

1 INTRODUZIONE

Con il termine Computer Music si intende sempre più spesso non la composizione realizzata attraverso algoritmi matematici del computer, ma l'utilizzo del Personal Computer come mezzo col quale arrangiatori, compositori, musicisti professionisti e utenti amatoriali realizzano le proprie idee, siano queste prettamente tecnologiche che partiture destinate poi a gruppi acustici o ad orchestre. Determinanti per la diffusione della computer music sono stati la diffusione di massa dei PC e l'introduzione del MIDI, linguaggio col quale è possibile pilotare la maggior parte degli strumenti musicali elettronici in commercio. Inizialmente ad utilizzo esclusivo di tastieristi - pianisti ha successivamente sviluppato nuove interfacce sia "midizzando" strumenti come chitarra, sax, basso elettrico sia sviluppando software con interfacce più semplici e immediate permettendone l'utilizzo sia agli altri musicisti sia ad i programmatori tekno(logici) che spesso utilizzano mouse e tastiera per le loro composizioni. La computer music è un aspetto dell'informatica musicale, che rappresenta la sintesi di diverse aree, dalla ricerca e produzione artistica (composizione, interpretazione, direzione d'orchestra), alla ricerca in campo scientifico (modelli e sistemi informatici per lo studio di segnali musicali) e umanistico (teoria musicale, musicologia), all'industria dello spettacolo e multimediale (produzione di strumentazione musicale elettronica, editoria musicale, realtà virtuale, produzione e post-produzione video, case discografiche, studi di registrazione, ecc.) Dal punto di vista scientifico, l'informatica musicale delinea un campo di investigazione complesso: la musica costituisce un dominio in cui verificare e sviluppare proficuamente sia metodologie che applicazioni propriamente informatiche.

La ricerca in informatica musicale è inoltre motivata da ragioni artistiche (sviluppo ed esplorazione di nuovi approcci alla composizione, alla performance, ecc.), scientifiche e tecnologiche (qualità sonora più elevata, strumenti musicali di potenza sempre maggiore, migliore comprensione della natura dell'intelligenza musicale, ecc.), e da un elevato potenziale economico in diverse direzioni: nuovi strumenti (musicali e non) per la produzione e la post-produzione di suono e musica, in particolare per i settori radiotelevisivo, cinematografico, multimediale e di intrattenimento (dispositivi ottici per la memorizzazione di suoni ed immagini, realtà virtuale, interazione uomo-macchina, arte interattiva, teatro, danza). Le applicazioni musicali degli elaboratori costituiscono un'area informatica oggetto di ricerca da più di venticinque anni. Numerosi centri di ricerca operano in questo settore sia in ambito accademico che industriale, soprattutto nel Nord America (il Media Lab del MIT a Boston, il CARL-UCSD dell'Università della California, le università di Stanford e Carnegie Mellon) e in Europa (l'IRCAM a Parigi). Da tempo in Italia è in corso una notevole attività nel settore dell'informatica musicale da parte di numerosi centri, il cui punto di riferimento è l'Associazione di Informatica Musicale Italiana.

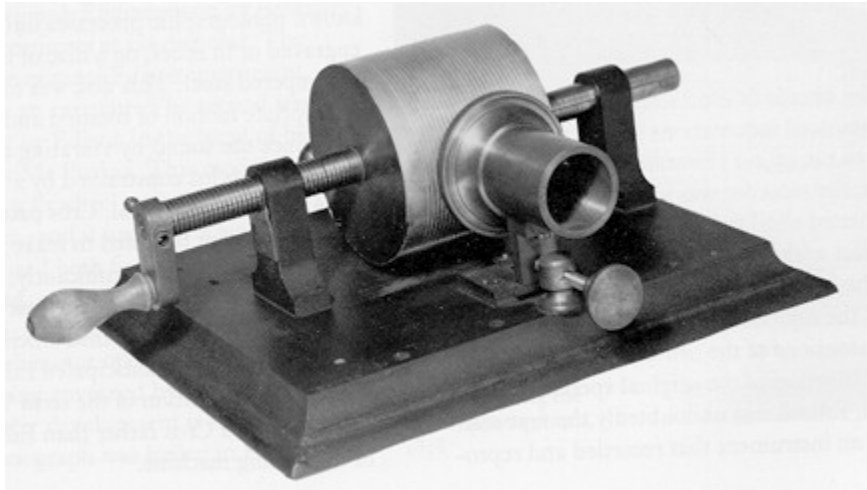
Un termine spesso confuso con la computer music è musica elettronica, col quale si intende musica non solo prodotta attraverso apparecchiature elettroniche (non necessariamente computer) ma musica nella quale l'elettronica risulti la chiave creativa.

CENNI STORICI

Nell'ultimo secolo è cambiato radicalmente il modo di comporre, eseguire, riprodurre, ascoltare, nonché quello di concepire la musica. Nelle pagine che seguono sono riassunte brevemente e in modo molto schematico le tappe storiche più importanti che hanno contribuito a questo cambiamento.

1877. Viene inventata la fono-fissazione, più comunemente chiamata registrazione, per opera di Charles Cros. Thomas Edison in seguito realizzò il primo vero fonografo, che comprendeva un ricevitore, un registratore e un riproduttore: il ricevitore era una specie di cornetto acustico rovesciato, i movimenti del diaframma del ricevitore venivano trasmessi a un ago d'avorio

fissato al centro del diaframma.



Il

registratore era costituito da un cilindro ricoperto da uno strato di cera davanti al quale si muoveva con velocità uniforme un carrellino portante il ricevitore e lo stilo; in tal modo la punta d'avorio dello stilo, a contatto con la superficie del cilindro, tracciava un solco in profondità corrispondente all'impulso fonico. Il riproduttore era costituito da un tronco di cono metallico cavo la cui base minore era chiusa da una sottile lamina vibrante (diaframma). Al centro del diaframma era fissato un ago la cui punta seguiva esattamente il solco del cilindro del registratore e trasmetteva al diaframma stesso, sotto forma di vibrazioni, i segni incisi riproducendo così i suoni registrati.

Il sistema era puramente meccanico, e quindi non si può ancora parlare di Musica Elettronica, ma la scoperta di Cros Charles ha permesso di poter "fissare", al pari della fotografia con le immagini qualsiasi suono, e ha sconvolto così sia il concetto spaziale della musica (ascoltare il suono della musica svincolato dall'esecutore) sia quello temporale (ascoltare musica in un altro momento da quello nel quale è stata eseguita). Si pensi solo a un piccolo esempio: la maggior parte delle persone utilizza la musica come "sottofondo", l'ascolta cioè facendo altre cose: al lavoro, mentre legge, in macchina alla guida, a cena, durante la meditazione, mentre fa ginnastica. Questo modo "distratto" di usufruire della musica, che diventa così un tappeto sonoro indipendente e distaccato dagli esecutori, prima dell'invenzione del fonografo era non solo irrealizzabile, ma inconcepibile.

1902. Thaddeus Cahill progetta il Dynamophone, costituito da un gruppo di generatori (dinamo, ciascuno del peso di diversi quintali) che producevano correnti alternate a diverse frequenze. L'idea era quella di diffondere musica via cavo. La costruzione, giunta ancora prima che fossero disponibili i mezzi per realizzarla, fu abbandonata.

1920-30. In questo periodo sono stati inventati i primi strumenti musicali elettronici, che producevano quindi segnali elettrici in seguito trasformati in suoni. Tra questi il primo fu il Theremin (1919-1920) inventato da Leon Theremin. La particolarità di questo strumento è l'interfaccia uomo macchina, che risulta tutt'oggi innovativa. Non applicò infatti una tastiera di comando al Theremin, ma due antenne in grado di interpretare i movimenti del musicista e tradurli in dinamica e altezza. Un'antenna verticale interpretava la frequenza della nota, avvicinando o allontanando la distanza della mano (quasi mimando il movimento che fa il suonatore del trombone americano) l'antenna orizzontale interpretava l'ampiezza del suono. Il prototipo funzionava con delle cuffie, solo

nel 1925 vi fu applicato un altoparlante consentendo così al Theremin poter



suonare nelle orchestre.

Altri strumenti inventati in quest'epoca sono le Onde Martenot (1928, che basava la produzione del suono su oscillatori valvolari e aveva un'interfaccia più usuale, quella di una comune tastiera), l'organo hammond (1929).

1930-40. In questi anni vengono messi a punto due invenzioni che avranno grande influenza sulla musica attuale: l'amplificazione sonora e la registrazione su nastro magnetico. L'avvento degli amplificatori permetterà non solo un migliore ascolto della musica registrata, ma porterà ad un nuovo modo di concepire la musica, portando strumenti come la chitarra a diventare strumento solista, ad espressioni vocali nuove (si pensi alla voce sussurrata che può emergere dinamicamente sopra una batteria), e alla diffusione degli strumenti elettronici.

1948. Nasce e si sviluppa attorno alla figura carismatica di Pierre Schaeffer la Musica Concreta. Lavorando presso gli studi della società radiotelevisiva francese (RTF) ebbe la possibilità di utilizzare un vasto archivio discografico e di incominciare a fare esperimenti sul suono e sul rumore. Scrive Schaeffer: "noi abbiamo chiamato la nostra musica concreta poiché essa è costituita da elementi preesistenti (dunque concreti) "presi in prestito da un qualsiasi materiale sonoro, sia rumore o musica tradizionale." Quindi la musica concreta prende come materiale di base per le proprie composizioni l'oggetto sonoro, un evento sonoro opportunamente isolato attraverso il processo della registrazione e successivamente manipolato attraverso qualsiasi processo. La musica concreta non trovò diffusione tra il grande pubblico, come d'altronde la musica contemporanea oggi, e venne utilizzata soprattutto per effetti sonori radiofonici (nel 1951 la RTF decise di impiantare uno studio stabile di musica concreta con la finalità di costruire un repertorio utilizzabile per le proprie trasmissioni). È importante osservare però che con Schaeffer per la prima volta si ha l'utilizzo dei mezzi tecnologici (in questo caso registratori a nastro, consolle di mixaggio) in maniera creativa. Ed è impossibile non notare come questo ingegnere - musicista (che ormai è diventata una figura professionale ormai comune nel mondo musicale) abbia anticipato di più di 40 anni l'avvento dei campionatori e di una serie di generi musicali che, sebbene con fini commerciali, utilizzano come base per le loro composizioni oggetti sonori (=campionamenti) di rumori o musica tradizionale (suoni singoli o interi spezzoni di altre incisioni).

1950-60. Nasce, per opera di Karlheinz Stockhausen e Erbert Eimert, nello Studio di Colonia WDR la musica elettronica. Al contrario dello studio RTF francese, lo studio di Colonia era equipaggiato con strumentazione elettronica in grado di generare elettronicamente i suoni. Da qui la distinzione tra musica concreta (suoni o rumori registrati e in seguito trattati e montati insieme) e musica elettronica (suoni e rumori prodotti da generatori di suono elettronici, in seguito registrati e montati insieme) che poi si andrà sempre più assottigliando. Il primo approccio dei compositori tedeschi con la musica elettronica fu molto rigoroso, lo scopo era quello di superare la concezione dodecafonica di Schomborg attraverso l'eliminazione del sistema tonale e dell'esplorazione di tutto lo spettro sonoro, e di superare difficoltà esecutive estremamente complesse attraverso l'utilizzo delle macchine. Solo successivamente, con il progresso della tecnologia e la progettazione di strumenti elettronici di larga

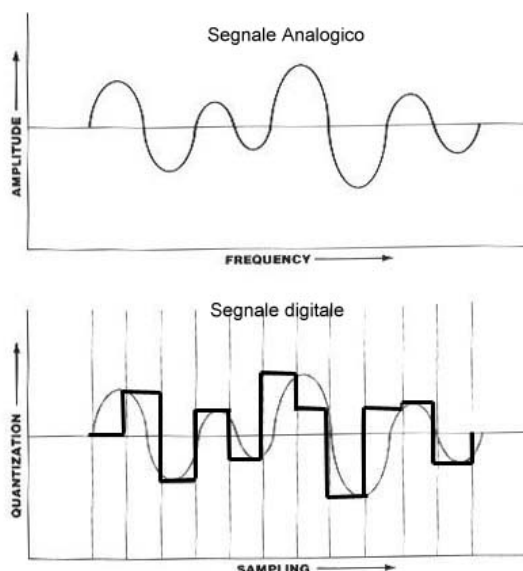
diffusione, la musica elettronica e' entrata a far parte della musica pop perdendo però completamente il suo aspetto sperimentale e di ricerca, e diventando o uno strumento per emulare strumenti acustici o per scopi effettistici. Lo dimostra il fatto che l'unica interfaccia esistente attualmente per questi strumenti è la tastiera, accordata secondo il sistema temperato.

1960-70. Nascono i primi sintetizzatori portatili a basso prezzo: Mini-Moog, e successivamente ARP e Oberheim. La diffusione di questi strumenti porta il loro utilizzo in molti campi: dalla musica leggera alle colonne sonore per film. Vengono inoltre sviluppati in questo periodo i primi sistemi digitali per il controllo dei synth analogici, i primi sequencer.

1980-90. Nel 1981 nasce, per opera della Sequential Circuits, il protocollo M.I.D.I., in seguito accettato anche da tutti gli altri costruttori di strumenti musicali elettronici. Il primo sintetizzatore con porte midi fu il Prophet 600, della SC. La computer music si diffonde nello stesso periodo, nel momento in cui iniziava la diffusione dei personal computer. Da lì a poco collegare un PC ad uno strumento midi e attraverso un software adeguato comporre musica sarebbe diventato alla portata di tutti. Nello stesso periodo si ha l'avvento dei sintetizzatori digitali, dei campionatori, e dei primi sistemi HD recording (il software Soundesigner della Digidesign per mac risale al 1985).

Anni 90. L'utilizzo del computer nella musica diventa popolare. I programmi musicali con gestione del midi integrano l'audio digitale attraverso l'HD recording, permettendo attraverso un singolo software di gestire contemporaneamente e nello stesso modo audio e midi. La progettazione di personal computer sempre più potenti porta all'utilizzo in tempo reale di numerose applicazioni software e alla tendenza a realizzare di un unico programma modulare (composto da più programmi) che possa integrare tutte le potenzialità: effettistica (riverberi, delay, compressori..), sintetizzatori virtuali, processi di mixaggio ed equalizzazione del suono. Spesso questi programmi sono concepiti come plug-in, cioè estensioni di altri programmi e quindi utilizzabili in più contesti. Acquistano larga diffusione i midi file grazie allo standard GM (general midi) che vengono utilizzati non solo da strumenti musicali dedicati ma anche dai Personal Computer. Infine l'avvento di internet e dei nuovi formati audio ad alta compressione (per esempio lo standard MP3 che porta ad una compressione di oltre 1/10 sfruttando algoritmi psicoacustici) potranno portare ad una nuova rivoluzione nel mondo musicale: la distribuzione e la stampa discografica potrebbe essere a breve affiancata e in seguito sostituita dal download (scaricamento dati) diretto dalla rete dei files musicali dell'artista scelto (con la possibilità di scegliere i brani da acquistare e fare delle vere e proprie "compilation") e dal trasferimento della musica sul supporto scelto (su CD tramite masterizzatore, o direttamente nella memoria dell'MP3 player)

ANALOGICO E DIGITALE



Un importante distinzione, spesso poco chiara per chi si avvicina per la prima

volta all'informatica musicale, è il concetto di segnale analogico e segnale digitale. Prima della diffusione della tecnologia digitale tutti i sistemi elettronici, compresi i calcolatori, utilizzavano la tecnologia analogica, basata cioè dal confronto (analogia) di quantità fisiche che cambiano in maniera CONTINUA. L'elettronica digitale (= numerica) invece utilizza quantità DISCRETE, discontinue. Prendiamo come esempio un'onda sinusoidale, la sua rappresentazione analogica risulterà una curva continua, senza interruzioni, quella digitale sarà invece frammentata, suddivisa in gradini ciascuno del quale con un valore (altezza) definita. Ed è proprio questo il notevole vantaggio del digitale: quello di poter semplificare un segnale analogico in diverse parti, ed assegnare ad ognuna di esse un valore numerico. Il segnale così scomposto, sia esso sonoro che di altro tipo (video, misurazioni di variabili fisiche come la temperatura, il peso, il tempo ecc.) può essere archiviato, modificato, e successivamente ricomposto attraverso il procedimento inverso (conversione digitale-analogica).

Il materiale sonoro, una volta trasformato in numeri, può essere modellato attraverso una serie di istruzioni di calcolo (algoritmi). Nei mixer digitali per esempio, i controlli non sono costituiti da componenti elettronici fisici ma da algoritmi. Pensando di progettare un potenziometro digitale del volume dovremmo scrivere un programma che diminuisce o aumenta di un certo valore tutti i numeri.

IL SISTEMA BINARIO E ESADECIMALE

I sistemi digitali sono in grado di riconoscere soltanto due valori: ON/OFF. Un interruttore è un dispositivo digitale in quanto ha soltanto due possibilità, ACCESO SPENTO. Le funzioni che può svolgere un calcolatore sono: aritmetiche, di confronto, di trasferimento e memorizzazione dati. Tramite delle opportune combinazioni è però possibile eseguire qualsiasi calcolo. Lo schema (molto semplificato) di un calcolatore digitale è il seguente: dispositivo in grado di eseguire le operazioni aritmetiche e di confronto (unità centrale di processo CPU), dispositivo in grado di memorizzare i dati (memoria), interfaccia che permetta di inserire e ricevere i dati all'operatore (tastiera, monitor o display). La maggioranza degli strumenti musicali elettronici oggi utilizza la tecnologia digitale (sintetizzatori, campionatori, batterie elettroniche, multieffetti, registratori ecc.) quindi essendo queste basate su microprocessori (CPU) utilizzano la stessa architettura.

Poiché i computer riconoscono solo due condizioni (0/1) il sistema numerico utilizzato non è quello decimale ma quello binario.

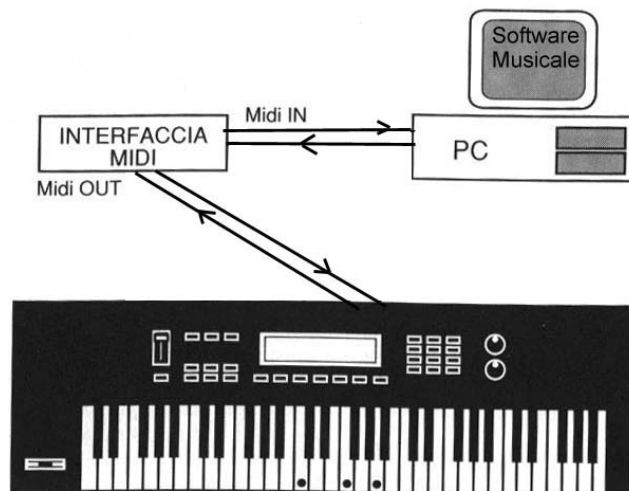
Il sistema decimale (a base 10) utilizza 10 caratteri (1,2,3,4,5,6,7,8,9,0) il cui valore cambia a seconda della posizione del carattere stesso (unità, decina, centinaia, migliaia ecc.). Se scriviamo il numero 3124, questo equivale a alle varie potenze in base dieci moltiplicate per il numero stesso: $3 \times 10^3 + 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 4 \times 10^0 = 3124$. Il sistema decimale, da noi comunemente utilizzato (forse per il fatto che la nostra capacità immediata di visualizzazione di conteggio è limitata al numero delle nostre dita) è solo uno dei tanti modi di rappresentare i numeri. Quello binario (appunto usato dai calcolatori) utilizza come base il numero 2. Il numero binario 0101 equivale al numero decimale $2^3 \times 0 + 2^2 \times 1 + 2^1 \times 0 + 2^0 \times 1 = 0 + 4 + 0 + 1 = 5$. Le memorie dei calcolatori sono comunemente strutturate in raggruppamenti di 8 valori binari (bit), l'insieme di 8 bit viene chiamato byte. Da cui poi seguono le altre unità di misura: 1 kbyte=1024 byte, 1 megabyte=1024 kbyte, 1 gigabyte=1024 megabyte).

Il sistema binario è poco immediato e per niente pratico, per questo per la rappresentazione dei byte viene utilizzato il sistema esadecimale (a base 16). Il sistema esadecimale utilizza sedici caratteri (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F). Il principio di conversione è sempre lo stesso, per esempio il numero F7H (H = esadecimale) è uguale a $15 \times 16 + 7 = 247$. Prendiamo un byte e suddividiamolo in due parti: avremo due gruppi di 4 bit ciascuno, ognuno dei quali potrà assumere un valore da 0 a 15 ($1111 = 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0 = 15$). Possiamo quindi raggruppare un byte con un numero esadecimale composto da

due cifre, il cui valore potrà variare da 0-255. Vediamo ora alcuni esempi, il numero binario 0111 1011 = 7Bh = 7 x 16 + 11 = 123. IL numero 1010 1101 = ACh = 10 x 16 + 13 = 173. L'utilizzo dei numeri binari e esadecimali ci servirà a capire in dettaglio il linguaggio midi, che utilizza codici formati da 8bit, e quello dell'audio digitale che deve sempre tener conto della frequenza di campionamento e dei bit di risoluzione.

Spesso inoltre l'implementazione midi degli strumenti elettronici è costituita da una mappa di memoria e da tutti i codici che lo strumento può ricevere, il tutto utilizzando numeri esadecimali, quindi può risultare utile avere domestichezza con questi per programmazioni midi complesse.

STRUMENTAZIONE DI BASE



Non è facile definire una strumentazione di base per la computer music, perché la costante evoluzione informatica ridefinisce molto spesso nuovi standard.

Comunque gli "attrezzi" di base per poter produrre musica attraverso il computer si possono suddividere in 4 gruppi :

COMPUTER, SOFTWARE, GENERATORE SONORO, INTERFACCIA MUSICISTA-COMPUTER.

COMPUTER.

E' Ovviamente il cuore di ogni Home Studio per la composizione di computer music. A metà degli anni 80 c'erano in commercio diversi sistemi di personal computer (spesso tra loro incompatibili) alcuni dei quali avevano già la possibilità di collegare dispositivi musicali elettronici.

Adesso la scelta si riduce di fatto a due sistemi: Macintosh (Apple computer, con microprocessori Motorola) e PC (IBM compatibili, basati su componenti hardware assemblati dal rivenditore, processori INTEL e sistema operativo Microsoft). C'è in realtà anche un altro sistema, Atari st e Atari Falcon, oggi non più in produzione, che ebbe nel campo musicale un notevole successo alla fine degli anni 80 per il suo costo contenuto, le prestazioni all'epoca buone, e soprattutto una estrema facilità d'uso (i computer Atari erano equipaggiati con interfaccia midi già installata e un sistema operativo permanente in memoria ROM) e degli ottimi programmi musicali disponibili (Cubase, Notator).

Il sistema Macintosh è quello più usato per le applicazioni musicali professionali, e vanta una buona affidabilità del sistema operativo, semplicità di utilizzo e una vastissima libreria di software musicale. I sistemi PC hanno negli ultimi anni conquistato una diffusione sempre maggiore anche nell'ambito musicale, grazie al loro prezzo molto contenuto e alle prestazioni dei processori Intel. Le software house hanno cominciato a produrre versioni dei programmi musicali anche per piattaforme PC, e in questo momento la libreria per PC è quasi altrettanto fornita di quella mac. Il punto debole dei PC è principalmente il sistema operativo (che ha mantenuto la compatibilità negli anni con l'MS DOS) e la frequente incompatibilità tra vari componenti hardware di questi computer.

SOFTWARE.

Il software musicale (di cui parleremo dettagliatamente in seguito) è costituito da quei programmi che permettono di trasformare il personal computer in una macchina musicale in grado di registrare, riprodurre, modificare, comporre musica.

GENERATORE SONORO.

Il generatore sonoro può essere costituito dalla scheda audio del computer, per avere dei risultati sonori accettabili però occorre utilizzare macchine esterne dedicate (o schede audio professionali), che oltre ad un risultato sonoro migliore permettono anche una maggiore versatilità e affidabilità. Esistono attualmente in commercio strumenti che permettono di produrre più di un suono contemporaneamente (polifonia) e più di un timbro contemporaneamente (politimbricità). In questo modo è possibile eseguire arrangiamenti anche complessi con un investimento contenuto. Per poter collegare il modulo al computer occorre un'interfaccia midi, un apparecchio in grado di fare comunicare fisicamente (attraverso un collegamento via cavo) le due parti. I computer usano come segnale di uscita per il midi la porta seriale. Esistono diversi tipi di interfacce midi, dalle più semplici (1 IN 1 OUT) fino a quelle più complesse (8 IN 8 OUT).

INTERFACCIA UOMO MACCHINA

Quella più diffusa è la tastiera ad imitazione di quella di un organo. Spesso queste tastiere hanno una estensione di 5 ottave e permettono attraverso dei sensori anche il controllo dinamico (velocity). Altre tastiere invece simulano i tasti di un pianoforte, con una meccanica dei asti pesata. Tastiera e modulo sonoro comunemente sono integrati in un unico strumento, quando la tastiera è staccata dal generatore sonoro viene chiamata master keyboard, il modulo sonoro separato da tastiera viene chiamato expander.

La tastiera non è l'unico tipo di interfaccia musicista - computer, anche se meno utilizzati esistono sistemi che permettono di trasformare una nota rilevata da un pick-up in un evento MIDI, sensori per pilotare suoni sintetici attraverso batterie o percussioni ecc.

Franco Poggiali Berlinghieri 1999