



# Formati Audio

## Parte 2

---

Prof. Filippo Milotta  
milotta@dmi.unict.it



# MIDI (1983)

- MIDI: *Musical Instrument Digital Interface*
- Protocollo standard per la comunicazione tra dispositivi hardware
  - Oggi si orienta verso applicazioni multimediali
- Con MIDI si intendono 3 aspetti:
  - **Protocollo** (le regole)
  - **Interfaccia** (l'hardware)
  - **Formato** (SMF: Standard MIDI File)



# 1983 – Nascita di MIDI

(dal blocco di slide 0b)

- Musical Instrument Digital Interface (MIDI)
- Il MIDI rappresenta un linguaggio comune per far dialogare fra loro computer, sintetizzatori e altro hardware





# 1985 – Atari rilascia ST (dal blocco di slide 0b)

- L'Atari ST aveva porte MIDI



- Negli anni '80 era il computer più richiesto da ogni musicista





# Principi di definizione

- Necessità di far comunicare sintetizzatori musicali di case produttrici diverse
  - Rappresentazioni diverse
  - Sincronizzazione del flusso dati
    - Velocità di trasmissione fissate
    - Segnali temporizzati di sincronizzazione
  
- Protocollo MIDI, un esempio operativo:
  1. Performance musicale
  2. Codifica dati MIDI
  3. Trasferimento (o memorizzazione)
  4. Decodifica e sintetizzazione



# Principi di definizione

- **Sequencer**
  - E' un sistema di registrazione ed esecuzione
  - Dotato di memoria programmabile
  - Consente l'editing
  
- Per i sequencer, il MIDI è il protocollo standard per la memorizzazione dei suoni
  
- Il MIDI ha solo un controllo indiretto sul suono
  - La qualità timbrica dipende dal modulo di sintesi



# Principi di definizione

## Un esempio per analogia

- Il compositore di musica
  - Una partitura fornisce le istruzioni per gli esecutori
    - (come il protocollo MIDI)
  - La sintesi del suono dipende però dai gesti degli esecutori stessi e dalla qualità degli strumenti a loro disposizione



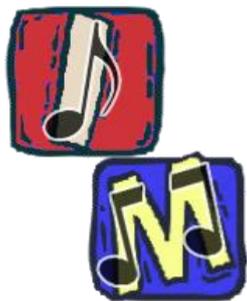
# Tipi di informazione

- Canali (da 1 a 16)
  - Implementano il concetto di strumento
  - Timbri differenziabili simultaneamente
  - Tutti i messaggi indirizzati a un canale vengono associati allo stesso timbro
- Tracce (da 1 a n)
  - Implementano concetti come partiture e mixing
  - Permettono una distinzione logica, di contenuto
    - Es.: un brano per due pianoforti, le varie voci in un brano per un singolo pianoforte, distinguere melodia e accompagnamento

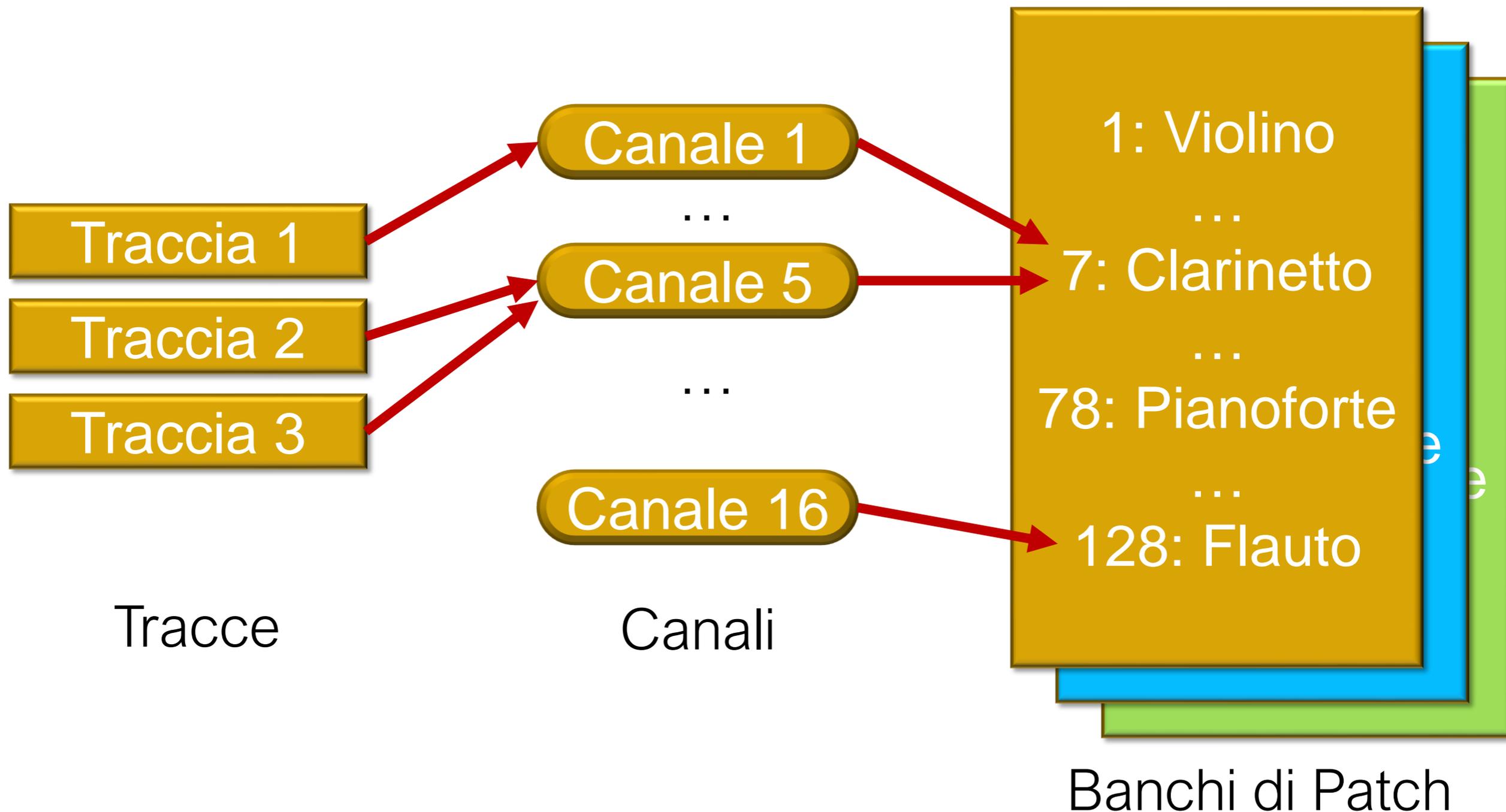


# Tipi di informazione

- Patch (da 1 a 128)
  - Implementano il concetto di timbro
- Banchi (da 1 a n)
  - Permettono di incrementare il numero di patch disponibili (128 è un numero basso)
- Relazioni N-a-1 fra
  - Tracce-Canali
  - Canali-Patch



# Tracce, canali, patch, banchi





# Tipi di informazione

## ■ Nota

- L'esecuzione di una nota viene codificata mediante due messaggi di inizio e fine
  - **Note On – Note Off**
- La **velocity** caratterizza la velocità di completamento della fase di inizio e fine
- L'**aftertouch** indica eventuali variazioni nella pressione
  - Vedi effetto **Tremolo**
- Il **pitch** indica l'altezza di una nota, con **128** valori possibili
  - Più che sufficienti per un pianoforte (88 tasti)



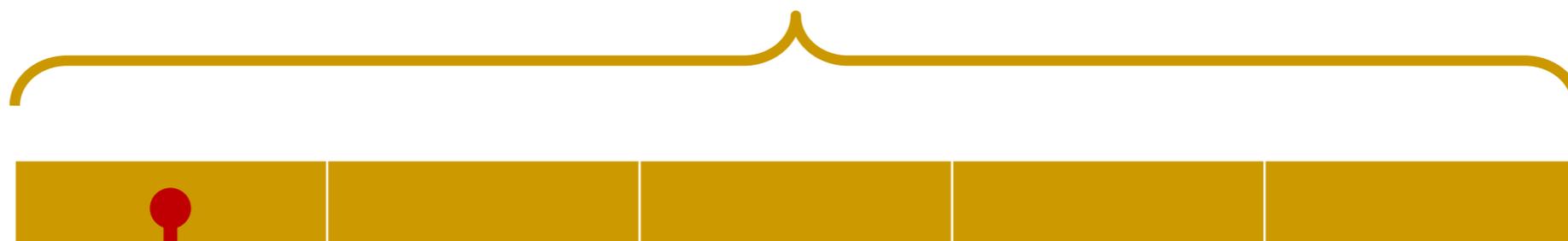
# Informazione temporale

- Ogni dispositivo MIDI è dotato di un clock per ordinare i messaggi
- L'unità di misura base sono i **tick**
  - I tick sono anche detti **Parti-Per-Quarto (PPQ)**
  - Variabile da 24 a 4096  
(sempre un multiplo o potenze di 2)
  - I PPQ non sono un'unità di misura assoluta, ma un'unità relativa alla definizione di Quarto
- Il numero di Quarti in un minuto è indicato dai **Beat-Per-Minuto (BPM)**
  - Variabile da 40 a 240



# Informazione temporale

BPM (1 minuto)



Quanto dura 1 tick?



Tick (PPQ)



# Informazione temporale

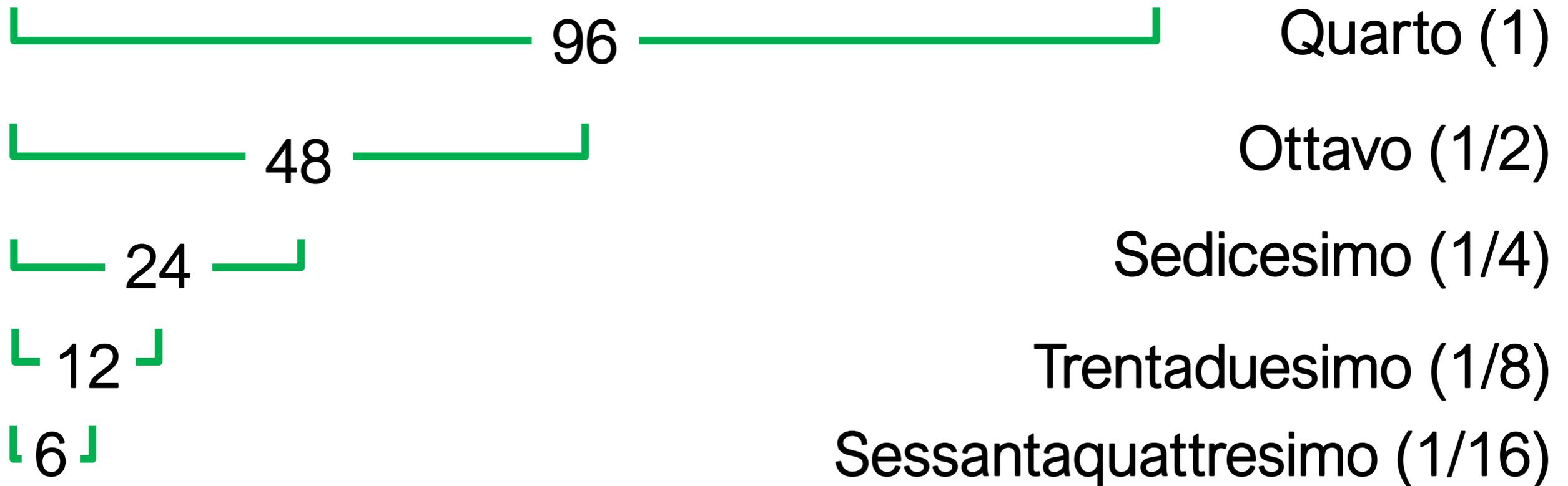
- **Esercizio: Quanto dura 1 tick?**
  - BPM = 120
  - PPQ = 24
  
  - Durata di un beat
    - $60 \text{ secondi} / 120 \text{ beat-per-minuto} = 0,5 \text{ secondi}$
  - Durata di un tick
    - $0,5 \text{ secondi-per-beat} / 24 \text{ PPQ} = 0,02 \text{ secondi}$



# Informazione temporale

## Division e Risoluzione

- La grandezza del PPQ è detta ***Division***
- Maggiore è la Division, maggiore sarà la risoluzione temporale possibile





# Protocollo MIDI

## Struttura generale dei messaggi

- I messaggi MIDI sono sequenze di parole di 10 bit, ma poiché il primo e l'ultimo indicano inizio e fine della parola possiamo considerare parole di 8 bit (1 byte)

Start	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7	Bit 8	Stop
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------



# Protocollo MIDI

## Struttura generale dei messaggi

- Il primo bit serve a distinguere fra
  - Bit1=1 → **Status byte**
    - Identificano le tipologie di messaggi
  - Bit1=0 → **Data byte**
    - Contengono i parametri dei messaggi

Start	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7	Bit 8	Stop
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------



# Protocollo MIDI

## Struttura generale dei messaggi

- Gli Status Byte possono essere di 2 tipi:
  - **Messaggi di canale**
    - Operazioni come produzione di una nota, cambio timbro
  - **Messaggi di sistema**
    - Operazioni come timing, sincronizzazione, specifiche
  - Il Nibble 1 identifica quale dei 2 tipi
    - Da 000 a 110 → Channel Message
    - 111 → System Message





# Tipologia dei messaggi MIDI

- Message Type
  - **Channel Message** (singolo canale)
    - ***Voice Message***
      - Cosa deve suonare uno strumento
    - ***Mode Message***
      - Comportamento rispetto ai Voice Message
  - **System Message** (tutto il sistema)
    - ***Common Message***
    - ***Real Time Message***
    - ***Exclusive Message***



# Channel Voice Message

## Note On



- Indica di suonare una nota
- Il Nibble 2 ha 4 bit  $\rightarrow$  16 canali possibili
- Il Data Byte ha 7 bit a disposizione (Ni1+Ni2)
  - 128 valori possibili per pitch
  - 128 valori possibili per velocity

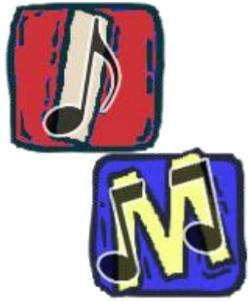


# Channel Voice Message

## Note Off



- Indica di smettere di suonare una nota
- Equivale ad un Note On con  $velocity = 0$ 
  - Ottimizzazione:
    - Sostituire la coppia NoteOn+NoteOff con
    - Un solo NoteOn seguito da 2 coppie di Data Byte
      - La seconda coppia avrà  $velocity = 0$



# Channel Voice Message

## Channel Pressure (Aftertouch)



- Indica il tremolo
- Il Nibble 2 ha 4 bit → 16 canali possibili
- Il Data Byte ha 7 bit a disposizione (Ni1+Ni2)
  - 128 valori possibili per pitch
  - 128 valori possibili per variazione di pressione



# Channel Voice Message Pitch Bend Change (Vibrato)



- Indica il vibrato
- Il Nibble 2 ha 4 bit  $\rightarrow$  16 canali possibili
- Il Data Byte ha 7 bit a disposizione (Ni1+Ni2)
  - 128 valori possibili per pitch
  - 128 valori possibili per variazione di frequenza



# Channel Voice Message Program Change



- Usati per il cambio timbro
- Usato per qualsiasi esigenza di indicizzazione
- Il Nibble 2 ha 4 bit → 16 canali possibili
- Il Data Byte ha 7 bit a disposizione (Ni1+Ni2)
  - 128 indici possibili



# System Message

- **Common Message**
  - **MIDI Time Code Quarter Frame**
    - Per avere un riferimento temporale assoluto
  - **Song Position Pointer**
    - Indicizza all'interno di una song (insieme di messaggi)
  - **Song Select**
    - Seleziona una song
  - **Tune Request**
    - Richiesta di verifica di accordatura (poco usato)



# System Message

- **Real Time Message**
  - **MIDI Clock**
    - Per avere un riferimento temporale relativo
  - **Start / Continue / Stop**
    - Gestione attivazione dei sistemi MIDI
  - **Active Sensing**
    - Mantiene aperta la connessione fra due device
  - **System Reset**
    - Reimposta la configurazione del device



# System Message

- **Exclusive Message (SysEx)**
  - Utilizzati dai costruttori per specificare informazioni relative ai loro prodotti
  - Sono gli unici messaggi ad avere 2 Status Byte
  - Se non riconosciuti dai device vengono ignorati
- Anche se il Nibble 2 potrebbe indicizzare 16 System Message, ne sono stati definiti solo 11 (c'è spazio per altri 5)



# Evoluzioni del MIDI

- General MIDI (GM, o GM1)
  - Miglioramento della gestione delle patch (timbri)
- General Standard (GS) – Roland
  - Aggiunto il messaggio per cambiare banco
- Standard XG – Yamaha
  - Aggiunta di ulteriori patch (timbri)