele digitale devine tot mai vagă, singura diferență notabilă dintre ele rămânând faptul că la cea virtuală calculele au loc în calculator și au o flexibilitate mai mare în implementare datorită acestui fapt, fiind un sistem deschis, mult mai ușor de actualizat, în același timp însă consola virtuală fiind mai instabilă și mai greu de configurat, datorită sistemului de operare al calculatorului care nu este special creat pentru aplicații audio.

Merită amintit și un al patrulea tip de consolă, **consola hibridă**, care este mai mult o etapă de trecere de la analogic la digital. În esență este vorba de o consolă analogică, cu suprafața de control programabilă digital. Prin crearea acestui hibrid s-a urmărit păstrarea sound-ului analogic a unor console foarte apreciate în trecut și în același timp dotarea lor cu unele dintre facilitățile consolelor digitale (posibilitatea memorării parametrilor de control, a scenelor de mixaj, ba chiar automatizarea dinamică a acestora în unele cazuri, etc), pentru a putea fi integrate mai ușor în sistemele moderne din studiourile actuale.

Concluzie

Alegerea unei console de mixaj este o etapă fundamentală în definirea structurii unui studio de înregistrare și este condiționată de o serie de alți factori decizionali, primul dintre ei fiind desigur bugetul. În funcție de destinația studioului, de prezența altor echipamente achiziționate anterior sau chiar de gusturile viitorului utilizator, se poate opta pentru unul dintre tipurile de console de mixaj descrise mai sus, alegându-se o configurație (număr de canale, parametrii pe canal, ieșiri, etc.) cât mai potrivită situației concrete. Consolele analogice continuă să fie foarte utilizate, mai ales în variantele lor mai mari și mai scumpe, de către studiourile mari din lume (uneori numai pentru a îi mulțumi pe unii clienți importanți dar cu gusturi mai învechite), deseori în variante hibride (cu posibilitatea programării și automatizării), dar din cauza cheltuielilor de întreținere foarte mari, sunt în multe cazuri schimbate cu modele digitale sau folosite în paralel cu acestea. În ultimii ani, la nivelul utilizatorului mediu (dintr-un **project studio** cu dotare medie) se observă tendința generală de utilizare a echipamentelor digitale (ajunse în ultima vreme la o calitate foarte bună pentru niște prețuri acceptabile), urmărindu-se păstrarea cât mai mult a semnalelor în domeniul digital, astfel că alegerea unei console digitale este foarte frecventă. De multe ori se adoptă și o variantă combinată, folosindu-se o consolă virtuală pe calculator ca centru de prelucrare a semnalelor și o consolă analogică de format mai mic pentru monitorizarea ieșirilor din calculator sau a instrumentelor muzicale electronice programabile (sintetizatoare, mașini de ritm, etc).

Consola de mixaj - Recomandări practice:

- în cazul unui **HOME studio**, este de obicei suficientă existența unei console virtuale dintr-un pachet software de tip **DAW**, pe un calculator cât mai puternic (frecvența cât mai mare a procesorului, cât mai mult RAM, etc) și cu o placă de sunet cât mai bună, alături de unul sau două module analogice externe de captare a microfoanelor sau a instrumentelor muzicale electroacustice și eventual de un mic mixer analogic pentru monitorizare
- și pentru un studio din zona **PROJECT**, este recomandabilă folosirea unei console virtuale dintr-o aplicație **DAW** (rulată pe un calculator foarte bine configurat pentru funcționarea acesteia, fără probleme de stabilitate sau performanță), dar se poate atașa sistemului și o consolă analogică sau digitală de format mic (16 - 32 canale audio) pentru a ajuta la captarea mai multor microfoane simultan și pentru a asigura anumite funcții de monitorizare în studio
- într-un studio de tip **COMMERCIAL** este de cele mai multe ori necesară prezența unei console de format mai mare, cu cel puțin 48 de canale audio, pentru a putea fi înregistrate sau mixate, în condiții de fiabilitate ridicată, un număr cât mai mare de surse de semnal sonor (microfoane, instrumente muzicale, piste audio de la recordere, etc), fiind preferabilă folosirea unei console digitale pentru funcționalitatea ei deosebită în cadrul unui studio dotat cu foarte multe echipamente (preamplificatoare de microfon, procesoare de dinamică sau efecte sonore, diferite recordere, etc) și căi de semnal aferente, ce trebuie interconectate între ele în mai multe configurații distincte, în intervale destul de scurte de timp.

Procesoare de semnal

O categorie aparte de elemente ale lanțului audio din studio o reprezintă procesoarele de semnal. Chiar dacă denumirea lor poate crea puțină confuzie (dacă stăm să ne gândim, toate elementele lanțului audio sunt procesoare de semnal, începând cu microfoanele, care procesează undele sonore și le transformă în semnale electrice și până la difuzoare, care realizează transformarea inversă), importanța și necesitatea lor este de necontestat. Prin modularitatea lor, ele permit o mare flexibilitate în definirea sistemului audio, atât cantitativ cât și calitativ. În general se prezintă sub forma unor module externe, ce pot fi integrate circuitului audio în diferite forme, în funcție de tipul de procesare pe care îl realizează. Ele pot fi împărțite în două mari categorii : **procesoare de dinamică** și **procesoare de efecte speciale**.

Procesoarele de dinamică

Au rolul de a modifica dinamica semnalelor audio dintr-un anumit circuit, fiind în esență niște preamplificatoare audio neliniare, cu amplificarea depinzând chiar de nivelul semnalelor audio ce le străbat. Această amplificare are o anumită valoare pentru semnalele de nivel mai mic decât un prag reglabil (Eng=**threshold**) și o altă valoare pentru semnalele mai mari. Raportul dintre aceste două amplificări (Eng=**ratio**) este și el reglabil, în funcție de valoarea lui fiind definite cele două tipuri principale de procesor de dinamică:

- **compresorul de dinamică** (pentru care **RATIO > 1**)
- **expandorul de dinamică** (pentru care **RATIO < 1**)

În cazul **compresorului de dinamică** (Eng=**dynamic compressor**), semnalele cu nivelul mai mare decât o anumită valoare sunt amplificate mai puțin decât cele mai slabe, obținându-se practic un efect de amplificare a semnalelor mai mici și atenuare a semnalelor mai mari. Acest efect este foarte folositor în corectarea unui semnal audio ce are variații de nivel prea mari, ca de exemplu cel obținut la înregistrarea prin microfon a unei voci umane sau a unui instrument acustic, semnal ce poate varia de la foarte slab (șoapte, murmure, pasaje pianissimo) - putând coborî sub pragul de zgomot al mediului de înregistrare (bandă magnetică, mediu de stocare digital,etc.), până la foarte puternic (strigăte, sunete scurte și puternice precum cele generate de tobe,...) când poate depăși valorile maxime înregistrabile, apărând distorsiuni ale semnalului înregistrat. Prin folosirea compresorului, aceste extreme se apropie într-o anumită măsură una de alta, semnalele mici (amplificate mai mult) crescând peste pragul de zgomot, iar cele mari (amplificate mai puțin) coborând sub pragul de distorsiune, reușindu-se astfel înregistrarea semnalului inițial în condiții optime. Un caz particular al compresorului de dinamică îl reprezintă

limitatorul de semnal (Eng=**signal limiter**), care este în fapt un compresor cu raportul de amplificare foarte mare (aproape infinit). Orice semnal de la intrarea lui, care depășește un prag stabilit, este atenuat și menținut la un nivel constant, la ieșirea limitatorului obținându-se un semnal cu un nivel maxim bine precizat. Circuitul are o mare aplicabilitate la tratarea semnalelor cu variații impredictibile de nivel, ce trebuie menținute într-o anumită plajă fixă de valori, de exemplu la înregistrarea semnalelor într-un recorder (nivelul maxim trebuie să nu depășească valorile la care apar distorsiuni) sau la intrarea unui amplificator de putere (semnalele cu nivelul peste un anumit prag pot distruge circuitele electronice ale amplificatorului sau chiar difuzoarele conectate la ieșirea lui).

Cu un mod de funcționare complementar compresorului de dinamică se prezintă **expandorul de dinamică** (Eng=**dynamic expander**), la care semnalele de la intrare ce sunt mai mici decât pragul stabilit sunt amplificate mai puțin, iar cele mai mari sunt amplificate mai mult, efectul obținut fiind complementar celui realizat de compresor. De fapt majoritatea aplicațiilor practice ale expandorului sunt chiar cele de restaurare a dinamicii prea scăzute a unui semnal compresat anterior. Utilizarea cea mai mare în practică o are însă un tip aparte de expandor, denumit **noise gate**. Caz complet opus limitatorului de semnal, **noise gate**-ul prezintă un raport al amplificărilor foarte mic (aproape zero), modul lui de funcționare constând în faptul că orice semnal cu nivelul sub pragul stabilit este blocat (sau atenuat foarte mult), pe când cele cu nivele mai mari decât pragul sunt lăsate să treacă nemodificate. Cea mai frecventă utilizare a acestui procesor este cea în care este inserat pe o cale de semnal audio (de exemplu între o chitară electrică și un amplificator de chitară), având rolul de a opri calea în intervalul în care semnalul a scăzut sub un anumit nivel - adică atunci când semnalul util a dispărut (instrumentul nu mai cântă) - pentru a nu permite trecerea unor semnale parazite de nivel mic (brumuri, zgomote de fond, interferențe de la alte surse de semnal prezente în apropiere, etc).

Pe lângă aceste două tipuri principale, se mai întâlnesc o serie de variante sau combinații ale compresoarelor și expandoarelor de dinamică, precum **compander**-ul (un compresor și un expandor combinate), **compresorul multibandă** (mai multe compresoare legate în paralel, fiecare lucrând doar pe o anumită bandă de frecvențe reglabile - dispozitiv foarte folosit în procesul de **mastering** al materialelor sonore), **de-esser**-ul (un compresor calat doar pe o bandă îngustă din zona frecvențelor mediu-înalte, folosit în special pentru corectarea vocilor umane cu sunete sibilante prea puternice) sau **enhancer**-ul (un expandor setat să lucreze pe anumite benzi de frecvență, pentru a îmbogăți spectrul unui semnal).

Constructiv, procesoarele de dinamică pot fi realizate folosind circuite integrate, tranzistoare sau chiar tuburi catodice. De asemenea, aceste procesoare pot exista implementate

software în consolele digitale sau virtuale, funcționarea lor nediferind cu nimic față de variantele lor analogice, doar flexibilitatea utilizării fiind mai mare.

Procesoarele (generatoare) de efecte speciale

Denumirea este cam lungă și nu se prea folosește în forma asta, ci se prescurtează în **efecte speciale** (Eng=**FX** sau **SFX**). Această categorie de procesoare de semnal este mai bogată, putând fi la rândul ei împărțită în două subcategorii principale :

- **generatoare de ambianță**, ce simulează artificial ambianțe acustice
- **modulatoare**, ce au rolul de a modifica dinamic spectrul semnalelor audio

Generatoarele de ambianță au ca exponenți principali **reverberatorul** (Eng=**reverb**) și **ecoul** (Eng=**delay**). Ambele procesoare au ca principiu de funcționare decalarea semnalului audio cu ajutorul unui circuit electronic de întârziere și însumarea lui cu semnalul original neîntârziat. Totodată, semnalul decalat este trecut printr-un atenuator reglabil și reintrodus în circuitul de întârziere, realizându-se o buclă de reacție (Eng=**feedback**), semnalul continuând să circule prin buclă până la dispariția sa totală datorită repetatelor atenuări suferite. Cu cât atenuarea este mai mare, cu atât timpul de extincție este mai mic. Diferența dintre reverberator și ecou este dată de mărimea timpului de decalare prin circuitul de întârziere (Eng=**delay time**). Pentru valori mai mici de aproximativ 50 ms, semnalele repetate care apar la ieșirea circuitului sunt percepute de urechea umană ca fiind contopite într-unul singur, cu o durată a extincției sunetului (Eng=**decay time**) controlabilă prin atenuatorul din bucla de reacție, iar efectul rezultat este cel similar reverberației, adică a reflectării sunetului dintr-un perete într-altul, până la extincție, într-o cameră goală cu pereții reflectivi, circuitul fiind deci un reverberator artificial. În funcție de setările câtorva parametri ai circuitului, se pot simula diferite ambianțe sonore, de la camere mici cu sunet estompat sau strălucitor, până la săli mari sau foarte mari. Reverberatorul este principalul efect sonor folosit în studioul de înregistrare, esențial în crearea unei ambianțe acustice potrivite pentru vocile sau instrumentele muzicale înregistrate în mediul neutru al sălii de înregistrare. Cu ajutorul lui se poate realiza o distribuție în adâncime a instrumentelor în scena sonoră dintr-un mixaj stereofonic, pe lângă distribuția clasică stânga-dreapta realizată cu ajutorul reglajelor de panoramare. O utilizare similară o are și ecoul, la care întârzierile repetate ale semnalului de la intrare sunt percepute distinct (intervalul dintre ele este mai mare de 50ms, valorile uzuale variind între 100 și 1000ms), simulându-se reflectarea acestui semnal de către obiecte îndepărtate, efectul fiind foarte plăcut când este aplicat pe vocile sau instrumentele solistice.

Inserarea în lanțul audio a reverberatoarelor și ecourilor este în general de tip paralel, prin circuite de trimitere-întoarcere (Eng=**send-return**). Astfel, de pe fiecare canal audio (al consolei

de mixaj) ce conține semnal dorit a fi procesat, se trimite o fracțiune de semnal prin ieșirile auxiliare (Eng=**aux send**), toate fiind însumate intern și trimise spre circuitele de reverberație sau ecou externe (sau interne în unele cazuri, mai ales la consolele digitale), iar semnalul de la ieșirile acestora este reintrodus prin intrări speciale de tip **return** (sau chiar intrări normale) în consolă și mixat cu semnalele directe de pe canale. Semnalul rezultat va conține atât sunetele directe (neprocesate), cât și cantități de semnal procesat variind pentru fiecare semnal în parte, în funcție de nivelul trimiterii corespunzătoare. Există și varianta simplei inserări a procesorului în calea de semnal, acest mod de utilizare fiind specific tratării individuale a instrumentelor (de exemplu la înregistrarea unei chitări electrice, când se poate insera un circuit de ecou între chitară și amplificatorul de chitară).

Dacă inițial se foloseau dispozitive mecanice și electromecanice pentru realizarea acestor efecte sonore (camere de reverberație, dispozitive cu arcuri sau plăci metalice de reverberație, ecouri cu bandă magnetică, etc) și ulterior circuite electronice pasive de întârziere, în zilele noastre ele se generează în majoritate prin mijloace digitale, versatilitatea și calitatea unui procesor digital fiind incontestabil mai mari decât ale unuia analogic (cu unele excepții în cazul unor echipamente analogice de top, preferate încă de nostalgici).

Modulatoarele sonore îndeplinesc o funcție de alterare spectrală a semnalelor procesate, alterare ce poate lua forma unei accentuări sau reduceri a unei (sau a mai multor) benzi de frecvențe și baleierea ei (lor) cu o anumită periodicitate de-a lungul spectrului semnalului (efectele **chorus**, **flanger**, etc), sau chiar modificarea totală a semnalelor prin multiplicarea tuturor frecvențelor din spectru cu un anumit factor (efectul **pitch shift**). În primul caz, efectele au rolul de a îmbogăți spectrul sonor al semnalelor și este foarte apreciată utilizarea lor pe instrumente cu sunet susținut, de acompaniament (o secție de viori, o orgă, o chitară, un cor de voci umane, etc), obținându-se senzația de înmulțire a instrumentelor și de "grăsime" a sunetului. După cum și numele lui o sugerează, **pitch shifter**-ul este un schimbător în frecvență, fiind capabil să translateze complet în frecvență un semnal. Una dintre principalele sale utilizări este procesarea vocii umane, el putând să schimbe tonalitatea în care se cânta sau să genereze voci adiționale armonice cu cea originală, iar cu ultimele tehnologii digitale, pot fi modificate chiar formantii vocii umane, rezultând o schimbare naturală a timbrului vocal (de exemplu dintr-o voce masculină într-una feminină sau dintr-una de adult într-una de copil).

Procesoarele de semnal pot apărea într-o mare varietate de forme și combinații, situația cea mai întâlnită fiind cea a cutiilor ce conțin mai multe tipuri de procesoare digitale (Eng= **multi-effect box**) care pot fi configurate și aranjate în mai multe moduri, toți parametrii putând fi stocați în memorie sub forma unor programe/preseturi, ce pot fi foarte ușor apelate în funcție de necesități.

Dezvoltarea tot mai intensă a tehnicii de calcul din ultimii ani a făcut posibilă folosirea tot mai eficientă a aplicațiilor de înregistrare și mixaj virtuale, ceea ce a dus implicit la apariția a tot mai multe programe de prelucrare în calculator a semnalelor audio, printre acestea fiind și nenumărate implementări virtuale a procesoarelor de dinamică și efecte. Ele sunt de regulă realizate sub forma unor module de program denumite **plug-ins**, ce se instalează pe lângă aplicația principală de mixaj, calitatea lor variind de la mediocru la foarte bun, în funcție de calitatea algoritmilor de procesare digitală folosiți și a rezoluției la care se realizează procesarea internă în program.

În ceea ce privește procesoarele de dinamică, în afară de cele implementate în consolele digitale și virtuale, ele sunt construite în majoritate în tehnologie analogică, fiind un foarte bun "circuit tampon" între o sursă de semnal analogică și o intrare într-un dispozitiv digital (printr-un convertor analog/digital), mai ales când acesta din urmă este un recorder. În cazul folosirii rezoluțiilor mai mici de 24 biti la înregistrare, este chiar indicată folosirea unui compresor analogic extern în locul unui digital intern încorporat în consola digitală, pentru a exploata la maxim dinamica mai redusă a mediului digital respectiv.

Procesoare de semnal - Recomandări practice:

Concluzionând, se poate spune că, pentru a face față oricărei situații ce s-ar putea ivi într-un studio, la o sesiune de înregistrare sau de mixaj, este nevoie de :

- cel puțin unu sau două reverberatoare de calitate, pentru generarea ambianței acustice principale în mixaje, de tip plug-in software sau hardware extern
- unu-două procesoare adiționale pentru alte efecte necesare (ecou, chorus, etc), de tip plug-in software sau hardware extern
- cel puțin un procesor de dinamică (în mod deosebit un compresor) pentru prelucrarea semnalelor cu dinamică mare (voce, instrumente de suflat, percuții, etc) ce urmează a fi înregistrate

Recorderele și mediile de înregistrare

Destinația principală a unui studio de înregistrare este desigur înregistrarea semnalelor sonore. Drept urmare, un element esențial în definirea sistemului său audio îl reprezintă alegerea aparatelor folosite pentru înregistrarea propriu-zisă (aparate denumite în continuare **recordere**). În funcție de caracteristicile și calitatea realizării recorderului (atât a aparatului propriu zis, cât și a mediului de înregistrare), vom avea o reprezentare mai mult sau mai puțin fidelă a semnalelor înregistrate : cu cât pragul de distorsiune este mai ridicat și nivelul de zgomot mai coborât, cu atât dinamica semnalelor înregistrate va fi mai mare ; cu cât banda de frecvență suportată va fi mai mare, cu atât spectrul semnalelor înregistrate va putea fi mai bogat. O caracteristică deosebit de importantă pentru un recorder folosit în studio este numărul maxim de piste audio (Eng=**audio tracks**) pe care îl poate înregistra, adică numărul maxim de semnale audio (de la microfoane sau alte surse sonore) care pot fi înregistrate și redade ulterior, individual sau simultan, pentru postprocesare și mixare. Convențional, dacă acest număr este 2, recorderul se numește **recorder stereofonic** (Eng=**2-track recorder**) și este în mod normal folosit ca recorder final (Eng=**master recorder**) la înregistrarea mixajelor. Dacă numărul de piste este mai mare, avem de-a face cu un **recorder multipistă** (Eng=**multitrack recorder**).

Evoluția în timp a recorderelor a fost în strânsă legătură cu dezvoltarea tehnologiilor și mediilor de înregistrare a semnalelor sonore. Putem desigur considera recordere fonograful lui Edison și inscriptoarele direct pe disc ce i-au urmat, însă primele modele moderne utilizate în studioul de înregistrare au fost magnetofonele analogice cu bandă magnetică. Au urmat magnetofonele digitale cu bandă magnetică, iar în ultimii ani, marea revoluție a recorderelor digitale pe hard disk. Cum fiecare dintre aceste tehnologii se mai folosește încă în studio, într-o mai mare sau mai mică măsură, va fi prezentată pe scurt fiecare în parte.

Magnetofonele analogice cu bandă magnetică

Au intrat în studiourile de înregistrare acum mai bine de 50 de ani și încă se țin bine pe poziții. De la timidele modele pe una sau două piste de la începuturi și până la "tancurile" pe 24 de piste de astăzi a fost un drum lung, ajungându-se la un nivel al calității și fiabilității greu de egalat chiar și în domeniul digital. Datorită neliniarității la înregistrare a benzii magnetice, aceasta prezentând un efect de saturație la nivele mari ale semnalului înregistrat - similar unui compresor de dinamică, se obține un sunet mai "rotund" și mai "cald" după cum se obișnuiește să se spună, fiind un mediu de înregistrare încă preferat de mulți utilizatori.

Ca variante constructive, principalul factor care diferențiază magnetofonele analogice este lățimea benzii folosite, de aici în general decurgând și numărul de piste disponibile. Astfel, cele mai simple modele (exceptând comunele casetofone stereo care nu ne interesează la acest punct) sunt recorderele cu casete pe 4 sau 8 piste, utilizate (încă) în unele studiouri de tip **home**, de către muzicieni pentru care viteza de immortalizare a unei idei pasagere este primordială. Magnetofonele cu bandă de 1/4 inch (6,35mm) mai sunt încă folosite pentru realizarea de master-uri, având de obicei doar 2 sau 4 piste. De la lățimea de 1/2 inch (12,7mm) încep magnetofonele multipistă profesionale, utilizabile la înregistrări în studio, ele având uzual între 8 și 16 piste (există și modele pe doar două piste, acestea fiind în special folosite la înregistrările master stereo). Cele mai valoroase rămân însă magnetofonele cu banda de 1 inch (25mm) și mai ales de 2 inch (51mm), având între 8 și 24 de piste, adevărate mașini industriale de produs muzică. Fiabilitatea lor extraordinară (există modele care funcționează de peste 20 de ani) și calitatea deosebită a înregistrării sunetului pe banda magnetică le fac încă instrumentul preferat de lucru pentru multe dintre studiourile actuale, mai ales însă dintre cele de top, pentru că nu oricine își permite să cumpere asemenea aparate, prețurile lor fiind foarte mari. De multe ori, la cererea unor clienți mai pretențioși, studiourile le închiriază cu ora de la firme specializate.

Fidelitatea înregistrării semnalelor este dată în principal de dinamica și banda de frecvență maxime suportate de banda magnetică (și circuitele electronice interne, dar acestea sunt de obicei mult peste normele necesare), parametrii de care depind acestea fiind grosimea benzii magnetice și viteza ei de deplasare prin fața capetelor de înregistrare. Cu cât banda este mai groasă și stratul magnetic mai profund, cu atât zgomotul propriu este mai mic și nivelele semnalelor înregistrate pot fi mai mari, rezultând o dinamică mai mare a semnalului. Cu cât viteza de deplasare a benzii este mai mare, cu atât ea va putea memora semnale cu frecvența mai mare și deci cu spectru mai bogat. Dacă pentru modelele mai modeste viteza este de 3,75 inch/sec (9,5 cm/sec) sau 7,5 inch/sec (19 cm/sec), la cele mai performante ajunge la 15 inch/sec (38 cm/sec) sau chiar 30 inch/sec (76 cm/sec). Calitatea sunetului unui magnetofon cu 24 piste pe bandă de 2 inch rulând la 30 inch/sec poate fi cu greu bătută, chiar de cele mai sofisticate tehnologii digitale actuale.

Modelele mai complexe dispun de posibilitatea înregistrării pe una dintre piste a unui semnal standard de sincronizare (**SMPTE code**), făcând posibilă sincronizarea mai multor astfel de aparate (nu neapărat identice) și oferind astfel spre utilizare un sistem cu mult mai multe piste simultan (suma pistelor oferite de fiecare aparat, minus piste de sincronizare).

Dezavantajele magnetofonelor analogice (în afară de prețul mare, desigur, pentru cele care merită luate în calcul) sunt uzura în timp a capetelor magnetice, rezultând alterarea calității înregistrării și necesitatea întreținerii lor periodice (deasemenea cu cheltuieli mari), precum și

sensibilitatea mărită a benzii magnetice la factori degradanți externi (câmpuri magnetice, umezeală, praf, temperaturi excesive, deformări mecanice ale benzii, etc) care o fac un mediu destul de nesigur pentru păstrări de durată mai mare a materialelor sonore.

Pe lângă acestea, o rolă de bandă magnetică de 2 inch lățime și lungime 762 m (dimensiune standard) poate înregistra la viteza de 30 inch/sec. aproximativ 17 minute de material sonor (pe maxim 24 piste) și costă 180-200 de Euro, presupunand ca o mai găsiți de vânzare nouă (existând desigur și oferte second hand mult mai ieftine, mai ales dacă banda este uzată). Cu aceeași sumă însă poate fi achiziționat acum un harddisk de 2 TB, pe care se pot stoca peste 90 de ore de material sonor la calitate comparabilă (24 piste, la rezoluția 24b/96kHz), adică de peste 300 de ori mai mult !

Magnetofioanele digitale cu bandă magnetică

Magnetofioanele digitale cu bandă magnetică au fost următorul pas în evoluția tehnologică a echipamentelor de înregistrare sonoră. Apărute în studiouri pe la începutul anilor '80, au fost privite inițial cu neîncredere de către inginerii de sunet, în mare parte din cauza slabei calități a convertoarelor și algoritmilor de procesare digitală (la fel ca și în cazul primelor console digitale). Apoi, pe măsură ce tehnologia digitală a evoluat, ele au devenit tot mai apreciate și mai întâlnite, la începutul anilor '90 având loc o adevărată explozie a folosirii lor, prin apariția pe piață a modelelor modulare folosind casete video ca suport de înregistrare (în special cele de tip **ADAT** sau **DTRS**), mai ieftine și mai ușor de utilizat decât modelele cu role de bandă. Aceste două direcții au evoluat oarecum în paralel, fiecare câștigându-și o anumită categorie de utilizatori.

Magnetofioanele digitale cu role au rămas în general apanajul utilizatorilor "gri", reprezentând vârful tehnologic în înregistrarea digitală pe bandă. Ele se folosesc de o serie de capete magnetice care citesc în paralel datele de pe banda magnetică (cu lățimea uzuală de 1/2 inch), sistemul fiind denumit **DASH** (pentru anumite modele). Formatul digital folosit este de 16b/44.1kHz și 16b/48kHz (sau 24b/44.1kHz și 24b/48kHz la modele mai noi), pot înregistra până la 48 de piste simultan, iar viteza de transport a benzii poate ajunge până la 115cm/sec. Sincronizarea între aparate este mult mai precisă datorită formatului digital, nefind necesară sacrificarea unor piste audio pentru acest lucru. Construcția aparatelor (la fel ca în cazul variantelor analogice de același calibru) este foarte bine realizată, având o fiabilitate foarte mare a componentelor mecanice și o calitate deosebită a circuitelor electronice interne. Au prevăzute intrări și ieșiri de semnal pentru fiecare pistă, atât în format analogic (cu convertoare **A/D** și **D/A** de foarte bună calitate) cât și în format digital (în general de tip **AES/EBU** sau **MADI**), eventual sub formă de module opționale. Unele modele au implementate și funcții suplimentare de editare

internă a pasajelor înregistrate, precum copierea de pe o pistă pe alta sau montajul a mai multor secțiuni sonore într-una singură. Sunt deosebit de scumpe, dar sunt întâlnite încă (de multe ori doar inchiriate) în studiourile mari care își permit aceste cheltuieli.

Recordurile digitale modulare cu casetă (**MDM - Modular Digital Multitrack**) au apărut prin modificarea sistemelor video de înregistrare pe casetă, folosind aceeași metodă a capului magnetic rotativ, care permite o foarte bună utilizare a suprafeței benzii magnetice din casete, fiind posibilă înregistrarea pe o casetă standard a până la 60 de minute de material pe 8 piste, rezoluția fiind reglabilă de la 16b/44,1kHz până la 24b/96kHz, în funcție de model. Posibilitatea de a sincroniza un număr mare de recorduri între ele și deci de a avea un sistem foarte scalabil, după necesități, împreună cu cheltuielile mult mai mici (atât pentru aparate cât și pentru casetele cu bandă magnetică) necesare realizării unui asemenea sistem, au făcut ca acest tip de recorduri să aibă o răspândire foarte mare în studiourile cu buget mediu (studiouri de tip **PROJECT**, studiouri mobile, studiouri de postproducție sunet pentru film, studiouri **HOME** cu pretenții mai ridicate, etc), devenind un standard atât de utilizat încât în multe din studiourile scumpe se păstrează 2-3 **MDM**-uri pentru eventualii clienți ce mai folosesc aceste formate.

S-au evidențiat două tipuri constructive de **MDM**-uri : tipul **ADAT** (standard dezvoltat de firma Alesis) utilizând casete **S-VHS** și interfață digitală pe fibră optică (format **ADAT**) și tipul **DTRS** (dezvoltat de firma Tascam) pe casete **Hi8** și interfață digitală în format **TDIF**, acesta din urmă devenind aproape un standard în activitățile de postproducție sunet pentru film. Ambele tipuri posedă atât intrări și ieșiri digitale, cât și analogice. Chiar dacă nu se ridică la nivelul de fiabilitate al recorderelor **DASH**, calitatea **MDM**-urilor mulțumește foarte mulți utilizatori, fiind o bună opțiune pentru cei care (încă) nu vor să se aventureze în zona "mlăștinoasă" a recorderelor pe hard disk.

O variantă aparte a recorderelor digitale cu bandă magnetică o reprezintă **casetofoanele DAT**, ce utilizează o casetă specială de format mic, cu bandă îngustă (3,8mm), înregistrând doar două piste. Principiul constructiv este la fel ca la **MDM**-uri, cu capete magnetice rotative, dar la o scară mai redusă. Caseta **DAT** a fost multă vreme principalul mediu digital de înregistrare a masterului stereo în operațiile de mixaj din studioul de înregistrare (și probabil va mai fi încă o vreme - în paralel cu noile formate digitale - chiar și numai pentru compatibilitate cu vechile echipamente). Multe studiouri, în special cele **HOME** și **PROJECT**, au abandonat însă complet acest format în favoarea noilor recorduri direct pe hard disk sau a CD-recorderelor, mult mai ieftine și mai flexibile în utilizare.

Recorderele digitale pe hard disk

Recorderele digitale pe hard disk sunt marea revelație a înregistrărilor sonore. Deși primele modele au apărut pe la mijlocul anilor '80, abia după vreo zece ani au devenit foarte populare, datorită progreselor deosebite în realizarea hard disk-urilor de capacități mari. Variantele lor constructive se împart în două categorii importante : sisteme de sine stătătoare (numite chiar **Hard Disk Recorders - HDR**) și sisteme implementate în calculator, în cadrul așa numitelor **DAW**-uri (**D**igital **A**udio **W**orkstation). În principiu sunt același lucru, ambele conținând interfețe de intrare și ieșire a semnalelor audio și de control, o unitate de procesare și control a semnalelor (hardware + software) și unitatea de stocare a datelor (hard disk-ul), realizarea practică însă diferind considerabil.

În cazul **HDR**-ului, construcția este compactă, asemănătoare cu un **MDM**, dar având ca suport de înregistrare un hard disk și nu bandă magnetică. Datorită modului neliniar în care se stochează informațiile pe hard disk, comparativ cu banda magnetică, accesul la diferite poziții din cadrul materialului sonor înregistrat este practic instantaneu, obținându-se astfel o foarte mare economie de timp. Operațiunile ce pot fi efectuate cu aparatul sunt bine definite de către un software ce este înscris într-o memorie internă, care în general nu poate suferi modificări majore ulterioare. Aproape fiecare comandă sau reglaj are propriul buton de operare, făcând utilizarea aparatului foarte simplă și comodă. Datorită stabilității și simplității mari în utilizarea lor, ele sunt preferate de profesioniști și de studiourile comerciale, pentru care aceste calități sunt esențiale în realizarea lucrărilor la timp și în siguranță.

La fel ca și **MDM**-urile, **HDR**-urile posedă mai multe tipuri de intrări și ieșiri de semnal, de obicei grupate după format pe plăci inserabile opțional în aparat, în funcție de necesitățile concrete de interconectare cu celelalte echipamente din studio. Rezoluțiile de lucru ajung până la 24b/96kHz, iar numărul de piste este uzual 8,16 sau 24. Pot fi sincronizate mai multe aparate între ele, crescând astfel numărul de piste audio disponibile, la multe dintre modelele de pe piață existând și telecomenzi speciale (**remote controler**) cu care se poate comanda de la distanță și într-o formă mai elegantă toată rețeaua de recordere. Mediul principal de înregistrare a datelor îl reprezintă un hard disk intern (format standard 3,5" în majoritatea cazurilor), capacitatea lui determinând cât de mult material audio poate fi înregistrat, lângă care pot fi atașate medii auxiliare pentru mărirea capacității (alte hard disk-uri) sau arhivarea datelor (discuri magneto-optice, CD/DVD-Recordere, DVD-RAM, etc). La multe dintre modelele recente de **HDR** sunt incluse facilități de editare a semnalelor înregistrate (copieri, deplasări sau ștergeri de pasaje, ajustări ale nivelelor, filaje ale începutului sau sfârșitului unui pasaj, etc), fiind posibilă uneori chiar vizualizarea semnalelor înregistrate pe monitoare video externe de mare rezoluție, sau conectarea prin rețea la sisteme de calcul pentru prelucrări auxiliare.

Dezavantajul major al **HDR**-ului este imposibilitatea dezvoltării lui în timp peste limitele cauzate de componentele constructive (numărul maxim de piste înregistrabile este fix, puterea de calcul necesară diferitelor operații de editare sau procesare a sunetului este limitată, etc).

Altfel stau lucrurile cu un **DAW**. Infrastructura fizică a acestuia constă într-un calculator (în general de tip **PC** sau **MAC**), cu componentele optimizate pentru prelucrări audio, asta însemnând un procesor la o frecvență cât mai mare (preferabil de tip **multi-core**), cât mai multă memorie de tip RAM, unu sau două hard disk-uri de capacitate cât mai mare și cu parametri de viteză cât mai buni (turație mare, timp de acces mic, rate de transfer mari,...) și în primul rând o placă de sunet profesională, cu intrări și iesiri analogice și digitale, având rezoluțiile interne și de conversie cât mai mari.

Avantajul esențial pe care îl are un **DAW** față de un **HDR** este posibilitatea de a rula orice aplicație audio (software) compatibilă cu sistemul de operare și componentele calculatorului (aplicație ce poate fi îmbunătățită de câte ori apare o nouă versiune a ei), rezultând o extraordinară flexibilitate în prelucrarea semnalelor audio înregistrate, singurul factor limitator fiind imaginația și pregătirea programatorilor aplicațiilor. Astfel, se folosesc programe ce simulează un recorder multipistă (numite **sequencere** audio), pe un număr nelimitat teoretic de piste (dar limitat practic de capabilitățile fizice ale sistemului), cu nenumărate facilități de editare și organizare a secvențelor audio înregistrate. Ele încorporează de obicei și o consolă de mixaj virtuală, cu procesoare de dinamică și efecte sonore, obținându-se în acest fel un întreg studio virtual în interiorul calculatorului, cu nimic mai prejos în majoritatea cazurilor decât un studio real.

Printre dezavantajele **DAW**-ului, relativ la celelalte tipuri de recordere, putem aminti operarea mai complicată (justificabilă datorită multitudinii și complexității operațiilor executabile), necesitatea unei anumite pregătiri în tehnica de calcul a operatorului, existența de multe ori a unor dificultăți în configurarea corectă a aplicației audio pe anumite sisteme, chiar a unor instabilități în functionare dacă componentele calculatorului nu sunt de foarte bună calitate, sau dacă există incompatibilități între ele. Există însă firme care sunt specializate pe configurarea și furnizarea de **DAW**-uri "la cheie", în diferite configurații în funcție de nevoile clientului și chiar dacă uneori prețul lor este foarte mare, garanția stabilității și calității sistemelor compensează pe deplin.

Recordere - recomandări practice:

- aproape invariabil, în studiourile **HOME** se lucrează astăzi cu **DAW**-uri ieftine dar cu performanțe acceptabile, la care contează mai mult facilitățile disponibile decât stabilitatea sau calitatea sistemului (pentru bugetul mic alocat) ; chiar și în aceste condiții, calitatea realizărilor ajunge de multe ori la nivelul celor din studiourile mult mai pretențioase.
- în studiourile de tip **PROJECT**, deși se va întâlni o varietate mai mare de recordere (în funcție de buget), precum recordere pe bandă mai ieftine, **MDM**-uri sau **HDR**-uri, în tot mai multe cazuri se migrează spre folosirea aproape exclusivă a **DAW**-urilor de categorie medie (nu așa de scumpe ca modelele de vârf, dar cu performanțe și fiabilitate foarte bune), renunțându-se la echipamente externe (console, procesoare,...) mai scumpe și nu neapărat mai performante decât echivalentele lor virtuale.
- în cazul studiourilor **COMMERCIAL**, printre recorderele preferate se mai găsesc încă cele digitale pe bandă (tip **DASH**, mai ales modelele de înaltă rezoluție) și cele analogice pe bandă lată de 1-2 inch, dar se folosesc tot mai des modele de **HDR** sau **DAW** scumpe, de mare performanță, cu stabilitate sporită și facilități specifice lucrului în studiourile mari, în special pentru operații de editare și postprocesare a materialelor sonore înregistrate (multe dintre ele fiind legate în rețele de tip server-client, cu acces comun la unități de stocare masivă a informației).

Monitoarele audio

La capătul final al sistemului audio din studioul de înregistrare se găsesc difuzoarele electroacustice (Eng=**speakers**), ce convertesc semnalele electrice în semnale sonore, făcând astfel posibilă auzirea lor de către om. În terminologia studiourilor, sistemele de difuzoare (grupate de obicei în incinte acustice) se numesc **monitoare audio** (Eng=**audio monitors**).

Importanța alegerii unor monitoare de bună calitate și mai ales a poziționării lor corecte în încăperea, este covârșitoare, făcând de multe ori diferența dintre un studio bun și unul prost. Din păcate, aceste lucruri sunt prea ușor trecute cu vederea, fie din ignoranță, fie din comoditate.

Un prim criteriu de clasificare a monitoarelor audio ar fi numărul de căi al incintei acustice. Datorită imposibilității unui singur difuzor de a reda cu fidelitate și randament maxim întregul spectru audibil (20Hz - 20.000Hz), se folosesc mai multe difuzoare de dimensiuni (și construcție) diferite, fiecare redând o anumită zonă a spectrului sonor, rezultatul fiind o incintă acustică pe mai multe căi, cu răspunsul în frecvență și randamentul sonor mult îmbunătățit. Se folosesc uzual două sau trei benzi de frecvență, filtrele de separare (Eng=**crossover filters**) putând fi pasive (cu circuite rezistive, capacitive și inductive), active (cu amplificatoare pentru fiecare bandă) sau combinate. Cu cât puterea difuzoarelor este mai mare, cu atât este mai preferată folosirea filtrelor active, pentru evitarea pierderilor prea mari de putere în componentele pasive.

O importanță deosebită are dimensiunea difuzorului de frecvențe joase (Eng=**woofer**), care influențează direct cea mai de jos frecvență redată de monitor. Cu cât diametrul membranei lui este mai mare, cu atât va putea reda corect și cu randament mare frecvențe mai scăzute. Dimensiunile standard folosite pornesc de pe la 5 inch, ajungând până la 15 și chiar 18 inch. Dacă acestea din urmă ajung să redea cu ușurință frecvențele de la limita de jos a spectrului audibil, cele mai mici (de 6 - 8 inch, mai des întâlnite în monitoarele de studio) pot reda doar până la 40-50Hz, fiind necesară utilizarea unor incinte separate (de construcție specială, numite **subwoofere**) pentru redarea frecvențelor foarte joase.

Derivând din aceste două caracteristici ale monitoarelor, rezultă un alt criteriu important de clasificare a lor : distanța la care sunt așezate față de ascultător. Astfel, dacă sunt așezate relativ aproape (1-2m) de poziția de ascultare, în așa numitul câmp apropiat (Eng=**nearfield**), în care sunetul direct radiat de difuzoare este mult mai puternic decât reflexiile venite de la pereții camerei, ele se numesc în mod convențional **nearfield monitors**. Realizate în general pe două căi, cu **woofer**-e de 5, 6.5 sau 8 inch, sunt prezente în aproape orice studio, mai ales datorită prețului relativ mic și ușurinței în utilizare, fiind de obicei așezate la capetele frontale ale consolei de mixaj (dacă construcția ei o permite) sau pe suporturi individuale mobile (montare tip

freestanding). În cazul monitoarelor mai mari, cu **woofer**-e de 12 inch sau mai mult, acestea sunt asezate mai departe (3-4m), în zona numită **farfield**, unde la formarea semnalului sonor final contribuie în mare măsură și reflecțiile sunetelor din pereții încăperii. În acest caz, monitoarele mai sunt numite și **main monitors** (sau **mains**), adică monitoare principale, fiind de obicei încastrate în nișe speciale din pereții studioului (montare tip **flush** sau **soffit**), pentru a minimiza interferențele sunetelor direct radiate cu reflexiile din pereții alăturați difuzoarelor. Datorită faptului că sunt mai scumpe și mult mai greu de montat, deși oferă condiții de monitorizare mult mai fidele, acest tip de monitoare este folosit doar în studiourile de tip **COMMERCIAL** sau în cele **PROJECT** cu buget mai mare, în majoritatea cazurilor în paralel cu monitoare de tip **nearfield**. În anumite situații, pentru încăperile mai mari, se poate considera un al treilea câmp, de mijloc (Eng=**midfield**), având caracteristici intermediare celorlalte două, în care se pot monta monitoare de tip **nearfield** dar mai mari (cu **woofer** de 8-10 inch).

Un alt element de luat în considerație în alegerea monitoarelor audio îl constituie modul de conectare a difuzoarelor la amplificatoarele de putere. Soluția clasică o reprezintă **monitoarele pasive**, care conțin difuzoare separate pe benzi de frecvență prin filtre pasive și sunt conectate la amplificatoare externe independente. La alegerea lor, trebuie ținut cont de impedanțele amplificatoarelor și ale incintelor (pentru a realiza un transfer optim de putere) și de raportul dintre puterea de ieșire a amplificatorului și cea maxim suportată de incintă (pentru a asigura o funcționare la randament maxim și fără distorsiuni a ansamblului). O soluție mai modernă este cea a folosirii **monitoarelor active**, care încorporează în incintele acustice filtre active necesare separării benzilor de frecvență și amplificatoare de putere optimizate pentru difuzoarele existente, astfel că sistemul rezultat are caracteristici foarte bune. Datorită ușurinței la configurare și utilizare, calității deosebite, spațiului mai mic ocupat în studio, precum și a costurilor totale (amplificator+incintă) mai mici, monitoarele active sunt preferate în majoritatea studiourilor audio (cu excepția poate a celor în care inginerii de sunet sau obișnuit prea tare cu sunetul unor modele pasive mai vechi), în special pentru **nearfield**-uri.

O variantă particulară a monitoarelor audio, extrem de importantă în studio, o reprezintă **căștile acustice** (Eng=**headphones**). Alături de calitățile electrice pe care trebuie să le prezinte pentru o cât mai bună redare a sunetelor înregistrate, trebuie luate în considerare cu mare atenție și calitățile lor mecanice. Rezistența lor mecanică și ergonomia lor sunt foarte importante când sunt folosite ore în șir, zi de zi. Utilizarea căștilor în studio este diversă, de la ascultarea unor semnale cu nivel mic în condiții de zgomot ambiant ridicat și până la folosirea lor ca mijloc de monitorizare în studio de către muzicieni a propriilor voci sau instrumente muzicale, precum și a pistelor preînregistrate de pe recorderul multipistă, în cazul în care monitorizarea pe incinte acustice este imposibilă sau neindicată.

Monitoare audio - recomandări practice:

- în cazul unui buget foarte mic, într-un **HOME studio** nepretențios, în loc de monitoare profesionale se poate folosi și o instalație **HiFi** stereo de bună calitate
- pentru un **HOME studio** sau un **PROJECT studio** de buget redus, aflat într-o încăpere mai mică, este suficientă o pereche de monitoare de tip **nearfield**, active sau pasive (cu un amplificator potrivit), pe două căi, cu **woofer** de 6.5 sau 8 inch, montate în sistem **freestanding**
- dacă bugetul o permite, pentru studiourile cu încăperi mai spatioase, este preferabilă folosirea unei perechi de monitoare mai mari, active sau pasive, pe trei căi, având **woofer**-ul de 12 sau 15 inch, montate în sistem **flush** în pereții studioului. Soluția optimă o constituie însă folosirea în paralel a unei perechi de **mains**-uri de putere și dimensiuni mari (pentru a monitoriza materialele sonore la un nivel și o dinamică mai apropiate de realitate) și a una sau două perechi de monitoare **nearfields** de dimensiuni mai mici și preferabil diferite (de exemplu o pereche de 5 inch și o pereche de 8 inch), pentru monitorizarea în cadrul operațiilor mai puțin sensibile la calitatea monitorizării (la înregistrări, la editare, etc) sau pentru verificarea mixajelor la nivele mici de audiție (simularea audiției materialelor sonore în condiții casnice normale)
- pe lângă acestea, în toate studiourile este necesară și existența a cel puțin câte o pereche de căști de bună calitate, atât pentru inginerul de sunet în cabina de mixaj, cât și pentru muzicianul din sala de înregistrare

Etapele principale de realizare a unui studio de înregistrare:

- stabilirea destinației studioului și a operațiilor ce vor fi realizate în el
- determinarea aparaturii optime necesară realizării operațiilor în studio
- alegerea locației potrivite pentru studio
- conceperea proiectului de construcție (sau amenajare a încăperilor existente)
- realizarea practică a construcției (respectiv amenajării), după datele din proiect
- instalarea mobilierului și a aparaturii audio și efectuarea ultimelor retușuri ale răspunsului acustic și aspectului estetic al încăperilor.

Cu cât pretențiile / cerințele vor fi mai mari, cu atât proiectul va fi mai complex și o mai mare atenție va trebui acordată realizării lui.

În funcție de situație, lucrarea practică poate merge de la simpla adaptare a unei încăperi existente sau a unei zone dintr-o încăpere folosită și pentru alte scopuri, până la construcția unei clădiri noi cu mai multe încăperi special adaptate cerințelor studioului de înregistrare (cu pereții încăperilor foarte bine izolate fonic între ele și față de exterior, cu sisteme de ventilație și termoficare proiectate astfel încât să respecte normele de silențiozitate și fonoizolație necesare, cu circuit de energie electrică pentru aparatura audio separat de restul consumatorilor din clădire, etc).

Este bine ca toate aspectele lucrării (fonoizolația, ventilația, termoficarea, sistemul electric, cablarea audio, etc) să fie incluse de la început în proiect și soluționate la nivel teoretic înainte de începerea realizării practice, pentru că altfel se poate întâmpla să se ajungă în imposibilitatea de a continua corect o etapă a lucrului din cauză că altă etapă a fost făcută anterior într-un mod nepotrivit (de exemplu situația în care nu se poate configura corect circuitul de ventilație a aerului din cauza unor pereți adiționali incorect amplasați).

Inevitabil, pe parcursul realizării practice vor apărea tot felul de situații neprevăzute, dar dacă proiectul a fost suficient de atent realizat, acestea vor avea un impact mult mai mic asupra evoluției lucrării.